



20.11.2021 25



Fritzbox mit
5G-Mobilfunk

Energiepreise explodieren

Strom & Gas: Clever sparen

Was vernetzte Zähler bringen • Energiefresser schnell aufspüren • Vergleichsportale richtig nutzen • c't deckt auf: Strom-Voodoo

IM
TEST

- Android 12 analysiert
- Schachbretter mit App-Anbindung
- Raspi Zero 2 W: Klein, billig, sparsam
- Grafikkarten mit Radeon RX 6600
- Notebook mit E-Ink-Zweitdisplay

Core i-12000: Rasant, aber durstig

Intel-CPUs wieder konkurrenzfähig

Nachhaltiges Notebook von Framework
Sicherheitsmaßnahmen für Exchange-Server
Gartenroboter: Ein Jahr mit dem Farmbot
Chirurgen lernen an künstlichen Organen
Linux-Anwendungen unter Windows 10 und 11



€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50
NL € 6,70 | IT, ES € 6,90
CHF 8.10 | DKK 60,00

Smart & beliebt: 55-Zoll-TVs

Test der Mittelklasse bis 1200 Euro: 4K, OLED, Mini-LED, LCD
Alle gegen Netflix: Sieben Streaming-Dienste getestet





VIEL DRIN. VIEL DRAUF!

Deine FRITZ!Box



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



Windows 11: Späte Fenster-Freuden

Für mich fühlte sich das Windows-Betriebssystem seit jeher wie ein verwinkeltes Gebäude an, das ein Innenarchitekt mit Vorliebe für seltsame Witze eingerichtet hatte: die Etagen verschachtelt, an den Türen mehrere Klinken, die Lichtschalter unter den Tischen, Gabeln in der Garderobe, Teelöffel im Bücherschrank und so weiter, Sie wissen schon.

Das mag in der Frühzeit dem aufrichtigen Bemühen geschuldet gewesen sein, eine möglichst eigenständige Bedienung zu entwickeln, um nicht bei Apple und dessen mittlerweile verstorbenem Boss Steve Jobs anzuecken. Einen Prozess um die Verletzung von geistigem Eigentum an beispielsweise virtuellen Papierkörben hatten ja beide Konzerne schon durchgestanden.

Und natürlich fand man alle Werkzeuge, Schalter und PowerShell-Befehle, die man so braucht – manche sogar auf Anhieb, andere mit Heureka-Gefühlen. Windows wäre nicht Windows, wenn es nicht trotzdem funktionieren würde. Dennoch war ich meist froh, wenn ich die verwinkelte Konstruktion wieder in Richtung macOS, iOS, Linux und Android verlassen konnte.

Aber mit Windows 11 ist plötzlich alles anders. Das fing schon mit der Installation an: Es genügten tatsächlich nur drei Schritte, um das große Upgrade herunterzuladen, es zu entpacken und auf dem drei Jahre alten Asus-Notebook einzurichten – alles völlig reibungslos und selbst-

ständig, während ich meiner üblichen Arbeit nachging. So soll es sein.

Dann die eigentliche Überraschung: Buchstäblich alles erscheint sorgsam und sinnvoll sortiert, das Startmenü, die Konfigurationsbereiche, angefangen von der Anzeige bis zur Zeiteinstellung – alles eigenständig und dennoch mit dem typischen Stallgeruch. Ich brauche nun keine Merkzettel mehr, um selten benötigte Funktionen oder Statusfenster zu finden, sie liegen einfach dort, wo ich sie vermute. Und: Ich habe sogar täglich Lust, Windows 11 weiterzuerkunden.

Ich finde Windows 11 so cool, dass ich es bereits auf dem privaten Notebook meiner Partnerin installiert habe – allein schon, um mir die Wartung zu erleichtern. Für etwaige Rückreisewünsche in das Windows-10-Kontinuum gibt es natürlich ein Backup. Aber diese zweite Installation gilt als Härtetest und vieles deutet darauf hin, dass Windows 11 ihn bestehen wird. Microsoft ist in puncto Ergonomie endlich ein großer Schritt nach vorne gelungen.



Dan Živ

Dušan Živadinović

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 angenehme 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. 041/9250095 • 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 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • 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 Komplett, **79664** Wehr Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0.



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.

Dockingstation
optional

TERRA Dockingstation USB-C

Die USB-C Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. bis zu 2x Bildschirme, Netzwerk, Lautsprecher, Maus und Tastatur. Das TERRA MOBILE 1470T wird beim Betrieb über diese Dockingstation automatisch geladen.

Artikel-Nr.: 1480241

149,-*

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 Mitnahmегарантie.

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.

Inhalt c't 25/2021

Titelthemen

Strom & Gas: Clever sparen

- 16 **Kostenexplosion** Was Sie dagegen tun können
- 18 **Energiespartipps** im digitalen Umfeld
- 22 **Stromtarife** vergleichen und clever wechseln
- 26 **Smart Meter** Analoge Zähler austauschen?
- 28 **Praxis** Zählerstände per Funk auslesen
- 32 **Stromspar-Placebo** Voltbox durchleuchtet

Smart & beliebt: 55-Zoll-TVs

- 60 **4K-Fernseher im Test** HDR-fähig und smart
- 67 **Videostreaming** Dienste mit Flatrate

Intel-CPUs wieder konkurrenzfähig

- 84 **Für Desktop-PCs** i9-12900K und i5-12600K

- 92 **Raw-Entwickler** DxO PhotoLab 5 Elite
- 92 **Fotoeffekte** DxO Filmpack 6 Elite
- 93 **Gaming-Display** PEAQ PMO G270-CQK
- 94 **Android-Smartphone** Nokia G50
- 96 **Tablet mit Stift** Xiaomi Pad 5
- 98 **Mittelformatkamera** Fujifilm GFX50S II
- 99 **Modulare 4K-Actioncam** DJI Action 2
- 100 **5K-Ultrabreitbildschirm** Dell U4021QW
- 102 **Smartes Türschloss** Nuki Smart Lock 3 Pro
- 104 **Bluetooth-Headset** Jabra Evolve2 75
- 106 **Android 12 analysiert**
- 110 **Grafikkarten mit Radeon RX 6600**
- 114 **Schachbretter mit App-Anbindung**
- 120 **Digitale Unterschriften** Online-Dienste
- 126 **Gartenroboter: Ein Jahr mit dem Farmbot**
- 170 **Survival-Spiel** The Eternal Cylinder
- 180 **Bücher** Docker, Datenvisualisierung in Excel

Aktuell

- 14 **Überwachung** Scans von privaten Inhalten
- 34 **Facebook** kontrolliert und blockiert Studien
- 36 **Metaversum** Milliarden für ein neues Internet
- 38 **Internet** Facebook löscht biometrische Profile
- 40 **Datenschutz** Datenleck bei Fitnesskette
- 41 **IT-Politik** Alternativen zu Microsoft Office
- 42 **Bit-Rauschen** Intel Core i12000, AMD-Erfolge
- 44 **Hardware** Boards für Alder Lake, DDR5-RAM
- 45 **Embedded Systems** Einplatinencomputer, RISC-V
- 46 **Netze** Router mit modularer Software, IP-Kamera
- 48 **Supercomputer** Was in Exascale-Rechnern steckt
- 49 **Server & Storage** NVMe-RAID, PCIe-5.0-SSDs
- 50 **Linux** Kernel 5.15, Fedora 35 mit Gnome 41
- 51 **Softwareentwicklung** Neues in GitHub
- 52 **Forschung** 5D-Speicher in Glas, Sprit aus Luft
- 53 **Spiele** Deep Rock Galactic, Apps von Netflix
- 54 **c't I/O** Workshops, Optimaler PC, c't <webdev>
- 56 **Web-Tipps** Zeitungen, Literatur, Landshut 77

Test & Beratung

- 74 **Fritzbox mit 5G-Mobilfunk**
- 76 **Raspi Zero 2 W: Klein, billig, sparsam**
- 78 **Notebook mit E-Ink-Zweitdisplay**
- 82 **Falt-Smartphone** Microsoft Surface Duo 2

16 Strom & Gas: Clever sparen



Die Energiepreise explodieren. Als Verbraucher sind Sie dem aber nicht völlig ausgeliefert – es gibt viele Möglichkeiten zur Kostenoptimierung. Außerdem räumen wir mit ein paar Energiespar-Mythen auf.

Wissen

- 90 DDR5-RAM** bringt höhere Datentransferraten
- 130 Zahlen, Daten, Fakten** Seltene Erden
- 132 Intel 4004** Meilenstein der digitalen Revolution
- 134 Nachhaltiges Notebook von Framework**
- 140 Chirurgen lernen an künstlichen Organen**
- 144 Glasfaserausbau** Mieter zahlen künftig dafür
- 148 Sicherheitsmaßnahmen für Exchange-Server**
- 150 Personalisierte Werbung** Lobbyschlacht in der EU
- 172 Verbraucherverträge** Gesetz für mehr Fairness

Praxis

- 154 Raspi steuert Stream** Fernbedienung selbstgebaut
- 158 Screenshot-Tools** in Windows 10 und 11
- 162 Teams in Windows 11** Was es kann und was nicht
- 164 Linux-Anwendungen unter Windows 10 und 11**

Immer in ct

- 3 Standpunkt** Windows 11: Späte Fenster-Freuden
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 58 Vorsicht, Kunde** Gewährleistung verweigert
- 174 Tipps & Tricks**
- 178 FAQ** PowerShell
- 182 Story** iBreak
- 191 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 26/2021**

60 Smart & beliebt: 55-Zoll-TVs



4K-Filme und -Serien brauchen viel Bildschirmfläche, um richtig zu wirken. Kontrastverstärkende HDR-Technik und smarte Funktionen durften bei den getesteten 55-Zöllern auch nicht fehlen. Ab 500 Euro sind Sie dabei.

Frisch aus
ct Nerdistan

- 32 Nutzloser Nepp** Das Stromsparkästchen Voltbox
- 126 Gartenroboter** Ein Jahr mit dem Farmbot

ct Hardcore

- 28 Smart Meter** Heiz-, Gas- und Wasserzähler auslesen
- 164 Windows-Subsystem für Linux** So funktioniert es

Leserforum

Es geht auch anders

Editorial: Digitalmuffel, c't 25/2021, S. 3

Im hessischen Bad Homburg war ich bis Anfang 2021 Mitglied im Ortsbeirat meines Ortsteils. Alle OB-Mitglieder hatten iPads als Leihgabe der Kommune. Aller Schriftverkehr lief papierlos, entweder per E-Mail oder per Cloud. Auch OB-Mitglieder Ü70 nutzten dieses Medium wie selbstverständlich. Für Mitglieder anderer Gremien (Stadtverordnetenversammlung, Magistrat etc.) gilt gleiches.

Dirk Bangert 

Zu wenig Funktionen

Die geringe Nutzung des E-Perso ist wohl auch – oder sogar in erster Linie – darauf zurückzuführen, dass es kaum sinnvolle Nutzungsmöglichkeiten gibt. Nachdem ich in den ersten Wochen, in denen ich meinen E-Perso hatte, immer mal wieder vergeblich nachgesehen habe, ob es eine sinnvolle Anwendung gibt, habe ich schließlich aufgegeben. Vielleicht sollte ich es mal wieder versuchen.

Christoph Mann 

Browser-Tipps

Leserforum: Extremfall mit 200 Tabs, c't 24/2021, S. 6

Die Situation von Herrn Karsten Meyer mit 200 offenen Browertabs kommt mir bekannt vor: Bei mir entstanden noch mehr Browertabs, als Firefox Tabgruppen anbot. Die Funktion wurde dann ja aufgegeben.

Dem Problem mit dem hohen Speicherverbrauch begegne ich bei Firefox mit der Erweiterung „Tab Suspender“ von Michalewicz Piotr. Ähnliche Erweiterungen gibts auch für Chrome, wobei „The Great Suspender“ wohl wegen Missbrauch der Daten verbannt wurde – es gibt aber Remakes.

Patrick Kaiser 

Wir können für Chrome und andere Browser für diesen Zweck die Erweiterung „Tiny Suspender“ empfehlen.

Tab Suspender & Tiny Suspender:
ct.de/yu1k

Da stimmt einfach alles

Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Ryzen-5000-Prozessor, c't 24/2021, S. 22

Ich habe Ihren Allrounder-PC nachgebaut. Der tollste PC, den ich je hatte. Der befeuert künftig mein neuestes Projekt: Ich bin jetzt 50 und baue mir eine richtig coole MAME-Video-Arcade-Maschine. Es ist ein schönes Gefühl, darin einen PC zu haben, bei dem einfach alles stimmt. Sogar noch das letzte kleine BIOS-Setting.

Carl M. Lidl 

Schwer zu bekommen

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

Ich bin ein Fan eurer PC-Bauvorschläge. Nachdem der PC von 2013 langsam Schwächen zeigt, hatte ich schon auf die neue Version gewartet. Der Preis für die Komponenten des Mini-PCs sind allerdings leider deutlich gestiegen, wenn sie überhaupt noch verfügbar sind – ob sich das wieder bessert? Bei den Komponenten für den Allrounder war ich scheinbar schnell genug, die sind unterwegs.

Dr. Martin Koopmann 

Alter Trick

Amazon liefert falsch und will trotzdem kassieren, c't 24/2021, S. 60

Ich hatte früher sehr viel mit Paketdiensten zu tun und habe hier Technik für die

Prävention von Diebstahl, Unterschlagung und Beschädigung von Sendungen in den einzelnen Depots projektiert und installiert.

Das geschilderte Verfahren ist ein Klassiker – einfach das Label im Zustellfahrzeug austauschen, und die Ware ist meine. Keiner wird wegen Zahnpasta oder Büchern einen großen Aufstand machen, sodass dann einfach eine Ersatzlieferung auf die Reise geschickt wird.

Solange man etwa dem Fahrer nicht nachweisen kann, dass er beide (!) Sendungen bekommen hat (Gefahrübergang), wird es strafrechtlich schwer. Einfacher wird es gegenüber Amazon und den beauftragten Paketdiensten. Hier kann man von einem groben Organisationsverschulden („Leichtfertigkeit“) nach HGB ausgehen, zum Beispiel allein aufgrund der Tatsache, dass sich die Labels vertauschen lassen.

Matthias Wendt 

Code auf dem Flash-Speicher ausführen

Was Mikrocontroller von Mikroprozessoren unterscheidet, c't 24/2021, S. 136

Einen wesentlichen Unterschied habt ihr in diesem Grundlagenartikel nicht berücksichtigt: Mikrocontroller können Software direkt aus dem Flash-Speicher (der meistens auf dem Chip integriert ist) ausführen. Der Code muss also zuvor nicht erst ins RAM geladen werden.



c't-Leser Matthias Wendt vermutet, dass beim „Vorsicht, Kunde“ aus c't 24/2021 jemand unterwegs gezielt die Labels vertauscht hat.

WERDE
SCHNELLER
ZUM

BESTSELLER

GO BIG
GO UNZER

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



unzer.com/bestseller

unzer
euer payment

Das spart nicht bloß RAM, sondern somit entfällt auch der Boot-Prozess und Geräte können praktisch sofort nach dem Einschalten betriebsbereit sein. Der Satz im Artikel „der µC-Programmcode soll folglich möglichst schlank sein und komplett ins RAM passen“ ist deshalb so nicht richtig.

Uli Schrey 

Keine Spiegeldisplays?

Vier günstige Monitore: Im Markt gekauft, im Labor getestet, c't 23/2021, S. 88

Bemerkenswert finde ich, dass man Ihnen keinen der früher so allgegenwärtigen verriegelten Schirme andrehen wollte – oder war das Zufall?

Sehr vermisst habe ich die Angabe des Seitenverhältnisses der Bildschirme – dem fleißigen Heimtexter wäre doch mit 16:10 oder 3:2 viel besser gedient? Das immer noch übliche Verhältnis von 16:9 taugt ja bekanntlich eher zum Heimkino und führt beim Schreiben zu Scroll-Orgien.

Andreas Schmidt 

Unser Eindruck beim Testkauf war: Spiegeldisplays sind inzwischen generell seltener anzutreffen. Und: Stimmt, 16:10 und 3:2 empfiehlt sich fürs Arbeiten am Rechner. Monitore in diesen Formaten gab es aber bei keinem der Elektronikmärkte, die wir aufgesucht haben.

Unberechtigte Hoffnungen

Forschung: Hirnschrittmacher gegen Depressionen, c't 23/2021, S. 49

In den 1940ern bis 1960ern gab es eine Welle der Gehirnoperationen an psychiatrischen Patienten (Lobotomie, siehe auch den Film „Einer flog übers Kuckucksnest“), die von einer übertrieben positiven Darstellung der Methode in den Medien lanciert wurde. Viele Patienten blieben ein Leben lang beschädigt zurück, einige starben.

Danach gab es eine ähnliche Euphorie in den Medien über die Möglichkeiten der Psychopharmaka. Auch wenn diese Mittel vielen Menschen halfen, blieben wieder viele mit Langzeitschäden zurück (vor allem nach Neuroleptika gegen Psychosen). Bis heute.

Journalisten lernen nicht aus der Vergangenheit: Jetzt machen Sie wieder naive Reklame für Gehirnoperationen. Es

wird keine „Hirnschrittmacher gegen Depressionen“ geben (O-Ton c't), aus theoretischen wie praktischen Gründen, die hier zu erklären zu lange dauern würde. Glücklicherweise werden bei den heutigen Eingriffen weniger Nervenzellen zerstört als in der Vergangenheit. Aber auch sie wecken ungerechtfertigte Hoffnungen.

Dr. Stephan Schleim, M.A. Assoziierter Professor für Theoretische Psychologie



Probleme bei der Kernfusion

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

Zwei Gedanken hierzu. Erstens: Auch die Kernfusion ist nicht hundertprozentig sauber. Durch Neutronenbeschuss können aus den vorhandenen Elementen im Bereich hoher Flussdichten radioaktive Isotope erzeugt werden – die irgendwann nach Außerbetriebnahme mal „endgelaert“ werden müssen. Speziell die Wände des Plasmacontainers und andere dem Neutronenstrom für längere Zeit ausgesetzte Bauteile sind hier betroffen.

Zweitens: Mit „reinem“ Wasserstoff scheint es bisher keinen gangbaren Weg einer Kernfusion zu geben. Wie im Artikel beschrieben, werden Deuterium und Tritium benötigt, Isotope des Wasserstoffes.

Beides sind vergleichsweise seltene Elemente, wobei Tritium zudem radioaktiv ist und mit einer Halbwertszeit von 12,32 Jahren von selbst zerfällt – also nicht unbegrenzt lagerfähig ist. Tritium kann

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

derzeit in wirtschaftlich tragbaren Mengen lediglich aus schwerem Wasser gewonnen werden, was in bestimmten Modellen von Kernreaktoren (Spallationsreaktoren, also das, was wir eigentlich nicht mehr haben wollen) als Moderator verwendet wird. Oder mithilfe von Neutronenbeschuss von Lithium, was allerdings auch wieder erheblich seltener ist als herkömmlicher Wasserstoff und durch die forcierte Elektromobilität in großen Mengen dort bereits verwendet wird.

Patrik Schindler

Ergänzungen & Berichtigungen

Linux-Thema verschoben

Aus redaktionellen Gründen haben wir den für dieses Heft angekündigten Artikel „Dokumente scannen unter Linux“ verschoben. Er erscheint in einer der kommenden Ausgaben.

Zielpfad in Dockerfile falsch

Nach dem Hype: Docker verstehen und loslegen, c't 24/2021, S. 146

Unter „Abbilder erzeugen“ wird im Artikel ein Dockerfile beschrieben, das eine HTML-Datei in den Container kopiert. Für einen Nginx-Container auf Alpine-Basis ist der richtige Zielpfad /usr/share/nginx/html, also hätte es im Artikel lauten müssen:

```
FROM nginx:alpine
COPY index.htm /usr/share/nginx/html
```

Sperrbereiche per Roomba-App

Saugroboter mit Selbstreinigung, c't 23/2021, S. 114

Anders als im Artikel beschrieben lassen sich in der App des Roomba i7+ von iRobot Sperrbereiche festlegen.

Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't Magazin

@ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.
Antworten sind kursiv gesetzt.

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

1&1 DSL mit Samsung Fernseher für 0,- €!*



**1&1 DSL
INTERNET & TELEFON**
0,- €/Monat*
ab DSL 50 für 6 Monate,
danach 39,99 €/Monat
6 Freimonate oder Samsung TV

Schnelles Internet, brillante Sprachqualität, beste Verbindungen

Wechseln Sie noch heute zu 1&1 DSL und sichern sich einen Samsung UHD TV 55" im Wert von 729,- €. Oder Sie sparen in den ersten sechs Monaten bis zu 300,- €! 1&1 Kunden profitieren immer von leistungsstarken DSL-Anschlüssen, sensationell günstigen Preisen, Top-WLAN Routern und bester Performance.



1&1 Netz, nicht einzelne Angebote



30 Tage
testen

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



WLAN-
Versprechen

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



Priority-
Hotline

1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.



Funktions-
Garantie

Im Falle eines Falles: unverzügliche Entstörung oder Gerätetausch.



Umzugs-
Service

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



1und1.de

02602/96 90



*Auswahl möglich zwischen Tarif ohne TV z.B. 1&1 DSL 50 für 0,- €/Monat für die ersten 6 Monate, danach 39,99 €/Monat oder Tarif mit Samsung TV 55", 138 cm (z.B. Modell UE55AU7172 nach Verfügbarkeit vergleichbare möglich), z.B. ab DSL 50 für dauerhaft 39,99 €/Mon. Beide jeweils mit Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 9,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z.B. 1&1 HomeServer 4,99 €/Mon. Der Preis entfällt auf die zusätzlichen monatlichen Tarifeinheiten, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Router-Versand: Einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: Einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit: 24 Mon. Kündigungsfrist: 3 Monate zum Ende der Vertragslaufzeit. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Solange der Vorrat reicht. Abbildungen ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur

Make: Entertainment Show

29.11.2021

19:00-21:00 Uhr

live auf  YouTube und  twitch

Cyber Monday: Sichere dir spezielle Make-Angebote während der Live-Show

Mega Unterhaltung und Live-Kontakt mit der Make-Redaktion

Das darfst du auf keiner Fall verpassen!

Wir halten dich auf dem Laufenden:
maker-faire.de

SEI
KOSTENLOS
DABEI!



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Kontrollzwang

Automatische Scans von privaten Nutzerinhalten geplant

Eine EU-Verordnung soll Tech-Unternehmen verpflichten, aktiv nach Darstellungen von Kindesmissbrauch zu suchen. Dafür müssten sie die verschlüsselte Kommunikation aller Bürger unterminieren. Wird das Postgeheimnis durch die Hintertür abgeschafft?

Von Holger Bleich

Kindesmissbrauch hofft die Politik immer wieder mit technischen Mitteln in den Griff zu bekommen. Man erinnere sich an das Vorhaben der damaligen Bundesfamilienministerin Ursula von

der Leyen, mit einem leicht zu umgehenden Sichtschutz vor Webseiten den Zugang zu Missbrauchsabbildungen zu erschweren. Sie scheiterte 2010 am massiven Widerstand der Zivilgesellschaft.

Von der Leyen ist mittlerweile Präsidentin der EU-Kommission. Es mehren sich die Anzeichen, dass sie ihren damals zur Schau gestellten Tech-Solutionismus in die europäische Regierungsbehördeimplantiert hat: „Ich erwäge, Unternehmen dazu zu verpflichten, bekanntes Material über sexuellen Kindesmissbrauch aufzudecken und den Behörden zu melden“, hatte Ylva Johansson, Kommissarin für Inneres, bereits im Februar angekündigt. Doch außerhalb der Bürgerrechtlerblase hat davon kaum jemand Notiz genommen.

Das ändert sich gerade, denn die Pläne Johanssons stehen kurz davor, als Entwurf einer neuen EU-Verordnung aus

ihrem Hause manifest zu werden. Eigentlich war die Vorstellung des Texts für Dezember geplant, sie wurde aber verschoben und dürfte nun Anfang 2022 anstehen. „Bekämpfung des sexuellen Missbrauchs von Kindern: Erkennung, Entfernung und Meldung illegaler Online-Inhalte“ heißt die Gesetzesinitiative. Zum konkreten Entwurf ist nichts in Erfahrung zu bringen. Auf Nachfrage von c't nannte eine Sprecherin der Kommission keine Details, sondern erklärte lediglich: „Die Kommission arbeitet daran.“

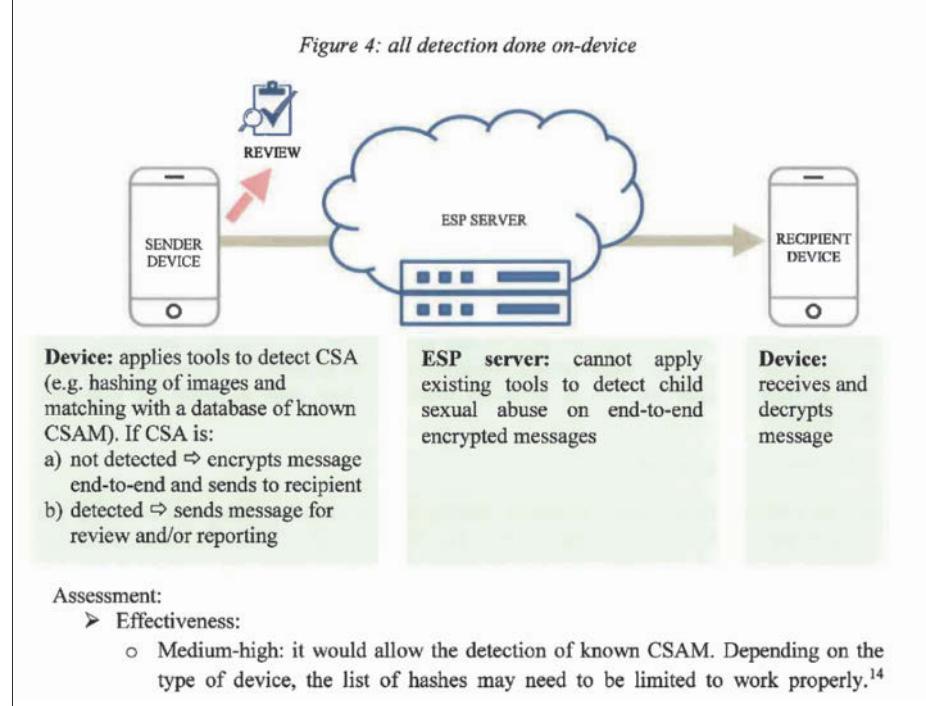
Radikale Richtung

Um eine Idee davon zu bekommen, in welch radikale Richtung die Kommission schwenkt, hilft ein Rückgriff auf September 2020. Ein Leak in der Kommission förderte ein 28-seitiges Arbeitspapier zutage, das es in sich hat. Es führt verschiedene technische Ansätze auf, die geeignet sein sollen, Inhalte in Echtzeit maschinell auf Missbrauchsdarstellungen hin zu prüfen. Spätestens da war klar: Die EU-Kommission arbeitet daran, entweder Inhalte vor der Verschlüsselung auszuleiten oder die Messenger-Verschlüsselungen von den Anbietern aufzubrechen zu lassen.

Dass die grundsätzliche Bereitschaft in der EU besteht, private Nutzerinhalte maschinell zu erfassen, auszuwerten und gegebenenfalls automatisiert Strafverfolgungsbehörden zukommen zu lassen, wurde in diesem Sommer deutlich: Mit einer auf drei Jahre befristeten Verordnung erlaubt die EU „Betreibern von Kommunikationsdiensten“, auf der Suche nach Darstellungen von sexuellem Missbrauch von Kindern maschinell Nutzerinhalte zu scannen und bei Treffern auszuleiten. Auch das EU-Parlament stimmte mehrheitlich zu.

Nach Ansicht der Kommission war die Neuregelung nötig geworden, weil eben diese längst geübte Praxis mit einer Änderung an der Datenschutzrichtlinie für elektronische Kommunikation Ende 2020 plötzlich verboten war. Microsoft etwa hat dies ignoriert und weiter in Mails und Onlinespeichern nach Missbrauchsdarstellungen gesucht, Facebook aber hat die proaktiven Scans daraufhin ausgesetzt.

Der vorläufigen Verordnung soll also nun ein großer unbefristeter Wurf folgen, der Scans verpflichtend macht und auch Ende-zu-Ende-verschlüsselte Kommunikation umfasst. Der EU-Abgeordnete und Bürgerrechtler Patrick Breyer hat dafür den Begriff „Chatkontrolle 2.0“ geprägt (siehe



In einem geleakten Arbeitspapier diskutierte die EU-Kommission 2020 Optionen zur Ausleitung von Chat-Inhalten vor der Verschlüsselung.

„Fatale Folgen“

Seit Mai 2019 sitzt Patrick Breyer für die Europäische Piratenpartei im EU-Parlament. Der gelernte Jurist ist Mitglied des Ausschusses für bürgerliche Freiheiten, Justiz und Inneres (LIBE) und will sich dort nach eigenem Bekunden gegen staatliche Überwachung in der digitalen Welt einsetzen. Breyer hat für die Pläne der Kommission den Begriff „Chatkontrolle“ geprägt.



c't: Befürworter der automatisierten Suche nach Missbrauchsgehalten in privaten Chats sprechen von einer Rechtsgüterabwägung: Das Recht auf Privatsphäre müsse sich hier dem Recht auf körperliche Unversehrtheit von Kindern unterordnen.

Patrick Breyer: Es dient ja eben nicht den Schutz von Kindern, verdachtsunabhängig im Nebel zu stochern. Dadurch zerstört man das digitale Briefgeheimnis. Kinder brauchen übrigens auch Privatsphäre, etwa, wenn sie im Rahmen von Sexting Nacktfotos verschicken. Die dürfen nicht in falsche Hände geraten. Und auch jugendliche Missbrauchsopfer sind auf vertrauliche Kommunikation angewiesen, um Hilfe zu finden. Uns hat etwa ein Opfer erläutert, wie wichtig es war, in einem geschützten Raum via verschlüsseltem Messenger mit Therapeuten und Polizei in Kontakt zu treten.

c't: Vielfach wird aber auch behauptet, es gebe einen gesellschaftlichen Konsens: Wenn ein Mittel hilft, Kindesmissbrauch einzudämmen, sollte es genutzt werden.

Breyer: Kinderpornoringe, die tatsächlich für den Missbrauch verantwortlich sind, nutzen aber doch kein WhatsApp oder

GMail, sondern beispielsweise Darknet-Foren. In die gilt es, mit verdeckter Polizeiarbeit einzudringen. Heute dauert es auch bei konkretem Verdacht teils Monate, bis Durchsuchungsbeschlüsse vollstreckt werden. Und danach können Monate bis Jahre vergehen, bis die Datenträger ausgewertet sind. In dieser bestehenden Überlastungssituation bei der Strafverfolgung den Heuhaufen sogar vergrößern zu wollen, in dem sich die Nadeln verstecken, halte ich für skandalös.

c't: Ist denn dem EU-Parlament bekannt, wie sich die Kommission konkret ein automatisiertes Scannen von Inhalten auf dem Gerät und vor der Übermittlung in verschlüsselten Chats vorstellt?

Breyer: Die Kommission macht es sich da sehr einfach und sagt: „Kommunikationsdienste sind verpflichtet.“ Punkt. Es läuft auf zwei Optionen hinaus: Entweder werden Inhalte auf dem Client durchsucht, also etwa dem Smartphone, oder die Ende-zu-Ende-Verschlüsselung muss weg. In beiden Fällen verlieren Sender und Empfänger das Vertrauen darin, dass nur sie vertrauliche Inhalte sehen können. Das hätte auch fatale Folgen für sensible Bereiche wie Whistleblowing oder Geschäftsgeheimnisse. Man muss sich das

mal vorstellen: Die EU-Kommission selbst empfiehlt ihren Mitarbeitern, mit dem Messenger Signal Ende-zu-Ende-verschlüsselt zu kommunizieren, um Backdoors auszuschließen.

c't: Wäre es für Sie ein gangbarer Weg, die Scans wie bislang optional zu lassen, also die Verpflichtung dazu zu streichen?

Breyer: Eine Ausnahme für verschlüsselte Kommunikation würde Dienste wie E-Mail völlig ungeschützt lassen. Ein Rechtsgutachten hat uns außerdem bestätigt, dass es grundrechtlich keinen Unterschied macht, ob Provider freiwillig oder aufgrund einer Pflicht private Kommunikation der Kunden durchleuchten. Beides ist ein illegaler, unverhältnismäßiger Grundrechtseingriff, hat uns die ehemalige EuGH-Richterin Ninon Colneric erklärt. Die einzige Option, die ich sehe, ist: Die Durchleuchtung muss auf öffentlich zugängliche Inhalte beschränkt sein. Und dies sollten Behörden tun, nicht die intransparenten Algorithmen der Plattformen. Der Bund Deutscher Kriminalbeamter hat jüngst in Bezug auf das Kommissionsvorhaben nicht umsonst darauf hingewiesen, dass die Verfolgung von Straftaten eine hoheitliche Aufgabe ist, die nicht in private Hände gehört.

Interview im Kasten). Er sieht das verfassungsrechtlich geschützte Post- und Fernmeldegeheimnis sowie die Achtung der Europäischen Grundrechtecharta (GRCh) gefährdet und ruft derzeit zum Widerstand gegen die geplante Verordnung auf.

Auch die renommierte deutsche Gesellschaft für Informatik (GI) äußerte sich Anfang November sehr kritisch. Hartmut Pohl, Sprecher des GI-Präsidiumsarbeitskreises, betonte: „Will die EU-Kommissi-

on auf eingebaute Hintertüren verzichten, gibt es nach dem Stand der Technik nur die ‚heimliche Online-Durchsuchung‘ – sogenanntes ‚client-side scanning‘ – der Endgeräte beispielsweise durch Staatstrojaner mit der Durchsuchung aller Speicherinhalte aller Clients und Server. Dies verstößt gegen die europäischen Grundrechte.“

Genau dieses client-side Scanning ist jüngst Apple auf die Füße gefallen: Als der

Konzern angekündigt hatte, künftig auf iPhones automatisiert nach Missbrauchs-bildern zu suchen, bevor die Daten ver-schlüsselt in die Cloud geschoben werden, brach ein Sturm der Entrüstung los. Klein-laut verschob Apple den Plan daraufhin und beschränkt sich auf weniger invasive Maßnahmen. Nun soll diese Methode – bislang weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit – sogar verpflichtend in der gesamten EU werden. (hob@ct.de) **ct**

Energiepreis-explosion

**Was tun gegen stetig steigende Preise
für Strom, Gas & Sprit?**



Energiepreisexplosion und die Folgen	Seite 16
Energiespartipps im digitalen Umfeld	Seite 18
Vergleichs- und Wechselportale	Seite 22
Smarte Stromzähler	Seite 26
Heizkostenverteiler, Gas- und Wasserzähler per Funk auslesen	Seite 28
Voltbox, das Energie-Placebo	Seite 32

Seit geraumer Zeit kennen die Preise für Strom, Gas und andere Energieträger nur eine Richtung: aufwärts. Als Verbraucher haben Sie aber durchaus Möglichkeiten, den ständig steigenden Kosten auszuweichen.

Von Georg Schnurer

Erst teilt der Gasversorger mit, dass er gern gut 30 Prozent mehr für das gelieferte Erdgas hätte, dann verlangt der Stromlieferant 10 Prozent mehr. Neben der CO₂-Bepreisung seien auch die gestiegenen Kosten am Energiemarkt schuld an den höheren Preisen.

Wenn Gas und Strom teurer werden, ist das eine gute Gelegenheit, nach Energiefressern zu suchen. Egal wie groß der Haushalt, Energiesparpotenzial ist immer da. Jede eingesparte Kilowattstunde schont nicht nur den Geldbeutel, sondern verringert auch den eigenen CO₂-Fußabdruck.

Doch wo fängt man an? Gute Tipps liefert unser Artikel mit Energiespartipps im digitalen Umfeld ab Seite 18. Er hilft, Stromschlucker zu entlarven und zeigt, wo sich durch bessere Konfiguration oder gezielten Neukauf Kosten sparen lassen. Da-

neben räumt er mit so manchem Energiesparmythos auf.

Ob ein smarter Stromzähler beim bewussteren Umgang mit Energie hilft und was diese neuen mitteilsamen Kästchen sonst noch alles drauf haben, verrät der Beitrag ab Seite 26.

Wer in seinem Zuhause an den Heizkörpern sogenannte Heizkostenverteil器 vorfindet, sollte einen Blick in den Artikel auf Seite 28 werfen, der beschreibt, wie man diese per Funk ausliest.

Preiserhöhungen sind auch eine gute Gelegenheit, sich mal nach günstigeren Lieferanten umzusehen. Was es bei der Nutzung von Preisvergleichs- und Wechselportalen zu beachten gilt, beschreibt der Beitrag auf Seite 22. Die dort für den Wechsel des Stromlieferanten beschriebenen Stolpersteine gelten analog auch für vergleichbare Portale für Gasversorger.

Einen vermeintlichen Energiesparer, die sogenannte „Voltbox“, haben wir uns für den Beitrag ab Seite 32 näher ange-

sehen. Das kleine Kästchen soll „bis zu 90 Prozent“ der Stromrechnung sparen. So ein Wunderding für 59 Euro kann doch eigentlich nur nutzloser Nepp sein, oder?

Strom und Heizenergie so sparsam wie möglich nutzen, den Versorger wechseln, das sind die Stellschrauben, an denen eigentlich jeder drehen kann. Schwieriger wird es bei den übrigen Energiekosten, denn auch Benzin und Diesel werden stetig teurer. Nicht alle, die täglich zur Arbeit pendeln, können aufs Fahrrad umsteigen. Ob der öffentliche Personennahverkehr eine sinnvolle und kostengünstige Alternative zum eigenen Fahrzeug ist, hängt vor allem vom Arbeits- und Wohnort ab. Mitunter sind Fahrgemeinschaft die einzige Sparmöglichkeit. Oder Sie vereinbaren Homeoffice: Jeder feste Heimarbeitstag pro Woche spart Pendelkosten.

Der Wechsel vom Verbrenner zum E-Auto will ebenfalls gut durchdacht sein. Zum einen ist so ein E-Mobil trotz Förderung immer noch ein teurer Spaß. Zum anderen müssen auch die Rahmenbedingungen stimmen. Ideal wäre ein Ladepunkt vorm eigenen Haus, der über die auf dem Dach befindliche Photovoltaikanlage gespeist wird. Dieser Luxus bleibt zumeist den besser betuchten Eigenheimbesitzern vorbehalten. Eine Solaranlage mit ausreichend dimensioniertem Speicherakku ist schließlich eine große Investition, auch wenn sie aktuell mit günstigen KfW-Krediten gefördert wird.

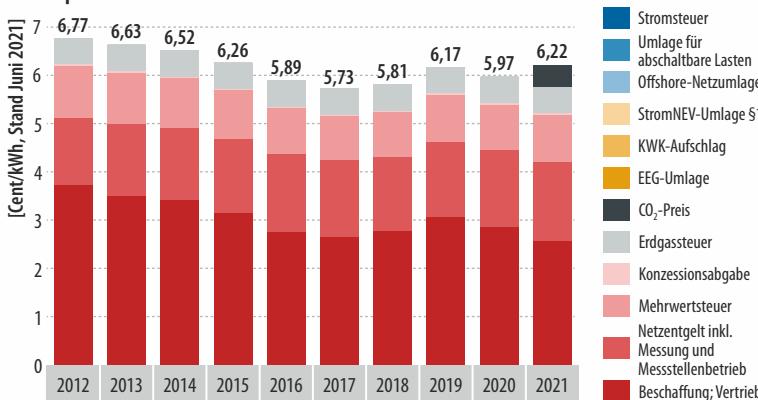
(gs@ct.de) ct

Energiekostenentwicklung

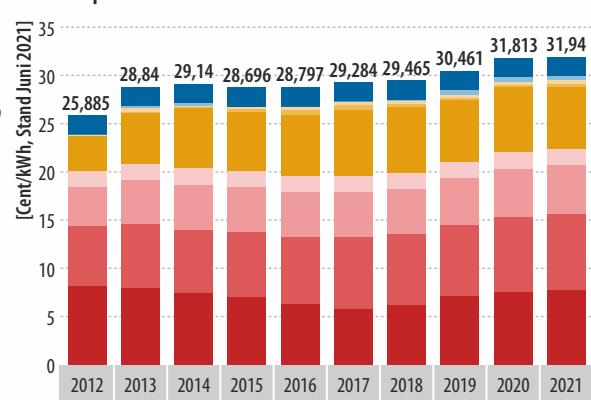
Auch wenn in den Zahlen des BDEW die Entwicklung der Strom- und Gaspreise der letzten Monate noch nicht berücksichtigt sind, zeigen die beiden Grafiken doch recht gut die Entwicklung des Strom- und Gaspreises auf. Interessant ist dabei auch ein Blick auf die vielen Nebenkosten für Strom und Gas. Neben der bei beiden Energieformen abgerechneten Netz- und Messstellenentgelte fällt stets auch eine Konzessi-

onsabgabe und natürlich die Mehrwertsteuer an. Beim Erdgas machen die Erdgassteuer und die nun hinzugekommene CO₂-Besteuerung noch einen nennenswerten Teil des Endpreises aus. Beim Strom fallen als große Kostenblöcke noch die EEG-Umlage und die Stromsteuer an. Betrachtet man nur die Beschaffungskosten, so schwanken diese nur in einem recht engen Rahmen.

Gaspreis



Strompreis



Quelle: BDEW



Bild: Andreas Martini

Doppelplusgut

Energiespartipps im digitalen Umfeld

Ein paar Mausklicks hier und da, schon sinkt die Stromrechnung – leider nur um wenige Euro. Stärker wirken sich kleine Verhaltensänderungen aus, smarte Thermostate und flexible Stromtarife. Doch auch weil Energie sparen und Nachhaltigkeit meist Hand in Hand gehen, lohnen sich die folgenden Überlegungen.

Von Jörg Wirtgen

Die großen Brocken der privaten Energieausgaben lauten üblicherweise Fahrtkosten fürs Pendeln sowie Kosten für Heizung und Warmwasser, gefolgt vom Strom für Kochen, Kühlen und Waschen. Der IT-Gerätepark kommt ziemlich zum Schluss.

Selbst wenn man Unterhaltungselektronik dazu zählt, verursacht Digitaltechnik im Schnitt knappe 30 Prozent der Stromrechnung. Das Einsparpotenzial dürfte davon höchstens ein Viertel betragen – 10 bis 50 Euro pro Monat vielleicht. Doch jede gesparte Kilowattstunde nutzt. Die Kästen auf der folgenden Seite geben Tipps, wie Sie den Strombedarf von PC, Router und vielem mehr reduzieren.

Um die Heizkosten zu verringern, ohne an der Isolierung oder der Heizung selbst etwas ändern zu können, bieten sich smarte Thermostate an. Einen ersten An-

haltspunkt, ob sie sich lohnen, liefert Ihnen die Nebenkostenabrechnung: Bei einem Jahresverbrauch von unter 8 Euro pro Quadratmeter für Warmwasser und Heizung dürften Sie nur geringe Spareffekte erzielen. Doch ab 12 oder spätestens 15 Euro sollten Sie genauer nach den Ursachen forschen – und auch, falls Sie anhand der Nebenkostenabrechnung feststellen, dass Sie weit teurer heizen als der Schnitt des Wohngebäudes.

Durchschnittliche Verbrauchswerte aufgeschlüsselt nach Energieträger und Gebäudegröße stehen beispielsweise auf heizspiegel.de. Dort finden Sie auch weitere IT-unabhängige Tipps, wie Sie die Heizkosten senken. Stellt sich heraus, dass sie überdurchschnittlich teuer heizen, können smarte Thermostate Sie dabei unterstützen, einige dieser Tipps umzusetzen.

Ihr konkretes Sparpotenzial hängt stark vom individuellen Umfeld ab: Je nachlässiger Sie und Ihre Familienmitglieder daran denken, die Heizung nachts, bei geöffneten Fenstern, bei Abwesenheit oder in ungenutzten Räumen herunterzudrehen, desto mehr sparen sie. Die Spanne reicht von jährlich wenigen Euro im kleinen Passivhaus-Appartement bis zu einigen Hundert Euro im schlecht gedämmten Altbau.

Ein smartes Thermostat kostet zwischen 35 und 80 Euro, typischerweise kommen alle ein bis drei Jahre zwei AA-Batterien hinzu. Zudem benötigt man eine Steuerzentrale; sie kostet üblicherweise um 100 Euro und benötigt jährlich um 10 Euro Strom. Einige Zentralen benötigen darüber hinaus ein Abo beim Hersteller, etwa bei Tado sind für bestimmte Komfortfunktionen jährlich 25 Euro fällig.

Günstiger kommen Sie weg, wenn Sie schon eine Smart-Home-Zentrale betreiben. Beispielsweise funken Devolo-Thermostate per Z-Wave; die von AVM verbinden sich per DECT ULE mit vielen Fritzboxen. Die Zentralen von beispielsweise Devolo und eQ-3 wiederum lassen sich zu kompletten Smart-Home-Ökosystemen erweitern. Mehr dazu in unserem c't-Test [1] und auf heise+ [2].

Alternativ oder zusätzlich kann man an die Heizung selbst heran – jedenfalls im eigenen Haus, oder wenn man etwa eine Gastherme in der Wohnung hat; überraschend viele Thermen haben einen Steuerzugang. Dort lassen sich eine Absenkung in der Nacht oder während des Urlaubs mit geringerem Aufwand als an individuellen Thermostaten einstellen. Sie müssen sich aber damit beschäftigen, unter welchen Umständen bei Ihrem Hei-

zungsmodeLL reduzierte Vorlauftemperaturen oder ein Abschalten sinnvoll oder kontraproduktiv sind.

Wer den ganzen smarten Aufwand scheut, mag über programmierbare Thermostate ohne Vernetzung nachdenken. Sie kosten weniger, man muss aber eine feste Nachtabsenkung einzeln eingeben.

Variabler Strompreis

Ein interessanter Ansatz zum Reduzieren der Stromkosten sind Tarife mit stundenaktuellen Kilowattstunden-Preisen, etwa von Awattar und Tibber. Die Anbieter geben die Preise der Strombörse EPEX an die Kunden weiter, die über den Tag um bis zu 20 ct/kWh variieren. Günstige Preise entstehen durch Strom-Überangebote beispielsweise, wenn Windräder und PV-Anlagen bei passendem Wetter viel liefern oder wenn im Winter viel Strom aus büllenden Fernheizkraftwerken übrig ist.

Die Idee hinter den Preisschwankungen ist, dass die Kunden den Betrieb ihrer Großverbraucher auf die billigen Stunden verschieben. Dazu zählen vor allem Elektroautos und Wärmepumpen, aber auch Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler. Somit sind Ersparnisse von vielleicht im Schnitt 15 ct/kWh bei den verschobenen Verbraucher sind realisierbar. Bei E-Fahrzeugen wären das 6 bis 12 Euro pro Ladung, mal mehr, mal weniger [3].

Trockner, Waschmaschine und Geschirrspüler sparen pro Lauf grob geschätzt einige wenige bis maximal vielleicht 50 ct. Soll das automatisch statt per jedes Mal manuell gestelltem Timer passieren, müssen Sie die Technik gegenrechnen, die den verschobenen Start ermöglicht: entweder Smart-Home-gesteuerte Schaltsteckdosen für diejenigen Geräte,

die bei aktivierter Stromzufuhr anspringen können, oder neue Geräte mit Smart-Interfaces wie Miele SmartStart oder Bosch/Siemens Home Connect.

Bei Wärmepumpen ist die Ersparnis schwer einzuschätzen; zudem ist es nicht trivial, Heizung, Stromanschluss und Tarif unter einen Hut zu bekommen.

Der Pferdefuß der variablen Stromtarife: Sie erfordern ein Smart Meter, das den Stromverbrauch stundengenau an den Anbieter meldet und monatlich zwischen 5 und 12,50 Euro Messstellengebühr kostet. Siehe dazu auch ab Seite 26.

Fazit

Mit steigender Verbreitung von Smart Metern dürften solche Stromtarife an Attraktivität gewinnen, und dann dürften auch andere Anwendungen entstehen, vielleicht ein Kühlschrank, der sich während der teuersten Stunden abschaltet.

Aktuell sind Stromtarife direkt von der Börse aber nur bedingt empfehlenswert, auch weil man gegenüber Altverträgen mit garantierten Arbeitspreisen um 30 ct/kWh draufzahlt. Auch deswegen hat Awattar gerade einen Aufnahmestopp für Neukunden verhängt. Zu welchen Konditionen es wieder losgeht, ist unklar.

Die Tipps auf den folgenden Seiten entlasten Ihren Geldbeutel und die Umwelt hingegen sofort. Beim Mindern der Heizkosten helfen smarte Thermostate.

Doch um die Pendelstrecke oder die Heizkosten grundlegend zu reduzieren, müssen Sie umziehen, den Job wechseln, Ihr Haus sanieren oder zumindest mehr im Homeoffice arbeiten – Lebensentscheidungen, bei denen die heimische IT und dieser Artikel nicht helfen können.

(jow@ct.de) ct

Literatur

- [1] Stefan Porteck, Nico Jurran, Helfende Hände, Fünf smarte Heizkörperthermostate zum Nachrüsten, c't 3/2019, S. 86
- [2] Berti Kolbow-Lehradt, Patrick Bellmer, Dirk Weyel, Smarte Heizkörpermodelle im Vergleich: heise.de/-6213906
- [3] Sven Hansen, Smarter laden und sparen, E-Autos laden mit go-eCharger und stundengenauem Tarif, c't 12/2020, S. 94
- [4] Urs Mansmann, Geld zurück, Stromverbrauch im Haushalt optimieren, c't 13/2019, S. 72
- [5] Ernst Ahlers, Effizientes Netzwerk, Tipps fürs energieoptimierte WLAN, c't 13/2019, S. 78
- [6] Nico Jurran, Ulrike Kuhlmann, Sparen im Wohnzimmer, Wie sich der Energieverbrauch von Unterhaltungselektronik mindern lässt, c't 13/2019, S. 82
- [7] Christof Windeck, Christian Wölbert, Streamen ohne Schuldgefühle, c't 6/2020, S. 66



Smarte Thermostate lassen sich an praktisch jeden Heizkörper montieren und dann zentral ansteuern. Je schlechter die Dämmung und je nachlässiger die Bewohner, desto mehr Heizkosten sparen sie.



Strom messen

Wo genau in Ihrem elektrischen Gerätepark die Großverbraucher sitzen, messen Sie am besten selbst nach. Messgeräte in Form von Zwischensteckern kosten unter 20 Euro und messen im kostenrelevanten Rahmen genau genug. Besitzen Sie schon eine Smart-Home-Zentrale, schauen Sie in die Zubehörliste: Beispielsweise ist der AVM FritzDECT 200 für 50 Euro gleichzeitig fernsteuerbare Steckdose und Stromzähler mit digital auslesbarer Statistik. Komfortabler messen Sie mit den auf Seite 26 vorgestellten Smart Metern.

Interessant sind sowohl Spitzenlasten von kurzzeitig laufenden Geräten wie Staubsauger oder Bügeleisen, als auch Dauerlasten von Kühlschrank und Router sowie Standby-Lasten von Ladegeräten oder WLAN-Lautsprechern. Manche unschöne Standby-Überraschung werden Ihnen aber vielleicht auch Stehlampen oder uralte Radiowecker bereiten.

Ein paar Richtwerte für moderne Geräte: Backofen und Herdplatten ziehen 0,5 bis 1,5 kW, Staubsauger, Klimageräte und Elektrorasenmäher um 1 kW. Pro Lauf brauchen Wäschetrockner 1 bis 2 kWh, Waschmaschinen 0,5 bis 1 kWh, Geschirrspüler 0,5 bis 1,5 kWh. Kühl- und Gefrierschränke genehmigen sich pro Tag 0,2 bis 1 kWh.

Viele alte Geräte schlucken das Doppelte oder noch mehr: Messen Sie nach und rechnen Sie, ob eine Neuanschaffung lohnt. Im Allgemeinen ist es allerdings günstiger und nachhaltiger, das alte Geraffel zu betreiben, bis es auseinanderfällt.

Ob Sie hierbei die Kilowattstunde mit dem konkreten Arbeitspreis Ihres Stromanbieters (schließlich bleibt die Grundgebühr gleich) oder mit hoffentlich dystopischen 50 ct berechnen, bleibt Ihnen überlassen. Ein 24 Stunden durchlaufendes Standby-Watt kostet pro Jahr grob das Zehnfache (genauer $\times 8,765$, oder $\times 8$, wenn Sie das Gerät im Urlaub ausschalten).



Leuchten und Smart Home

Ein Smart Home kostet erst mal, statt zu sparen. 100 Euro jährliche Stromkosten sind da schnell beisammen: Die vernetzten Sprachassistenten von Amazon, Apple oder Google benötigen rund 1 bis 5 Watt im Standby. Vernetzte Lampen ziehen permanent etwa 0,2 Watt. Typische Zentralen benötigen 2 bis 6 Watt, sofern sie nicht in den Internetrouter integriert sind, wie bei AVM/Fritzbox und Telekom möglich.

Als Sparfunktion galt anfangs, dass das Smart Home hinter einem das Licht ausschaltet, wenn man den Raum verlässt. Doch das war nur in Zeiten von 300-Watt-Deckenflutern oder birnenreichen Kronleuchtern wichtig, dort amortisieren sich Funksteckdosen oder Funkschalter für den Einbau in die Schalterdose schnell.

Inzwischen lautet die dringende Empfehlung, auf LED-Licht umzusteigen und auch funktionierende Glühbirnen und Halogenlampen auszutauschen – das spart über 80 Prozent ihrer Stromkosten. Seinen Vorrat an ehemals Sparbirnen genannten Leuchtmitteln kann man hingegen noch aufbrauchen. Bei LED-beleuchteten Räumen lohnt sich das automatische Abschalten dann kaum noch [4].

Zudem sollten Sie sich nicht darauf verlassen, dass das Smart Home zuverlässig leere Räume erkennt, um Heizung und Licht auszuschalten. Entweder müssten alle Bewohner ständig Smartphone, Smartwatch oder ein Bluetooth-Beacon bei sich tragen, oder Sie müssten weitere Sensoren wie Bewegungsmelder anschaffen. Komfort und Sparen sehen anders aus.

Den Stromhunger des einen oder anderen Großverbrauchers mag man durch vernetzte Schaltsteckdosen verringern – aber die Steckdosen brauchen selbst auch wieder Strom. Die klassische Mehrfachsteckdose mit Schalter ist die billigere und manchmal sogar intuitivere Lösung.



Router, WLAN, NAS

Internetrouter, WLAN-Repeater, Switches, Powerline-Adapter – alle diese Gerätchen ziehen typischerweise zwischen 5 und 20 Watt, kosten also jeweils einige Dutzend Euro Strom pro Jahr. Es lohnt sich, auszumisten und zu optimieren. Kleine Ausgaben für LAN-Kabel zum Erreichen eines günstigeren Aufstellorts oder für eine RJ45-Kupplung anstatt eines Switches für nur ein Gerät rentieren sich schnell.

An der Routerkonfiguration selbst können Sie wenig optimieren. Das Abschalten des DECT-Moduls in einer Fritzbox sparte in unserem Test nur 0,2 Watt. Die WLAN-Sendeleistung zu reduzieren und die LAN-Ports von Gigabit auf Fast Ethernet zurückzuschalten erwies sich sogar als kontraproduktiv, weil Datenübertragungen länger dauern und die übertragenden Geräte dadurch mehr Strom ziehen. Das Zurückschalten bringt zudem nur ein bis zwei Euro im Jahr [5].

Den Router nachts ganz abzuschalten spart ein paar Euro im Jahr, zieht aber möglicherweise unangenehme Konsequenzen nach sich: Smart-Home-Automatiken könnten versagen, einige Geräte könnten bei stundenlang erfolglosen Internet-Verbindungsversuchen mehr Strom ziehen, Handys verbräten Mobilfunk-Traffic – da gibt es stressfreiere Sparmethoden.

Kleine Netzwerkspeicher (NAS) geben sich bei ausgeschalteten Platten mit 5 bis 10 Watt zufrieden. Wenn Sie per Strommessgerät feststellen, dass Ihr Exemplar stromhungriger ist, schauen Sie in seiner Konfiguration, ob sich die Platten wirklich ausschalten und ob Sie eine Option zum zeitgesteuerten Herunter- und Hochfahren des NAS finden. Ein paar Watt sparen Sie, indem Sie alte Platten gegen SSDs tauschen, aber das lohnt nur, wenn Sie auch spürbar vom Zuwachs an Geschwindigkeit oder Speicherplatz profitieren.



PC und Notebook

Moderne PCs benötigen eingeschaltet im Leerlauf unter 20 Watt, viele Mini-PCs und Notebooks unter 10 Watt. Da kann man sie auch in Arbeitspausen durchlaufen lassen und als Zeitspanne fürs automatische Herunterfahren 60 Minuten oder länger wählen.

Mehr ziehen die Monitore: Moderne mit LED-Hintergrundbeleuchtung kommen bis 27 Zoll mit unter 20 Watt aus, größere benötigen um 30 Watt oder mehr, wenn sie sehr hell eingestellt sind. Ältere Flachschirme mit Kaltkathodenlampen genehmigten sich um 50 Watt, die hoffentlich langsam verschwundenen Röhrenmonitore auch mal über 100 Watt. Den Monitor nach 15 bis 30 Minuten Nichtstun ausschalten, spart also bei älteren Modellen in langen Arbeitspausen ein paar Cent pro Stunde, sie brauchen nach dem Einschalten allerdings einige Sekunden, bis sie ihre volle Helligkeit erreichen. Bei LED-Hintergrundbeleuchtungen spart man zwar weniger Geld, sie sind aber sofort hell.

Komplett herunterfahren braucht man PC und Notebook zumindest aus Stromspargründen nicht, da sie im Ruhezustand so gut wie nichts verbrauchen. Messen Sie aber zur Sicherheit nach und überprüfen Sie bei zu hohem Standby-Verbrauch die BIOS-Einstellungen.

Unangenehme Überraschungen drohen eher bei der Peripherie: Manche Dockingstationen, Drucker, alte Festplattengehäuse oder liebgewonnene Aktivlautsprecher benötigen mehr Strom als der moderne PC. Hier lohnt, unbenutzte Geräte per Schaltsteckdose vom Netz zu trennen. Falls Sie auch den PC über die Schaltsteckdose betreiben, sollten Sie ihn aber doch herunterfahren. Den Tintendrucker sollten Sie am Strom lassen oder am Gerät ausschalten, damit er seine Druckköpfe austrocknungssicher parken kann.



Unterhaltungselektronik

Wie hoch der Standby-Verbrauch Ihrer Unterhaltungselektronik ist, hängt stark von Alter und Konfiguration der Geräte ab – messen Sie nach! Moderne Modelle dürfen laut EU-Richtlinie zwar maximal 1 Watt ziehen, doch einige schaffen das nur mit einem speziellen Standby-Modus, aus dem sie ausschließlich per Einschaltknopf auf der Fernbedienung aufwachen und dann langwierig hochfahren. Der praktikablere Schnellstartmodus benötigt bei den meisten Geräten um 5 Watt, bei einigen wenigen allerdings auch praktisch genauso viel wie der normale Betrieb. Dann ist die längere Wartezeit das kleinere Übel.

Die meisten WLAN-Lautsprecher ziehen um 5 Watt, wenn sie auf Musik per Spotify Connect, AirPlay, Chromecast und Ähnlichem horchen. Es lohnt sich, sie bei mehrtägigen Musikpausen auszuschalten.

Bei einigen AV-Receivern droht eine Falle: Liegt kein Eingangssignal an, gehen sie nicht in den Standby, sondern verbrauchen wie im Betrieb 50 bis 150 Watt. Suchen Sie also nach dem „Auto Standby“ in der Konfiguration. Sinnvoll mag es auch sein, die gesamte AV-Anlage per Schaltsteckdose nur für Sendungen mit ordentlichem Audiospektakel einzuschalten.

Bei modernen Fernsehern hingegen ist von der Schaltsteckdose abzuraten, insbesondere OLEDs führen dann sogenannte Kompensationszyklen durch, um eingebrannte Stellen zu vermeiden. Viele andere Modelle suchen nach dem Ausschalten nach EPG- und Firmware-Updates [6].

Im Betrieb kommen für Fernseher und AV-Anlage einige Hundert Watt zusammen, aber für den Spaß hat man sie sich ja gekauft. Einige AV-Anlagen kennen einen Eco-Modus, indem sie für normale Zimmerlautstärke genug Dampf haben. Auch die Stromsparfunktionen der Fernseher kann man ausprobieren oder manuell die Helligkeit reduzieren.



Streaming und Mobilgeräte

Wenn Sie Filme oder Serien streamen, hängt Ihr privater Stromverbrauch hauptsächlich vom Endgerät ab: Smartphones benötigen 1 bis 3 Watt, Tablets 3 bis 5 Watt und Notebooks 6 bis 20 Watt. Fernseher benötigen je nach Größe und Modell 30 bis über 200 Watt zuzüglich 20 bis 200 Watt für etwaige AV-Anlagen, Soundbars, Zuspielboxen oder DVD-Player. Die Stromaufnahme des Routers spielt hierbei kaum eine Rolle, auch weil Sie ihn ja nicht ausschalten würden, wenn Sie stattdessen ein Buch lesen; ob er nichts tut, SD, HD oder 4K streamt, macht keinen relevanten Unterschied [7].

Am meisten sparen Sie also, wenn Sie möglichst oft auf möglichst kleinen Geräten gucken, und: Beim Neukauf eines Fernsehers tragen Sie den alten lieber nicht in Schlaf- oder Kinderzimmer, sondern verkaufen ihn und bringen die Familie dazu, abseits des Wohnzimmers auf Tablets oder Smartphones zu gucken – falls vorhanden.

Auch beim Arbeiten am Tablet oder Smartphone, statt den PC hochzufahren, spart man ein paar Cent pro Stunde. Falls Sie sich dafür eine Tastatur wünschen, gibt es zwar portable Bluetooth-Tastaturen und für einige Tablets schicke Tastaturhüllen. Doch rein mit Blick auf die gesparten Stromkosten lohnt sich die Anschaffung kaum, sondern Sie sollten das mobile Arbeiten schon als Bereicherung empfinden.

Smartphones und Tablets verbrauchen pro Jahr bei typischer Nutzung keine 10 Euro Strom, viel genutzte 12-Zöller kommen vielleicht auf 15 Euro. Daher lohnt sich die Mühe kaum, sie jede Nacht komplett herunterzufahren.

Die Ladegeräte können Sie inzwischen eingestöpselt lassen, da sie seit 2010 maximal 0,3 Watt im Leerlauf ziehen dürfen – steinalte Ladegeräte sollten Sie allerdings diesbezüglich einmal durchmessen. Ein bisschen ineffizienter lädt man drahtlos.



Bild: Andreas Martini

Strompreisdrücker

Mit Tarifvergleich und Wechselservice das günstigste Stromangebot finden

Die Strompreise kennen derzeit nur eine Richtung: nach oben. Ein Tarifvergleich hilft dabei, den günstigsten Tarif zu finden, ein Wechselservice übernimmt das automatisch und wechselt jährlich zum günstigsten Anbieter. Allerdings müssen Sie höllisch aufpassen, dass der neue Stromtarif am Ende nicht teurer wird als gedacht. Wir helfen dabei.

Von Urs Mansmann und Christian Wölbert

Die Preise an den europäischen Strombörsen rangieren derzeit auf einem Rekordhoch. Das macht den Stromanbietern große Probleme, denn viele müssen den Strom für ihre Kunden dort einkaufen. Wenn sie sich nicht im Voraus über feste Lieferverträge eingedeckt haben, müssen sie am Spotmarkt zukaufen und dort wurde zuletzt zu Spitzenverbrauchszeiten die 200-Euro-Marke pro Megawattstunde (MWh) durchbrochen, umgerechnet auf das übliche Maß für Privathaushalte sind das 20 Cent pro kWh.

Die Stromanbieter machen dadurch kräftige Verluste, denn im Strompreis sind für die Erzeugung im Durchschnitt nur 7,7 Cent pro Kilowattstunde (kWh) einge-

preist. Da der Trend ungebrochen ist, rollt auf die Stromkunden eine Welle von Preiserhöhungen zu. Die werden nicht ganz so drastisch ausfallen wie im Gasmarkt, denn selbst eine Verdopplung des Erzeugerpreises schlägt nur mit rund 30 Prozent auf den Endpreis durch, aber für die betroffenen Kunden kann das durchaus schmerhaft teuer werden.

Richtig vergleichen

Der Strommarkt in Deutschland ist seit vielen Jahren freigegeben. Durch die Wahl des günstigsten Angebots lässt sich eine Menge Geld sparen. Dabei muss man nicht unbedingt auf sogenannten Graustrom aus Kohle- oder Atomkraftwerken setzen. Ökostromanbieter, die nur Strom aus re-

generativen Quellen wie Wasser, Wind oder Solar beziehen und verkaufen, sind im Vergleich gar nicht so teuer. Allerdings ist Ökostrom nicht gleich Ökostrom, siehe Kasten auf S. 25.

Eine Recherche bei allen Stromanbietern wäre ein gigantischer Aufwand, über 1000 Tarife müsste man dazu in Deutschland vergleichen. Tarifvergleichsportale wie Verivox oder Check24 nehmen dem Kunden diese Arbeit ab und pflegen Tarifänderungen in ihre Datenbanken ein, weitere Anbieter solcher Übersichten finden Sie unter ct.de/y6fe.

Wichtig für den Vergleich ist vor allem eine Zahl: Wie viele Kilowattstunden verbrauchen Sie im Jahr? An dieser Stelle sollten Sie sich nicht auf Schätzungen verlassen. Der Stromverbrauch ist von vielen Faktoren abhängig, etwa von Anzahl und Art der Haushaltsgeräte. Wenn Sie auf den Standby-Verbrauch achten und sparsame Geräte anschaffen, können Sie Ihre Stromrechnung erheblich drücken und schonen die Umwelt, siehe S. 18.

Am besten suchen Sie die Abrechnung des Vorjahres heraus und nehmen den tatsächlichen Verbrauch als Anhaltspunkt. Achten Sie aber darauf, dass auch wirklich eine Ablesung zugrunde liegt, denn wenn Sie Ihren Zählerstand nicht gemeldet haben, schätzen viele Energieversorger den Verbrauch – gerne auch großzügig – und kassieren erst einmal weiter Abschläge. Aus dem aktuellen Zählerstand und dem zuletzt gemeldeten können Sie Ihren Verbrauch aber in den meisten Fällen wenigstens näherungsweise ermitteln.

Der Strompreis besteht aus zwei Komponenten: dem monatlichen oder jährlichen festen Grundpreis und dem sogenannten Arbeitspreis, also dem Preis pro Kilowattstunde. Tarife mit hohen Grundpreisen und niedrigen Arbeitspreisen sind bei hohem Verbrauch günstiger, ist das Verhältnis umgekehrt, begünstigt das tenenziell Haushalte mit niedrigem Verbrauch.

Ungünstige Pakete

Einige Anbieter bieten feste Pakete an, die eine bestimmte Zahl Kilowattstunden enthalten. Die sollten Sie äußerst kritisch sehen. Bleibt Ihr Verbrauch unter der angepeilten Marke, bezahlen Sie das Paket nämlich trotzdem. Verbrauchen Sie mehr, berechnen die Anbieter in den meisten Fällen vergleichsweise teure Kilowattstundenpreise. So richtig günstig wird es nur, wenn Sie eine Punktlandung hinlegen.

Ändert sich Ihr Bedarf, beispielsweise weil Sie Elektrogeräte neu beschafft oder ersetzt haben, weil jemand ein- oder auszog oder weil Sie länger abwesend waren, dann wird es für Sie ungünstiger. Solche unflexiblen Tarife nutzen vor allem den Anbieter.

Für den Kunden ist es recht mühsam, Verträge zu kündigen und neu zu schließen. In diese Lücke stoßen einige Anbieter, die das für Sie übernehmen. Sie versprechen, stets den günstigsten Tarif für Sie zu wählen und wann immer sinnvoll neue Verträge zu schließen und alte zu kündigen. In der Theorie klingt das gut, in der Praxis berichten aber viele Kunden von Problemen, von verpassten Kündigungsfristen über ungünstig gewählte Tarife bis hin zu geplatzten Anbieterwechseln, die dann in der teuren Grundversorgung endeten.

Wichtig ist, dass Sie Nachrichten Ihres Versorgers über Preiserhöhungen zeitnah an den Wechselservice weiterleiten, denn Sie sind der Vertragspartner. Der Wechselservice erfährt nicht unbedingt, wenn sich die Konditionen Ihres individuellen Vertrags ändern. Landen Sie bei Nachfragen stets in der Warteschleife oder werden Ihre Nachrichten nicht bearbeitet, sollten Sie überlegen, den Vertrag zu beenden und bei einem anderen Anbieter Ihr Glück zu versuchen – oder den Tarifwechsel selbst in die Hand zu nehmen, was ohnehin der beste Weg zur maximalen Ersparnis ist.

Stromversorger haben am liebsten „träge“ Kunden, die auf Preiserhöhungen nicht reagieren. Rosinenpicker hingegen sind dort nicht gerne gesehen. Kunden, die jährlich ihren Anbieter wechseln, um günstige Tarife und Gutschriften abzustauben, werden mitunter für einen Neivertrag abgelehnt. Die Stiftung Warentest hatte 2019 untersucht, warum Stromanbieter Verträge mit bestimmten Kunden nicht annehmen und empfiehlt Wechsler, ihre Daten beim bisherigen Anbieter löschen oder zumindest sperren zu lassen, damit häufige Wechsel nicht ersichtlich werden. Häufigster Ablehnungsgrund ist aber offenbar ein hoher Stromverbrauch von 6000 kWh im Jahr und mehr.

Risiko Insolvenz

Im Strommarkt sind schon etliche Anbieter in Konkurs gegangen. Ein besonders drastischer Fall war 2011 die Pleite von Teldafax. Das Unternehmen hatte Kunden mit extrem niedrigen Preisen geködert, verlangte allerdings eine hohe Vorauszahl-

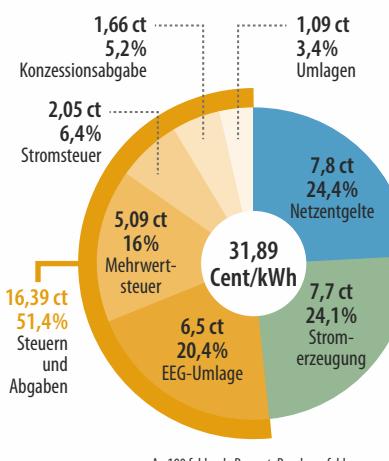
lung. Nachdem 2010 erste Berichte erschienen, dass Teldafax überschuldet sei, stellte das Unternehmen sein Geschäftsmodell zwar um, dennoch waren von der Pleite am Ende rund 700.000 Kunden betroffen. Zu den Insolvenztabellen wurden über 500.000 Forderungen angemeldet, das Insolvenzverfahren läuft derzeit noch. Ob die geprellten Kunden eine Rückzahlung erhalten und wie hoch diese ist, steht in den Sternen.

Gerade die Anbieter besonders günstiger Tarife sind besonders gefährdet, in wirtschaftliche Schieflage zu geraten. Die derzeit massiv steigenden Einkaufspreise könnten das eine oder andere Unternehmen in Bedrängnis bringen. Wie ernst die Lage ist, erkennt man auch daran, dass derzeit viele Stromanbieter keine Neukunden mehr annehmen. Bis sich der Markt wieder stabilisiert hat, lässt sich kein Geld verdienen und mehr Kunden bedeuten mehr Verluste. Für diesen kurzfristigen Vorteil verzichten die betreffenden Anbieter sogar auf Marktanteile.

Auf Vorauszahlungen oder die Stellung einer Kaution sollten Sie sich lieber nicht einlassen. Im schlimmsten Fall geht der Anbieter pleite und das Geld ist weg. Auch über die Vertragslaufzeit gestreckte Bonuszahlungen sollten Sie nicht unbedingt einrechnen, denn auch die können Sie dann nicht mehr geltend machen,

Bestandteile des Strompreises

Nur ein knappes Viertel des Preises zahlen Stromkunden im Durchschnitt für die Erzeugung, ein weiteres Viertel für die Stromnetze. Mehr als die Hälfte entfällt auf Steuern und Abgaben.



Bei der Tarifrecherche, hier die Suchmaske von Verivox, muss man sehr detaillierte Angaben machen, welche Suchkriterien berücksichtigt werden sollen.

wenn die Firma insolvent ist und die Belieferung einstellt. Anders sieht es bei einem Sofortbonus aus, der Ihnen zu Beginn des Vertragsverhältnisses verrechnet wird, das ist ein überschaubares Risiko.

Zu den Vorauszahlungen gehört auch der monatliche Abschlag. Achten Sie beim Vertragsschluss darauf, dass dieser nicht zu hoch ausfällt. Ein zu niedriger Abschlag führt zwar möglicherweise zu einer Nachzahlung, aber das ist das Risiko des Anbieters. Ein Guthaben auf dessen Konto ist hingegen Ihr Risiko. Sogar mit der Zahlungsart können Sie Ihr Risiko verringern: Wenn Sie den monatlichen Abschlag überweisen, können Sie ihn nicht zurückholen. Eine Lastschrift hingegen können Sie bis zu sechs Wochen lang wieder zurückbuchen.

Ärger mit Bonuszahlungen

Mit Bonuszahlungen gibt es immer wieder Ärger. 2017 hatte die Verbraucherzentra-

le NRW den Stromanbieter Almado-Energy verklagt. Der Anbieter hatte die Auszahlung des Neukundenbonus in zahlreichen Fällen unter fadenscheinigen Vorwänden verweigert. Das Gericht stellte fest, dass etliche Klauseln in den allgemeinen Geschäftsbedingungen des Strom-Discounters rechtswidrig waren und den Kunden die Bonuszahlung zusteht (OLG Köln, Urteil vom 5. Mai 2017, Az: 6 U 132/16).

Ein beliebter Trick ist beispielsweise die Belieferungszeit: Der Anbieter verspricht 100 Euro Bonus nach zwölf Monaten Belieferung. Kündigt man zum Ende des ersten Vertragsjahres, zahlt der Anbieter den Bonus nicht aus, weil die Belieferung ja nach Vertragsbeginn startete und deshalb die zwölf Monate nicht erreicht werden. Bonuszahlungen erschweren den ohnehin schon schwierigen Vergleich noch zusätzlich. Je nach Höhe des tatsächlichen Preises und des

Bonus kann es im zweiten Jahr erheblich teurer werden. Auf mittlere und lange Sicht sind Tarife ohne Bonuszahlung oft günstiger.

Nachrichten Ihres Stromversorgers sollten Sie sehr aufmerksam lesen. Einige Anbieter haben eine gewisse Meisterschaft darin entwickelt, Preiserhöhungen, die den Kunden zu einer Sonderkündigung animieren könnten, in Schreiben mit seitenlangem Geschwafel zu verbergen. Eine Faustregel: Erwähnt Ihr Anbieter in einer Nachricht scheinbar beiläufig konkrete Preise, ist das üblicherweise mit einer Preiserhöhung verbunden. Wäre es eine Preissenkung oder blieben die Preise zumindest stabil, würde er Sie sehr viel deutlicher auf diese erfreuliche Nachricht hinweisen.

Grundversorgung

Falls Ihr Vertrag endet und Sie keinen neuen abgeschlossen haben, landen Sie zunächst in der Ersatzversorgung Ihres örtlichen Grundversorgers zu allgemein gültigen Tarifen. Diese gilt für zunächst drei Monate. In dieser Zeit können Sie jederzeit kündigen und einen neuen Stromliefervertrag abschließen, auch beispielsweise einen günstigeren Tarif Ihres lokalen Energieversorgers. Machen Sie nichts, wechseln Sie nach drei Monaten automatisch in die Grundversorgung. Die Preise sind die gleichen, allerdings haben Sie dann eine Kündigungsfrist von zwei Wochen. In diesem Vertrag landen Sie immer automatisch. Es reicht dafür aus, dass Sie Strom verbrauchen. Überraschende Preiserhöhungen gibt es weder in Wahltarifen noch beim Grundversorger. Jede Preiserhöhung muss Ihr Anbieter ankündigen. Sie haben dann ein Sonderkündigungsrecht, egal welche Laufzeit Sie vereinbart haben.

Vor einem Wechsel sollten Sie sorgfältig prüfen, wie viel Sie derzeit bezahlen. Die Preise für Neukunden haben bereits kräftig angezogen. Möglicherweise ist Ihr derzeitiger Tarif günstiger als alles, was gerade angeboten wird. Das wird natürlich nicht ewig so bleiben, eine Preiserhöhung könnte beispielsweise schon zum Jahresende erfolgen, aber den Vorteil sollten Sie noch mitnehmen, so lange es geht.

Bei den derzeitigen Preisschwankungen sollten Sie keine langen Vertragslaufzeiten wählen. Wenn die Strompreise wieder fallen, hängen Sie sonst in einem womöglich zu teuren Vertrag fest. Anders

sieht es mit einer Strompreisgarantie aus: Damit verspricht der Anbieter einseitig, dass er den Preis nicht erhöht. Die Garantie bezieht sich aber nur auf den Leistungspreis, steigen sonstige Steuern und Abgaben, die rund drei Viertel des Strompreises ausmachen, darf er das trotz Garantie an den Kunden durchreichen. Optimal für Sie ist ein Tarif mit kurzer Laufzeit und langer Preisgarantie.

Fazit

Die Wahl des richtigen Stromanbieters kann die Haushaltstasse spürbar entlasten und mit der Wahl eines Ökotarifs mit anspruchsvollen Umweltregeln kann man die Energiewende zumindest ein wenig mit vorantreiben. Tarife sollten Sie aber sehr sorgfältig vergleichen, denn Stromanbieter sind sehr gut darin, zahlreiche Fußangeln für ihre Kunden aus-

zulegen. Von Tarifen mit festen kWh-Paketen und Vorauszahlung sollten Sie lieber die Finger lassen. Einer kleinen Ersparnis steht ein unverhältnismäßig großes Risiko gegenüber, am Ende doch zu viel zu zahlen oder gar einen größeren Verlust einzufahren. (uma@ct.de) **ct**

Vergleichsportale und Wechselagenturen: ct.de/y6fe

Ökostrom-Label: ein bisschen grüner

Auf Vergleichsportalen wimmelt es vor Ökostrom-Siegeln, die klimafreundliche Energie versprechen. Um sie einordnen zu können, muss man ein paar Hintergründe kennen.

Auffällig ist zunächst, dass einige Ökostromtarife günstiger sind als normale Tarife. Zum Beispiel listete Check24 Anfang November Ökotarife für einen Bedarf von 2500 kWh zu Preisen ab 71 Euro im Monat. Der günstigste Normaltarif kostete 75 Euro.

Das wirkt so, als könne man mit der Wahl eines Ökotarifs das Klima schützen und dabei gleichzeitig auch noch Geld sparen. Allerdings handelt es sich bei günstigen Ökotarifen in der Regel um Etiketenschwindel: Um Ökostrom anzubieten, müssen Unternehmen lediglich sogenannte Herkunfts nachweise beschaffen. Kauft ein Anbieter einen Herkunfts nachweis für eine MWh aus einem Wasserkraftwerk, kann er damit eine MWh Ökostrom vermarkten, auch wenn er seinen Kunden physisch Kohlestrom liefert.

Dem Klima ist damit nicht geholfen. Die Herkunfts nachweise stammen typischerweise aus Altanlagen, die so oder so Strom produzieren. Herkunfts nachweise aus Deutschland gibt es kaum, weil hiesige Stromerzeuger in der Regel bereits die gesetzliche EEG-Förderung kassieren. Eine zusätzliche Vermarktung als Ökostrom ist gesetzlich verboten.

Trotzdem gibt es in Europa mehr als genug billige Herkunfts nachweise für Ökostrom, vor allem aus skandinavischen und österreichischen Wasserkraftwerken. Das Umweltbundesamt schätzt die typischen Kosten im Jahr 2018 auf 1 bis 3 Euro

pro MWh, also 0,1 bis 0,3 Cent pro kWh. Das erklärt, warum Ökostromtarife günstiger sein können als konventionelle.

Laut der Analyse des Umweltbundesamts machten skandinavische Kraftwerksbetreiber außerdem nur 2 bis 4 Prozent ihres Gesamtumsatzes mit Herkunfts nachweisen. Ein Anreiz für den Bau neuer Anlagen sei das nicht. Mit günstigen Ökostromtarifen treibt man also die Energiewende gar nicht bis kaum voran.

An diesem Problem ändern auch die Ökostrom-Siegel nur wenig, mit denen viele Anbieter werben:

- Für das weit verbreitete Siegel „Geprüfter Ökostrom“ des TÜV Nord müssen 33 Prozent der Herkunfts nachweise aus Anlagen stammen, die jünger sind als sechs Jahre. Alternativ können Anbieter 0,25 Cent pro kWh in neue Anlagen für erneuerbare Energien investieren.
- Beim Siegel „EE01“ des TÜV Süd müssen 30 Prozent des Stroms aus maximal drei Jahren alten Anlagen stammen. Alternativ stecken Anbieter 0,2 Cent pro kWh in Fonds „zur Förderung regenerativer oder innovativer Energieprojekte“.
- Voraussetzung für das Siegel „ok-Power“ ist, dass ein Drittel der Nachweise aus Anlagen stammt, die maximal acht Jahre alt sind. Darüber hinaus müssen die Anbieter 0,2 bis 0,3 Cent pro kWh für Energieprojekte ausgeben (zum Beispiel für Effizienzmaßnahmen) oder Neuanlagen fördern. Der Anbieter darf

nicht an Kern- oder Braunkohlekraftwerken und nicht an jungen Steinkohlekraftwerken beteiligt sein.

- Der Ausschluss von Kern- und Kohlekraftwerken gilt auch beim Siegel „Grüner Strom“. Außerdem müssen Anbieter hier 0,5 Cent pro kWh in den Ausbau erneuerbarer Energie investieren und tatsächlich Ökostrom beziehen – Herkunfts nachweise allein reichen nicht aus.

Die Kriterien von ok Power und Grüner Strom sind also strenger als die der TÜV-Gesellschaften. Die Verbraucherzentralen und das Umweltbundesamt empfehlen deshalb nur diese beiden Siegel. Außerdem heben Check24 und Verivox Tarife hervor, die eines dieser Siegel aufweisen: als „Öko Nachhaltig“ beziehungsweise „ökoPLUS“.

Allerdings sollte man im Hinterkopf behalten, dass dank der Siegel bestens 0,5 Cent pro kWh in den Ausbau erneuerbarer Energien fließen. Zum Vergleich: Die staatliche EEG-Umlage, die ebenfalls dem Ausbau der Erneuerbaren dient, liegt aktuell bei 6,5 Cent und künftig bei 3,7 Cent pro kWh. Der Zusatznutzen durch die Ökosiegel ist also überschaubar.



Christina Wallraf, Energieexpertin der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, sieht ok Power und Grüner Strom als „Orientierungshilfe“. Noch wichtiger als die Wahl eines solchen Tarifs findet sie aber andere Maßnahmen: „Man sollte im Alltag Energie sparen und, wenn möglich, selbst Energie erzeugen, zum Beispiel mit einer Solaranlage.“ (cwo@ct.de)

Zählerwanderung

Smarte Stromzähler, Online-Auswertung und neue Tarife

Stromzähler mit sekunden- genauer Auswertung über das Internet helfen beim Aufspüren von Optimierungspotenzial und machen flexible Stromtarife erst möglich. Notwendig ist dafür, den alten Zähler des Grundversorgers durch ein vernetztes Modell zu ersetzen und dabei die Rechtslage zu kennen.

Von Jan Mahn

Früher war Stromversorgung in Deutschland einfach: Die lokalen Stadtwerke stellten das Netz, lieferen den Stromzähler und den Strom. Im Jahr 1998 änderte sich das mit dem „Gesetz zur Neuregelung des Energiewirtschaftsrechts“: Seitdem kann jeder Haushalt selbst wählen, bei welchem Stromanbieter er die Energie beziehen will. Im Amtsdeutsch heißen die Anbieter Elektrizitätsversorgungsunternehmen, bei der Bundesnetzagentur sind derer 1430 in Deutschland bekannt. Wie Sie in dieser Vielfalt den Überblick behalten und einen für Sie geeigneten Tarif finden, erfahren Sie ab Seite 22.

Im Jahr 2016 wurde es mit dem „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende“ und dem „Messstellenbetriebsgesetz“ noch etwas komplizierter. Seitdem kann man sich nicht nur den Stromlieferanten aussuchen, sondern auch den Messstellenbetreiber, also das Unternehmen, das den Zähler stellt. Nach Auskunft der Bundesnetzagentur sind mindestens 862 solcher Anbieter bekannt, die meisten bieten ihre Dienste lokal an, manche sind auch bundesweit aktiv. Doch warum sollte man den Lieferanten des Zählers wechseln, wenn man davon ausgeht, dass alle Gerä-

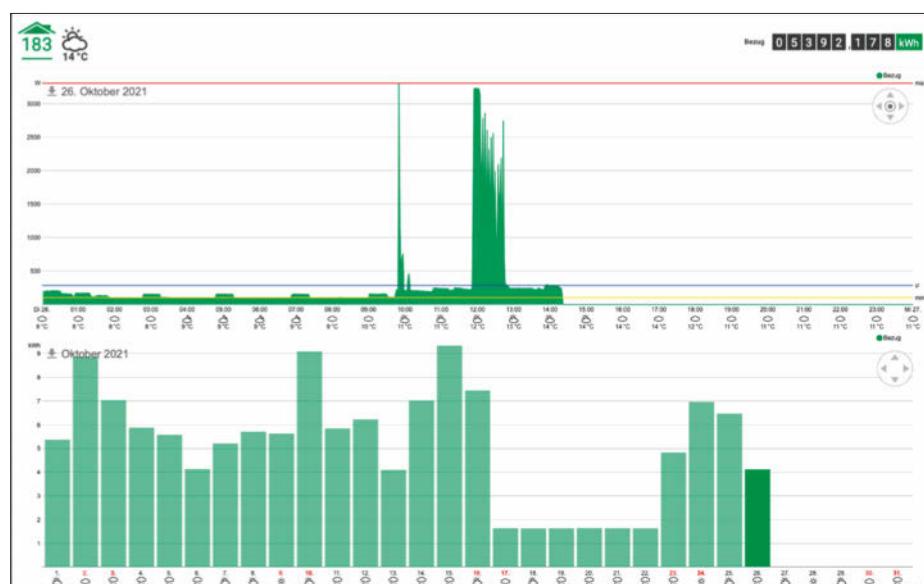
te denselben Normen entsprechen, ge eicht sind und innerhalb eines Toleranz- bereichs in etwa dasselbe messen? Die Zähler unterscheiden sich durch Ihre Fähigkeit, die Messwerte auf digitalem Wege weiterzugeben. Um zu verstehen, warum sich ein anderer Messstellenbetreiber lohnen kann, obwohl der Grundver- sorgung schon einen digitalen Zähler ein- gebaut hat, zunächst ein Überblick über die verwirrenden Begrifflichkeiten.

Die alten analogen Zähler mit der dre- henden Scheibe heißen Ferraris-Zähler, benannt nach dem Italiener Gallileo Ferraris. Die sollen bis 2032 gänzlich aus den Kellern der Republik verschwinden und durch eine „moderne Messeinrichtung“ (mMe) ersetzt werden; so will es das Gesetz. Das Jahr 2032 hat man im Jahr 2016 nicht ganz zufällig gewählt – analoge Stromzähler wurden für 16 Jahre geeicht, die zuletzt ver- bauten analogen Kameraden müssen 2032 also in jedem Fall verschwinden. Wenn Sie nichts weiter unternehmen, wird sich in den nächsten Jahren mit Sicherheit Ihr

Grundversorger melden und einen Termin für den Tausch ausmachen. Wenn Sie die Eichfrist auf Ihrem Gerät ablesen, wissen Sie genauer, wann es spätestens soweit sein wird, drei Monate vor dem Umbau müssen Sie informiert werden.

Dass die neuen Zähler digital sind, bedeutet aber zunächst keinen Komfort- gewinn. Um den Anforderungen zu ent- sprechen, müssen sie nur den aktuellen Zählerstand und Tages-, Wochen-, Mo- nats- und Jahreswerte vor Ort auf einem Display anzeigen können. Zum Ablesen muss weiterhin ein Ableser kommen oder der Kunde muss selbst ran – und weil die kleinen Displays verschiedene Werte nacheinander anzeigen, ist das Ablesen sogar komplizierter als bei den guten alten analogen Anzeigen. Dennoch darf der An- bieter Ihnen Geld für den digitalen Zähler abknöpfen, gestaffelt nach Jahresver- brauch: Bis 3000 kWh im Jahr zum Bei- spiel 30 Euro, bis 6000 kWh sind es sogar 60 Euro.

Komfortabler als vorm Umbau wird es erst, wenn der Messstellenbetreiber auf die moderne Messeinrichtung ein soge- nanntes Smart-Meter-Gateway auf- schraubt. Ein solches liest die Messwerte vom digitalen Zähler über eine optische Schnittstelle aus und kann sie per Netz- werk kabel oder Mobilfunk an den Betrei- ber schicken – dort kann der Kunde min- destens Viertelstundenwerte, teilweise auch minütlich aktualisiert den Zähler- stand und teilweise auch die aktuelle Leis- tung in Watt einsehen. Die Kombination



Ist der Backofen wirklich aus? Ein schneller Blick unterwegs aufs Handy gibt Gewissheit, solche Geräte fallen in der Tagesstatistik auf.

aus der modernden Messeinrichtung und dem Smart-Meter-Gateway heißt „intelligentes Messsystem“ (iMSys). Ein solches bekommen gewöhnliche Haushalte in den allermeisten Fällen nicht verpflichtend, sondern nur, wenn sie sich darum bemühen. Wer seine Verbrauchsgewohnheiten nicht mit Dritten teilen will, muss aktuell keine Angst vor einem aufgezwungenen „Schnüffelzähler“ haben, wie die iMSys in manchen Kreisen genannt werden. Verpflichtend sind die Smart-Meter-Gateways erst, wenn Sie mehr als 6000 kWh im Jahr konsumieren. Und auch dort gibt es noch etwas Aufschub, nachdem ein Gericht geurteilt hatte, dass die Geräte auf dem Markt nicht rechtskonform seien. Das Gesetz wurde jetzt geändert, die Grundversorger schieben den verpflichtenden Einbau noch etwas vor sich her.

Freiwilliges Smart-Meter-Gateway

Wenn Sie als Durchschnittshaushalt von der schönen neuen Welt profitieren und freiwillig einen auslesbaren Stromzähler als Komplett paket mit Online-Plattform möchten, können Sie sich zunächst an Ihren Grundversorger wenden und nachfragen, ob er vernetzte Modelle im Programm hat, welche Funktionen die Online-Auswertung bietet und was die Messstelle kostet; für freiwillige Wechsler gelten allerdings die oben beschriebenen Preisgrenzen nicht.

Es gibt aber auch deutschlandweit agierende Messstellenbetreiber, die intelligente Messsysteme anbieten – mit Online-Plattform, API-Zugriff und diversen Zusatzfunktionen. Zu einem solchen dürfen Sie wechseln, ohne sich mit Ihrem Vermieter, dem Netzbetreiber oder dem Stromlieferanten auszutauschen. Das Gesetz gibt Ihnen die freie Wahl.

Ausführlich über mehrere Jahre ausprobiert haben wir das Angebot des Anbieters Discovergy. Für 100 Euro im Jahr bekommen Sie einen vernetzten Zähler, der auf unterschiedlichen Wegen seine Daten an das Portal im Internet schicken kann. Die monatliche Messstellengebühr von etwa 5 Euro an Ihren Grundversorger für sein nicht vernetztes Gerät fallen dann weg.

Im besten Fall können Sie eine Netzwerkverbindung per Kabel stellen. Dann kann der Zähler ohne Zusatzkosten im Sekundentakt Daten verschicken – das ist die Voraussetzung für eine ganz nette Funktion: Discovergy nutzt Algorithmen, die in den Daten Verbrauchsmuster typischer Geräte



Wenn der Zähler sekündlich Werte schickt, kann Discovergy anhand gängiger Verbrauchskurven Geräte erkennen und ihre Kosten errechnen. Das hilft bei der Entscheidung, ältere Geräte auszutauschen.

erkennen, so zum Beispiel Kühleräte identifizieren und ihre Kosten aufschlüsseln. In unserem Fall musste das Netzwerk aus der Wohnung vier Stockwerke tief zum Zähler transportiert werden. Dazu installierte der Techniker eine Steckdose im Zählerschrank und platzierte je einen dLAN-Adapter am Zähler und in der Wohnung (zur Sicherheit bekam der Zähler von uns ein separates Gastnetzwerk). Nach drei Jahren Betrieb kann man resümieren: Das klingt verwegener, funktioniert aber absolut reibungslos. Klappt eine solche Vernetzung nicht, kann man bei Discovergy verschiedene Mobilfunk-Optionen dazubuchen.

Braucht man das?

Die Online-Auswertung ist im Alltag nützlicher, als man das zunächst erwartet. Die leidige Frage auf dem Weg in den Urlaub, ob Elektroherd, Wasserkocher und Bügeleisen abgeschaltet sind, kann man mit einem kurzen Blick aufs Verbrauchsdigramm im Handy-Browser qualifiziert beantworten – ein vergessenes Heißgerät fällt in der Kurve auf. Das Discovergy-Portal kann allerlei Diagramme anzeigen und zum Beispiel Tageswerte, Verlaufskurven und Vergleiche mit der Vergangenheit visualisieren. Für Bastler gibt es ein API, über das man die Werte per HTTP sammeln und selbst verarbeiten kann. Auch die näherungsweise Gerätekennung ist nützlich und scheint plausibel.

Zum Ausprobieren der Funktionen gibt es einen Demo-Zugang bei Discovergy (siehe ct.de/ydur).

Neue Tarife

Die kleinteilige Auswertung per Smart-Meter-Gateway kann nicht nur aufschlussreich für den Nutzer sein, sie macht auch neue Stromtarife mit flexiblen Kosten möglich – so richtig durchgesetzt haben die sich aber noch nicht. Sehr früh hat der

kleine Anbieter Awattar diese Nische erkannt und einen Tarif mit dem Namen Hourly erfunden. Die Idee: Man zahlt keinen fixen Preis pro Kilowattstunde, sondern jede Stunde einen anderen, abhängig von den aktuellen Preisen an der Strombörse. Abgerechnet wird jeden Monat, es gibt also keine Vorauszahlungen und bösen Überraschungen. All das motiviert dazu, lieber nachts die Wäsche zu waschen und die Spülmaschine abzufahren; Stromsparen wird zu einem sportlichen Wettkampf gegen das Vormonats-Ich. Manchmal ist der Börsenpreis nachts sogar negativ, sodass man nur Netzentgelt und Umlagen zahlen muss. Grundsätzlich gilt: Je weniger durchschnittlich das eigene Verhalten ist, desto mehr spart man, weil man den teuren Phasen aus dem Weg geht. Wer dagegen jeden Tag pünktlich um 12 Uhr elektrisch kochen will, zahlt in diesem Zeitraum mehr. Der Haken am Angebot von Awattar: Aktuell nimmt das Unternehmen keine neuen Kunden an.

Fazit

Vom digitalen Stromzähler Ihres Grundversorgers können Sie in den meisten Fällen keine Unterstützung beim Auswerten und Sparen erwarten, die „modernen Messeinrichtungen“ sind digital, aber stumm. Wenn Sie eine schicke Auswertung als Komplett paket wünschen, müssen Sie dafür etwas mehr zahlen. Eine grafische Auswertung im Browser ist nicht lebensnotwendig, aber durchaus nützlich im Alltag – je nach Gewohnheit kann sie zum Sparen motivieren. Ein richtig großer Gewinn wären die neuen Zähler aber erst, wenn mehr Anbieter flexible Tarife anbieten und mehr Verbraucher den günstigen Nachtstrom nutzen. (jam@ct.de) ct

Gesetzestexte und vorgestellte Angebote: ct.de/ydur



Bild: Andreas Martini

Selbstableser

Heizkostenverteiler, Gas- und Wasserzähler per Funk auslesen

Die Energiepreise steigen aktuell – wie teuer der Winter genau wird, erfahren Mieter von Wohnungen mit Zentralheizung aber erst nach der nächsten Jahresrechnung. Zu besseren Prognosen kommen Sie, wenn Sie die Messwerte abfangen, die die Heizkostenverteiler regelmäßig per Funk an den Auswerter schicken. So schneiden Sie den Funkverkehr mit.

Von Jan Mahn

Die Heizkostenabrechnung, eines der letzten ungelösten Rätsel der Menschheit – so kommt es zumindest Mietern vor, die alljährlich die klein-

gedruckte Abrechnung in Händen halten. Dabei soll das Verfahren mehr Gerechtigkeit schaffen: Statt die gesamten Heizkosten gleich auf alle Wohnungen oder nach Quadratmetern aufzuteilen, installieren Hausverwaltungen und Vermieter an allen Heizkörpern sogenannte Heizkostenverteiler. Früher nannte man die noch Verdunster, heute arbeiten die Geräte digital: Ausgestattet mit einer Batterie und zwei Temperatursensoren messen die neuen Heizkostenverteiler die Temperatur auf ihrer Innen- und der Außenseite, also am Heizkörper und im Raum. Aus der Temperaturdifferenz ermitteln sie Verbrauchseinheiten.

Am Ende des Jahres kann der Vermieter die Gesamtkosten fürs Heizen im ganzen Haus durch die Anzahl aller von den Geräten gemessenen Einheiten teilen und

erhält so einen Preis pro Einheit. Jeder Mieter zahlt dann für die Einheiten seiner Heizkörper. Eigentlich einfacher Dreisatz, aber mit Tücken – diese werden in der Norm DIN EN 834 behandelt (zu finden über ct.de/ys9f). Rechtliche Grundlage für dieses Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung (HeizkostenV), ebenfalls nachzulesen über ct.de/ys9f.

In der ersten Entwicklungsstufe der digitalen Heizkostenverteiler war die einzige Schnittstelle, um an die Messwerte zu kommen, eine einfache einzeilige 7-Segment-Anzeige. Zu einem Stichtag fanden die Mieter entweder den Zettel „Der Ableser kommt. Seien Sie bitte in der nächsten Woche zwischen 7 und 17 Uhr zu Hause“ im Briefkasten, oder mussten mühsam selbst die Werte abschreiben.



che einzeilige 7-Segment-Anzeige. Zu einem Stichtag fanden die Mieter entweder den Zettel „Der Ableser kommt. Seien Sie bitte in der nächsten Woche zwischen 7 und 17 Uhr zu Hause“ im Briefkasten, oder mussten mühsam selbst die Werte abschreiben.

Kontaktlos ablesen

Sollten Sie Heizkostenverteiler an Ihren Heizkörpern, aber noch nie Kontakt mit einem Ableser gehabt haben, können die Geräte sich aller Wahrscheinlichkeit nach per Funk artikulieren. Zum Empfang nutzen die Ablesefirmen, die diese Dienstleistung im Auftrag von Hausverwaltungen und Vermietern anbieten, zwei Verfahren: Im einfacheren Fall kommt nach dem Stichtag ein Ableser mit einem mobilen Lesegerät ins Treppenhaus und sammelt dort die gefunkten Werte aller Sensoren ein. Dieses Verfahren heißt bei den Ablesefirmen Walk-by. Alternativ gibt es auch stationäre Gateways, die das ganze Jahr im Treppenhaus oder an anderer zentraler Stelle hängen. Sie sammeln die Messwerte und schicken sie regelmäßig über das Internet an den Auswerter. Seit Oktober 2020 sind fernauslesbare Geräte auch kein Luxus mehr, sondern Pflicht: Gemäß der Energieeffizienzrichtlinie der EU (EED) dürfen nur noch funkende Sensoren neu eingebaut werden, bestehende Altgeräte ohne Funk müssen spätestens am 1. Januar 2027 verschwunden sein.

Das Funken und Fernauswerten ist praktisch für Vermieter und Dienstleister, als Mieter hat man vom Datenschatz dagegen wenig. Dabei wäre es doch schön zu wissen, zu welchen Tages- und Nachtzeiten welcher Heizkörper wie viele Verbrauchseinheiten verursacht und wann es wie warm ist. Mit einer solchen Datengrundlage, anschaulichen Diagrammen und daraus abgeleiteten Sparmaßnahmen ließe sich der Verbrauch optimieren. Ab dem 1. Januar 2022 wird die Rechtslage, ebenfalls im Rahmen der EED, für Mieter zumindest etwas besser: Sie bekommen einen Anspruch auf monatliche Zwischenberichte zum Verbrauch, sofern bereits Funksensoren installiert sind. Das ist besser als eine Jahresabrechnung und soll zum Sparen motivieren, ist für private Datenauswertung, systematische Optimierung und Einbindung ins Smart Home aber nicht genug.

Wir fragten bei Techem, einem der großen Anbieter in Deutschland nach, wie Kunden zukünftig an die Daten kommen. Das Walk-by-Verfahren mit Ableser im Treppenhaus werde zukünftig verschwinden und durch ein Gateway ersetzt. Wenn die Kunden dem Vermieter ihre Mailadresse mitteilen, bekommen sie Zugriff auf einen Onlinedienst für monatliche Übersichten im PDF-Format. Eine kleinteiligere Aufschlüsselung der Daten sei aktuell nicht geplant.

Auf Hilfe von Vermieter und Auslesefirma kann man bei solchen Smart-Home-Extrawünschen nicht vertrauen und muss selbst Hand anlegen – Zeit für etwas Funkprotokollanalyse, einen Raspi und Open-Source-Software. Selbst wenn die eigene Wohnung nicht mit kompatiblen Geräten ausgestattet ist, ist das ein interessanter Ausflug in die Themen Funkübertragung und Datensicherheit im Äther.

Der OMS-Standard

Die Suche nach den verschollenen Messpunkten beginnt im Datenblatt. In zahlreichen Dokumenten unterschiedlicher Hersteller, die wir stichprobenartig ausgewertet haben, fanden wir überall eine Frequenz im Bereich um 868 MHz. Dort darf jeder ohne Anmeldung Daten funkeln, der Bereich ist für Signale sogenannter „Short Range Devices“ (SRD) reserviert, die im Umkreis von wenigen Dutzend Metern empfangen werden. Die gute Nachricht: Auch wenn die Auslesefirmen in diesem zuteilungsfreien Frequenzbereich funktechnisch alles anstellen könnten, was die Allgemeinzuteilung erlaubt (maximal 25 Milliwatt Sendeleistung, maximal 1 Prozent zeitliche Nutzung pro Gerät), gibt es einen Standard, an dem viele Hersteller von Heizkostenverteilern mitgearbeitet haben und den sie – mit Abweichungen – auch einhalten.

Der gemeinsame Standard heißt Open Metering System (OMS) und Mitglied im Verein „OMS-Group e. V.“ sind unter anderem die großen Ablesefirmen und Hersteller von Geräten wie Itron, Techem oder Qundis. Wenn Sie Ihren Hersteller oder Anbieter in der Mitgliederliste (siehe ct.de/ys9f) finden, stehen die Chancen gut, dass Sie mit überschaubarem Aufwand an die Daten kommen.

OMS definiert nur die Anwendungsschicht und arbeitet mit Funkübertragung über das Verfahren „Wireless M-Bus“ (wMBus), beschrieben in der Norm EN 13757-4

(siehe ct.de/ys9f). Und dort sind mehrere Betriebsmodi für unterschiedliche Anwendungsfälle definiert: Auf 868,3 MHz funkeln Sender in den Modi S1 und S2 mit gemütlichen 32,7 Kbit/s. Das S steht für „stationary“, es wird also ein stationärer Empfänger im Treppenhaus erwartet. Daher senden die Geräte nur einige Male am Tag. Der Modus S1 ist unidirektional, im Modus S2 kann das Gerät nach dem Senden einer Nachricht auf eine Antwort warten. Zum Kodieren der Informationen kommt sogenanntes Manchester-Encoding zum Einsatz (mehr dazu auf S. 30), das so einfach ist, dass es auch günstige und alte Chips beherrschen. Im Gegenzug dauert jede Übertragung mit diesem Verfahren etwas länger, was den Akku der Sender belastet.

Die Modi T1 und T2 (ebenfalls unidirektional) arbeiten bei 868,95 MHz, hier wird aber keine stationäre Empfangsstation erwartet. Damit der menschliche Ausleser nicht einen ganzen Arbeitstag mit dem mobilen Empfänger im Treppenhaus verbringen muss, bis alle Pakete ins Netz gegangen sind, senden die Geräte hier regelmäßig im Abstand von wenigen Minuten. Teilweise werden die Hersteller hier auch kreativ, um die Batterie zu schonen. In den Datenblättern fanden wir zum Beispiel bei Qundis einen Betriebsmodus, in dem nur zwischen 8 und 18 Uhr regelmäßig gesendet wird.

Die von OMS bevorzugten und als zukunftsweisend markierten Modi heißen C1 und C2 (für „compact“) bei 868,95 MHz. Dort funkeln die Geräte mit zügigen 100 Kbit/s und nutzen das Verfahren „Non-Return to Zero“ (NRZ).

Wie die Daten aussehen, beschreibt OMS in mehreren Dokumenten und liefert auch ausführliche Beispiele (siehe ct.de/ys9f). Jede Nachricht beginnt mit Metadaten, dem „Data Link Layer“. In 10 Bytes übertragen die Geräte unter anderem einen Code für den Hersteller, ihre ID in Form einer achtstelligen Dezimalzahl und ihren

Was tun bei Fußbodenheizungen?

Heizkostenverteiler sind kein Allheilmittel für alle Situationen, sondern nur für den klassischen Heizkörper an der Wand gedacht. Bei Fußbodenheizungen funktionieren sie zum Beispiel nicht, und auch bei kombinierten Heiz- und Kühlsystemen sind sie machtlos und nicht zugelassen. Für solche Fälle gibt es Wärme- und Kältezähler und auch kombinierte Zähler, die in den Kreislauf eingebaut werden und messen, was an ihren Fühlern vorbeifließt. Was dieser Artikel für die am weitesten verbreiteten Heizkostenverteiler beschreibt, gilt auch für viele solcher Geräte: Auch sie funkeln ihre Messwerte und nutzen häufig denselben Übertragungsstandard.

```
version: "3.8"
services:
  wmbusmeters:
    image: weetmuts/wmbusmeters:latest-armhf
    container_name: wmbusmeters
    restart: always
    privileged: true
    volumes:
      - ./data:/wmbusmeters_data
      - /etc/ localtime:/etc/
  localtime:ro
  - /dev/:/dev/
```

Wmbusmeters hat zahlreiche Abhängigkeiten, die man alle selbst kompilieren müsste. Mit einer Docker-Compose-Zusammenstellung sparen Sie sich den Aufwand.

Typ. Ein Heizkostenverteiler meldet sich zum Beispiel gemäß OMS-Spezifikation mit dem Code 08h, Wasserzählern ist der Code 07h zugeteilt. Zentraler Teil aller Nachrichten ist der „Application Layer“, der die Nutzdaten enthält. Hier gibt es die erste schlechte Nachricht für alle, die die Daten gern abfangen und selbst nutzen möchten: Es ist möglich, aber nicht verpflichtend, die Nutzdaten mit AES-128 symmetrisch zu verschlüsseln. Das ist nicht mehr der letzte Schrei, aber noch immer so sicher, dass Sie keine Chance haben, an die Daten zu kommen, wenn Ihr Anbieter verschlüsselt und Ihnen den Schlüssel nicht überlässt.

Inhaltlich sind, je nach Messgerät, sehr viele Spezialfälle für Datenpakete spezifiziert – für Heizkostenverteiler relevant sind die verbrauchten Einheiten ab einem Stichtag (und das Datum des Stichtags). Auch historische Werte (zum Bei-

spiel für die letzten Monate) können übertragen werden. Zusätzlich können die Hersteller weitere Daten übertragen – einige Heizkostenverteiler schicken zum Beispiel die aktuell gemessenen Temperaturen mit, für die eigene Auswertung ist das ein Geschenk.

Funk auswerten

Mit diesem Wissen könnten Sie sich jetzt an die Analyse der Datenpakete Ihrer Sensoren machen – angesichts der vielen möglichen Daten, die in den Geräten stecken können, ist aber einiges an Erfahrung und Reverse-Engineering-Arbeit nötig, um verwertbare Daten aus den Paketen zu ziehen.

Dankenswerterweise haben andere schon Vorarbeit geleistet. Bereits seit 2017 arbeitet der Entwickler Fredrik Öhrström an der kleinen Software Wmbusmeters, die S1-, T1- und C1-Telegramme von OMS-Sendern auswertet und als JSON-Objekte zurückgibt. Zusammen mit einer wachsenden internationalen Community, die ihn mit Datentelegrammen verschiedener Sensoren versorgt, hat er Übersetzer für viele Geräte in die Software eingebaut. Darunter sind auch die Heizkostenverteiler, Wasseruhren und Wärmezähler der großen deutschen Anbieter.

Verschiedene Empfänger-Hardware kommt für die 868-MHz-Signale infrage und wird von Wmbusmeters unterstützt. Beste Wahl aus unserer Sicht sind Sticks mit dem Chip RTL2832U, die unter dem Namen RTL-SDR mit Antenne ab 45 Euro auf Handelsplattform von deutschen Händlern angeboten werden. Der Stick ist extrem vielseitig und eignet sich für viele

spannende Funkexperimente und den Einstieg ins Radio-Hacking [1].

Unter Windows und macOS bekamen wir Wmbusmeters nicht ohne Ruckeln und viel Handarbeit zum Laufen. Zügig ging es unter Linux – zum Beispiel auf einem Raspi, der problemlos nebenbei noch andere Smart-Home-Aufgaben erledigen kann. Installieren Sie eine aktuelle Version von Raspberry Pi OS und verbinden sich per SSH.

Damit Sie Wmbusmeters und die diversen Abhängigkeiten nicht alle nacheinander selbst kompilieren müssen, empfehlen wir den Betrieb in einem Docker-Container. Wie Sie Docker und Docker-Compose auf dem Raspi zum Laufen bekommen, erfahren Sie in einem kostenlosen und regelmäßig aktualisierten Online-Artikel, zu finden über ct.de/ys9f.

Legen Sie zu Beginn einen neuen Ordner für das Projekt an und springen Sie dort hinein:

```
mkdir scan
cd scan
```

Alle folgenden Kommandozeilenbefehle gehen davon aus, dass Sie in diesen Ordner navigiert sind. Erstellen Sie dort eine Datei mit dem Namen docker-compose.yaml und fügen Sie die Struktur aus dem Kasten links oben ein. Dem Container wird darin der Ordner data im aktuellen Verzeichnis übergeben – Docker legt den für Sie an, wenn Sie die Zusammenstellung starten. Darin landen Konfiguration und die gelesenen Daten.

Schließen Sie Ihren RTL-SDR-Stick mit Antenne an und starten Sie den Container mit

```
docker compose up -d
```

Meldet Docker Vollzug, beginnt schon die Observation des Funkspektrums. Wmbusmeters erkennt den Stick automatisch und beginnt, im Modus T1 zu lauschen. Einer der Vorteile des RTL-SDR-Sticks: Mit ihm können Sie mehrere Modi parallel betreiben. Öffnen Sie dafür die Konfigurationsdatei:

```
sudo nano data/etc/wmbusmeters.conf
```

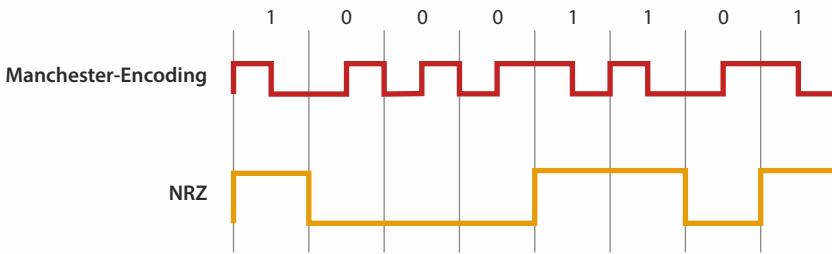
Passen Sie dort die mit listento beginnende Zeile wie folgt an:

```
listento=c1,t1,s1
```

Speichern Sie die Änderung und starten Wmbusmeters mit docker compose restart

Manchester-Encoding und NRZ

Einsen und Nullen der Daten müssen zur Übertragung kodiert werden. Beim Manchester-Encoding besteht das Bit 1 aus einem High-Signal, gefolgt von einem Low-Signal. Eine 0 wird über ein Low-Signal, gefolgt von einem High-Signal kodiert. Der Vorteil: Der Empfänger weiß genau, wie lang ein Bit ist. Das Verfahren „Non-Return to Zero“ (NRZ) ist effizienter, dafür können lange Signalberge und Täler aufeinander folgen – Empfangsprobleme sind wahrscheinlicher.



neu. So können Sie immer verfahren, wenn Sie Änderungen an der Konfiguration vornehmen.

Um live dabei zu sein, wenn Wmbus-meters Daten empfängt, beobachten Sie mit dem Befehl `tail` die Log-Datei:

```
tail -f data/logs/wmbusmeters.log
```

Mit dem Parameter `-f` wird die Kommandozeile blockiert und Sie sehen Änderungen sofort (mit Strg+C beenden Sie den Modus). Wenn alles nach Plan läuft, sehen Sie irgendwann Einträge wie folgenden:

```
Received telegram from: 12341111
  manufacturer: (TCH) Techem (0x5068)
  type: Heat Cost Allocator (0x80)
  ver: 0x69
  device: rtlwmbus[00000001]
  rssi: 43 dBm
  driver: fhkvdataiii
```

Wie lange sich das Warten lohnt, hängt vom Sendezyklus Ihrer Geräte ab – verzweifeln Sie also nicht und lassen den Raspi bei Bedarf 24 Stunden laufen. In der Wohnung, die wir zum Test auserkoren hatten, purzelten neue Nachrichten im Sekundentakt hinein. In der Wohnung selbst sind sieben Geräte von Techem installiert, insgesamt empfingen wir Daten von 25 verschiedenen Sendern. Die achtstellige ID steht im Log immer in der ersten Zeile. Sofern in der letzten Zeile ein `driver` zu finden ist, wird das Gerät von Wmbusmeters unterstützt. Bevor es weitergeht, müssen Sie die IDs Ihrer Geräte zusammenträgen. Halten Sie Ausschau nach achtstelligen Zahlen – im Display, aufgedruckt, oder auf der letzten Heizkostenabrechnung. Bei uns war ein System zu erkennen, die ersten vier Stellen waren für alle Geräte der Wohnung identisch. Jetzt können Sie Ihre IDs gezielt abonnieren. Erstellen und bearbeiten Sie dafür eine Konfigurationsdatei:

```
sudo nano data/etc/wmbusmeters.d/heat
```

Wie die Datei heißt, ist Ihnen überlassen. Sie können für jeden Heizkörper eine eigene Datei anlegen oder mehrere in einer Datei abfragen. Fügen Sie darin folgende Zeilen ein:

```
name=bathroom
id=12341111
key=NOKEY
driver=auto
```

Wenn Sie eine Datei pro Heizkörper anlegen wollen, vergeben Sie einen sprechenden Namen (`name`) und geben die ID (`id`) an. Sollte auch Ihr Anbieter ein Muster für all Ihre Geräte verwenden, können Sie mit dem Wildcard-Symbol `*` arbeiten und zum Beispiel schreiben:

```
id=1234*
```

Die Angabe von `driver` ist optional, statt `auto` könnten Sie auch den Treibernamen angeben, den Sie in den Logs gesehen haben. Speichern Sie die Datei (oder je eine pro Heizung) und starten anschließend mit `docker compose restart` neu. Jetzt wird es spannend: Sofern Ihre Geräte unverschlüsselt senden, finden Sie ab jetzt JSON-Daten im Ordner `data/logs/meter_readings`, für jede Konfigurationsdatei eine Datendatei. Bekommen Sie nur Datensalat, verschlüsseln Ihre Geräte – probieren Sie gern, Ihren Anbieter nach dem Schlüssel zu fragen. Viel Hoffnung können wir Ihnen leider nicht machen.

In der Standardeinstellung werden die Daten mit jedem neuen Paket überschrieben. Um das Verhalten zu ändern, öffnen Sie wieder die Konfigurationsdatei in `data/etc/wmbusmeters.conf` und ändern die vorletzte Zeile in

```
meterfilesaction=append
```

Was Sie mit den Daten anstellen, ist Ihrer Kreativität überlassen. Wenn Sie schon einen Smart-Home-Server mit einem MQTT-Broker betreiben, reicht eine Zeile in der Konfigurationsdatei, um jedes Datenpaket per MQTT zur weiteren Auswertung zu verschicken. Sie könnten die Daten auf diesem Weg auffangen, speichern und Diagramme zeichnen. Tragen Sie einfach

folgende Zeile ein (ändern Sie dabei die IP Ihres MQTT-Brokers):

```
shell=/usr/bin/mosquitto_pub -h <IP> -t wmbusmeters/$METER_ID -m <"$METER_JSON"
```

Jemand zu Hause?

Dass die Daten bei uns unverschlüsselt verschickt werden, kann man positiv sehen und die Daten für die eigene Auswertung nutzen. Man kann es aber auch zum Datenschutzproblem erklären – schließlich könnten wir jetzt auch für unsere Nachbarn im selben und im Nachbarhaus Heizprofile erstellen. Wie hoch der Anteil an unverschlüsselten Datenpaketen in der ganzen Republik ist, können wir angesichts der vielen, teilweise lokal operierenden Anbieter unmöglich einschätzen. Wenn Sie die Anleitung in diesem Artikel erfolgreich nachstellen könnten, freuen wir uns daher über eine Rückmeldung per Mail.

Auf Anfrage teilte uns Techem mit, dass die Heizkostenverteiler neuerer Generation, wie auf der Homepage versprochen, per AES verschlüsseln und die alten irgendwann ausgetauscht werden. Außerdem bot man uns an, neue Geräte einzubauen – für die gerade beginnende Heizperiode verzichten wir dankend und sammeln die im Dreiminutentakt anfallenden Daten in unserer Datenbank [2].

(jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Lauschposten, Raspi als Funkempfänger-Server, c't 23/2019, S. 30
- [2] Jan Mahn, Geschichtsschreiber, InfluxDB: Spezialisierte Datenbank für Messwerte und Logging, c't 5/2019, S. 154

Spezifikationen: ct.de/ys9f

Für Sparfüchse: Der Registrierbeginn

Seit es Verdunster an Heizungen gibt, existieren auch Tricks zur Manipulation durch Abbauen, Einfrieren und Abdicken. Doch solche Versuche sind illegal und in Zeiten von digitalen Heizkostenverteilern nicht mehr so einfach.

Sparen kann man aber auch legal, wenn man das Datenblatt der eigenen Zähler aufmerksam liest. Im Datenblatt der Heizkostenverteiler, mit denen wir die Anleitungen für diesen Artikel ausprobiert haben, fanden wir den Hinweis auf

den sogenannten „Registrierbeginn“, also den Schwellwert, ab dem überhaupt Einheiten berechnet werden. Demnach beginnt die Zählung bei diesen Geräten erst, wenn die Heizfläche 22,5 °C erreicht und die Heiztemperatur 4 Grad über Raumtemperatur liegt. Auf Stufe 1 des Thermostatventils wurden diese Schwellwerte bei uns nicht erreicht – einen Flur konnten wir also mit moderatem Heizen vom totalen Auskühlen bewahren, ohne dass Einheiten berechnet wurden.

Energie-Placebo

Warum das Stromsparkästchen Voltbox nutzloser Nepp ist

Kaufen, einstecken, Strom sparen: Das verspricht die Voltbox. Der Blick in ihre Eingeweide deckt auf, dass das Kästchen etwas ganz anderes leistet, aber auch das unzureichend.

Von Ernst Ahlers

Für nur 59 Euro pro Stück soll die Voltbox „bis zu 90 Prozent“ der Stromrechnung sparen. Das erreicht sie angeblich durch eine „bahnbrechende Stromstabilisierungstechnologie (EST) mit Blindleistungskompensation“, die den Stromfluss in der Wohnung stabilisieren und die Effizienz erhöhen soll. Obendrein soll man „weniger künstlicher elektromagnetischer Strahlung (EMF/EMR)“ ausgesetzt werden. Schließlich „setzt [die Voltbox] fortschrittliche Kondensatoren ein, um schädliche Stromspitzen zu eliminieren, die deine Haushalts- und Elektrogeräte beschädigen können.“

Zumindest den letzten Punkt – so viel sei vorweggenommen – erfüllt sie ansatzweise. Warum die Voltbox ansonsten krankend scheitert, klärt die Analyse ihres Innenlebens. Damit Sie nicht auf uns allein vertrauen müssen, haben wir ein Exemplar dem VDE zur unabhängigen Begutachtung übergeben.

Analyse

Elektrotechnisch Bewanderte erkennen schon am Gehäuse, dass die Voltbox nicht den Strom der heimischen Verbraucher beeinflussen kann: Sie hat keinen Schuko-Ausgang, an die man andere Geräte anschließen könnte, sondern sitzt parallel zu ihnen im Hausstromnetz und kann deshalb nur auf die Spannung wirken. Was für Laien spitzfindig klingt, ist technisch relevant: Damit eine Schaltung die von Verbrauchern gezogene Blindleistung kompensieren kann, muss sie deren Strom „formen“, ihn also bei nichtlinearen Verbrauchern sinusförmiger machen und bei komplexen Lasten zeitlich verschieben.

Eine Blindleistungskompensation wäre bei induktiven Verbrauchern (Motoren, Elektromagneten) zwar mit parallel geschalteten Kondensatoren möglich. Doch die müssten dann einerseits so groß sein, dass sie nicht in das Kästchen passen, und andererseits mit dem Verbraucher ein- und ausgeschaltet werden. Ohnehin müssen die meisten elektrischen Verbraucher, die nennenswert Leistung aufnehmen, seit 2001 ab Werk mit einer Power-Factor-Correction ausgestattet sein [1]. Das macht die Voltbox in Sachen Spannungsqualität für alle praktischen Belange überflüssig.



Schließlich wird die Blindleistung nur bei gewerblichen Großabnehmern berechnet und ist daher für Privatkunden belanglos. An der Wirkleistung der heimischen Verbraucher, die über die Betriebszeit zur bezahlten Energie wird, kann die Voltbox aber nichts drehen. Das bestätigte uns der VDE: „Das Produkt weist keinerlei Merkmale auf, die dem Produktversprechen entsprechen.“

Dazu machte das VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut in Offenbach einen Versuch mit einem Hi-Fi-Verstärker als Verbraucher, der einen ausgeprägt nichtlinearen Strom zieht, was einen hohen Blindleistungsanteil bewirkt. Hier sollte die Voltbox ja ihr Wunder wirken können. Doch nach dem Einsticken des Kästchens zog das System sogar einen Tick mehr Wirkleistung statt deutlich weniger. Bei 0,3 Watt Leistungsaufnahme halten sich die jährlichen Stromkosten der Voltbox selbst mit rund einem Euro aber

**Frisch aus
ct Nerdistan**



Im Voltbox-Gehäuse sitzt eine kleine Platine mit wenigen Bauteilen sowie als „Filterelement“ ein großer schwarzer Klotz, eine Blackbox im Wortsinn.

im Rahmen. Wenn das Gerät nicht beim Energiesparen hilft, dann hat es vielleicht andere Funktionen.

Innenleben

Um die zu finden, haben wir die Schaltung der Voltbox analysiert (siehe Schaltbild). Anscheinend basiert sie auf einem Überspannungsfeinschutz für zweipolige Stromnetze, dem der Hersteller ein zusätzliches „Filterelement“ implantiert hat, im Bild der separate schwarze Klotz mit zwei Zuleitungsdächern.

Der Rest der Schaltung besteht im Wesentlichen aus einem Varistor (RV1, Bauelement, das Überspannungen „kurzschließt“) und einer Betriebsanzeige. Die Leuchtdiode wird aus einem kapazitiven Spannungsteiler (C1, R2) mit Brückengleichrichter (D1-D4) und Speicherelko (C2) gespeist.

Auffälligerweise hängt das Filterelement zwar einerseits direkt an einem Netzpol, ist auf der anderen Seite aber an ein Kupferpad angeschlossen. So ist der Filter nur schwach kapazitiv mit dem Stromnetz gekoppelt und würde allenfalls bei sehr hohen Frequenzen wirken, die dort aber gar nicht auftreten.

Da der Klotz nicht beschriftet ist, baten wir einen befreundeten Orthopäden, seinen „Röntgenblick“ einzusetzen. Der deckt auf, dass in dem Kunststoffbecher außer den Drahtenden nur eine amorphe Vergussmasse steckt. Von metallischen Elementen, die man bei anderen elektronischen Bauteilen auf der Platine

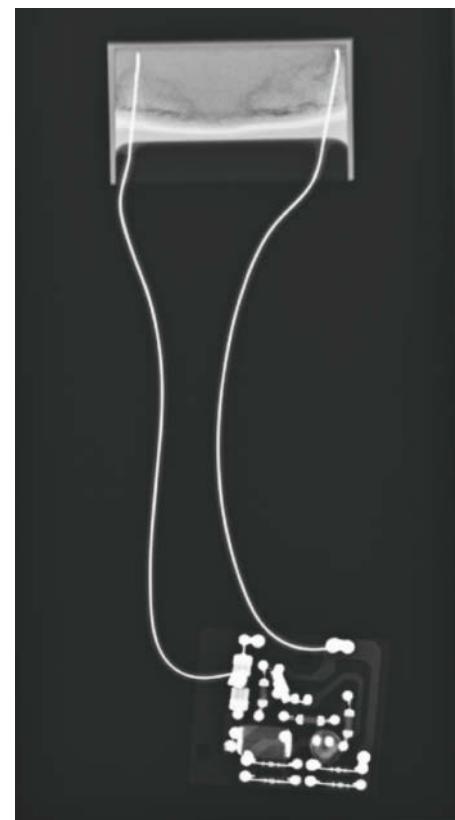
im Röntgenbild erkennt, war nichts zu sehen. Seltener war der Begriff Placebo angebrachter als hier.

In puncto „weniger künstlicher elektromagnetischer Strahlung (EMF/EMR)“ können wir der Voltbox immerhin bestätigen, dass sie angesichts ihrer geringen Leistungsaufnahme und simplen Schaltung nicht nennenswert dazu beiträgt. Da sie aber die nichtlinearen Ströme anderer Verbraucher nicht reduzieren kann, kann sie auch die dadurch entstehenden niedrfrequenten Magnetfelder im Bereich weniger Kilohertz nicht mindern.

Das einzige Wirksame an der Voltbox ist neben der Nachtlichtfunktion also ihre Überspannungsbegrenzung. Die ist aber auch nur halbgar, denn Überspannungen können auch zwischen den Netzpolen (Außenleiter L und Neutralleiter N) und dem Schutzleiter PE auftreten – der an der Voltbox aber fehlt. Gute Überspannungsableiter haben deshalb drei Varistoren sowie zusätzlich oft auch Gasableiter für stärkere Störpulse [2].

Fazit

Wer nicht schon angesichts des technischen Geschwurbels auf der Voltbox-Webseite misstrauisch wird und vom Kauf Abstand nimmt, sollte sich vor dem Bestellen-Klick eines vor Augen führen: Gäbe es einen geheimen Trick, der elektrische Geräte dazu bringt, deutlich weniger Energie zu verbrauchen, dann hätten die Hersteller den längst umgesetzt, um ihr Energielabel in den grünen Bereich zu pushen.



Auf dem Röntgenbild erkennt man unten auf der Platine als helle Flecken metallische Strukturen der elektronischen Bauteile. Im Körper der Blackbox (oben) fehlt derlei. Abgesehen von den Enden der Zuleitungsdrähte steckt darin nur eine amorphe Vergussmasse.

Beim Energie sparen hilft die Voltbox offensichtlich nicht. Da sie aber wenigstens als halbgarer Überspannungsschutz funktioniert, können wir ihr nur das Etikett Nepp anheften. Betrug wäre Auslegungsache.

(ea@ct.de) ct

Literatur

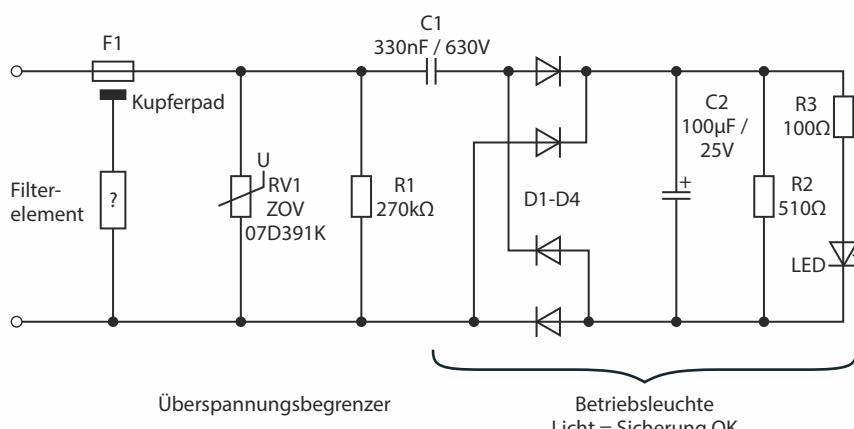
- [1] Ernst Ahlers, Eckart Steffens, Krumme Ströme, Power-Factor-Correction wird ab 1.1.2001 zur Pflicht, c't 26/2000, S. 44
- [2] Ernst Ahlers, Schutzen, 24 Blitzschutzgeräte für Stromnetz und Datenleitungen im Test, c't 17/1999, S. 144

Voltbox

Stromspar-Placebo	
Hersteller, URL	UAB CommerceCore, getvoltbox.com
Bedienelemente	Statusleuchte (Funktion)
Anschlüsse	Stromnetz (zweipolig)
Funktionen	Nachtlicht, Überspannungsbegrenzung (zweipolig)
Leistungsaufnahme	0,3 W (5,6 VA)
jährliche Stromkosten	ca. 1 €
Preis (Einzelstück)	59 €

Voltbox-Schaltplan

Die meisten Bauteile ab C1 verwendet die Voltbox für die Betriebsanzeige. Als Überspannungsbegrenzer dient ein einsamer Varistor (RV1). Das ominöse Filterelement, im Foto auf Seite 32 der schwarze Klotz mit zwei dicken Drähten, stellte sich beim Durchleuchten als Placebo heraus.



Forscher gegen Goliath

Wie Meta/Facebook unabhängige Forschung blockiert

**Zivilgesellschaftliche Organisationen schlagen Alarm:
Mit Ad Observatory und AlgorithmWatch hat Facebook binnen weniger Monate zwei unabhängigen Forschungsprojekten die (Daten-)Grundlage entzogen. Doch die Geblockten geben nicht auf.**

Von Andrea Trinkwalder

Der jüngst in Meta umbenannte Facebook-Konzern kontrolliert mit seinen Diensten von Facebook über Instagram bis hin zu WhatsApp einen Großteil der Social-Media-Aktivitäten weltweit. Doch im selben Maß, wie die Plattformen Grenzen überwinden und Verbindungen schaffen, bergen sie auch enorme gesellschaftspolitische Sprengkraft: durch unbemerkt ablaufende Desinformationskampagnen, feingranular ausgespielte politische Werbung (Microtargeting) und von den Algorithmen bevorzugte Inhalte, die Klischees und Rollenbilder zementieren. Belastbare Aussagen über die Größenordnung oder exakte Wirkungsweise sind allerdings schwer zu treffen. Forscher und zivilgesellschaftliche Organisationen versuchen deshalb vor allem im Vorfeld wichtiger Wahlen, den Mechanismen rund um die Verbreitung politischer Botschaften und Werbung auf den Grund zu gehen.

An vorderster Front kämpft die Computerwissenschaftlerin Laura Edelson von der New York University, die sich mit anderen Forschern in der Organisation „Cybersecurity for Democracy“ zusammengeschlossen hat, um fürs Nutzer- und Gemeinwohl schädliche Entwicklungen auf Social-Media-Plattformen frühzeitig zu erkennen und gegenzusteuern. So rief die Gruppe ein viel beachtetes Datenspende-project namens Ad Observatory ins Leben, um politische Werbung im Vorfeld der US-Präsidentenwahl zu analysieren.

Doch das Untersuchungsobjekt zeigte sich nur mäßig begeistert und sperrte nach monatelangen Auseinandersetzungen schließlich im August dieses Jahres die Facebook-Konten der Wissenschaftler. Begründung: Das von den freiwilligen Teilnehmern der Studie installierte Browser-Add-on, das individuell ausgespielte Werbung und deren Metadaten automatisiert an die Cybersecurity-Server übertrug, habe die Privatsphäre von Facebook-Nutzern verletzt. Somit konnten Edelson und ihre Mitstreiter weder Erkenntnisse über politisches Werbe-Targeting im Dunstkreis der vergangenen US-Wahlen gewinnen noch ihre Forschungen zu Covid-19-Desinformation fortsetzen.

Betreutes Forschen

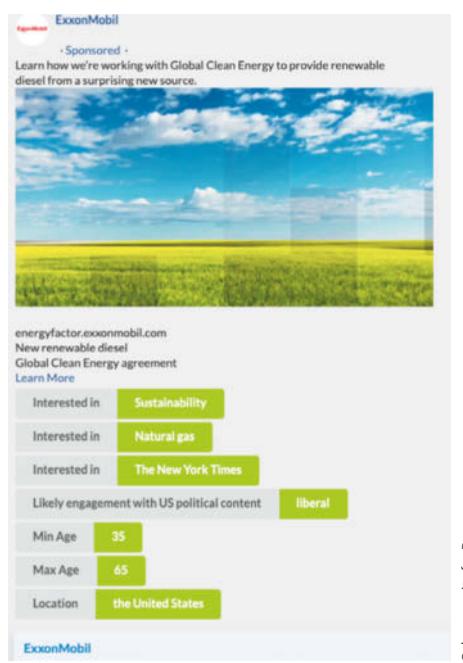
Auf der diesjährigen ACM Internet Measurement Conference Anfang November präsentierte Edelson nun dennoch eine gemeinsam mit Kollegen der Universität Grenoble verfasste Studie, die Nutzerreaktion und -interaktion auf Desinformationsseiten untersucht. Die Studie gibt

auf zweierlei Art zu denken: Zum einen konnten die Forscher nachweisen, dass Posts von Seiten, die als unseriös gelten, bis zu sechsmal mehr Interaktion (also Shares und Likes) auslösen als Posts auf neutralen, faktengestützten Quellen. Zum anderen zieht Edelson das ernüchternde Fazit, dass diese Erkenntnisse erst ein Anfang sind und eine Menge interessanter Fragen aufwerfen, die sich aber mit dem von Meta/Facebook über die offizielle Research-Schnittstelle bereitgestellten Datenmaterial nicht beantworten ließen – womit der vielversprechende Anfang auch gleichzeitig das Ende markiere.

Denn anders als das Ad-Observatory-Projekt stützt sich die Fake-News-Studie ausschließlich auf die offizielle Forscher-Schnittstelle CrowdTangle des Konzerns. Laut Edelson unterschlägt diese aber wichtige Daten wie etwa die Post Impressions, die es erlauben würden, die Ursachen der beobachteten Effekte zu ergründen. Im Gespräch mit c't gibt die Wissenschaftlerin Einblick in das mühsame Geschäft, dem größten Datenschatz der Welt valide Informationen abzuringen (siehe Kasten).

Ähnlich erging es der deutschen Non-Profit-Organisation AlgorithmWatch, die sich die Erforschung der Auswirkung algorithmisch getroffener Entscheidungen auf die Fahnen geschrieben hat. Im August beendete AlgorithmWatch seine in Zusammenarbeit mit Medien und Forschern gestarteten Instagram-Untersuchungen auf unmissverständlichen Druck des Mutterkonzerns hin. Auch diese Projekte lebten von einem selbst entwickelten Datenspende-Add-on, mit dessen Hilfe ergründet werden sollte, welche Art von Content die Algorithmen bevorzugen. Vorläufiges Ergebnis: Sie honorieren eher stereotype Darstellung von Frauen, bevorzugt leicht bekleidet.

Laut AlgorithmWatch zweifelte Facebook nicht nur die Ergebnisse an und bescheinigte der Forschung pauschal methodische Schwächen, sondern drohte auch mit „formelleren Konsequenzen“, weil das automatisierte Sammeln von Nutzerdaten die „Terms of Services“ des Konzerns verletzten. Im Kern ist es also ein ähnlicher



Diese vom Ad Observer entdeckte Botschaft stufte Facebook nicht als politische Werbung ein.

Konflikt wie beim Ad Observer: Facebook stuft die Add-ons als Tools für automatisiertes Scrape ein und stellt sie damit auf eine Stufe mit missbräuchlichen Verwendern wie Cambridge Analytica oder Clearview AI, die teils sensible Daten im großen Stil (auch von Nutzern, die nicht eingewilligt haben) von der Plattform abgesaugt hatten. Sowohl AlgorithmWatch als auch Cybersecurity for Democracy legen ihre Methoden und den verwendeten Code aber offen und stellen klar: Sie analysieren ausschließlich Daten, die Teilnehmer in ihrem privaten Feed angezeigt bekommen und freiwillig teilen. Privater Content anderer Nutzer werde umgehend gelöscht.

Riskanter Rechtsweg

Diese Sichtweise vor Gericht durchzusetzen, hält AlgorithmWatch-Geschäftsführer Matthias Spielkamp allerdings für wenig aussichtsreich. Denn „ob und wie Geschäftsbedingungen anwendbar sind, ist weltweit umstritten und weitgehend ungeklärt. Bei der Frage, ob man einen Rechtsstreit wagt, spielt nicht allein die Frage eine Rolle, ob man glaubt, die beseren Argumente zu haben. Es geht auch darum, ob man sich in ein Verfahren begieben will, das leicht Jahre dauern kann (bis zu zehn, wenn es bis vor den EuGH geht) und in dem man einen Gegner mit faktisch unbegrenzten Ressourcen hat“, erklärt er auf Nachfrage von c't.

Mehr verspricht er sich von Bemühungen, Transparenz direkt über gesetzliche Regelungen im Zuge des Digital Services Act zu erzwingen: „Die Tatsache, dass die Kommission bereit war, in Artikel 31 des Gesetzesvorschlags den verpflichtenden Datenzugang für externe Forschung zu verankern, zeigt die Bereitschaft, hier etwas zu erreichen.“ Allerdings müsste man auch hier aufpassen, dass die Ausnahmeregelung zum Schutz von Geschäftsgeheimnissen in Artikel 31(6)(b) von den Plattformen nicht als willkommenes Schlupfloch genutzt werde, um externe Forschung abzuwehren. „Es scheint jedoch derzeit, dass dieses Schlupfloch geschlossen werden könnte“, gibt er sich optimistisch.

Facebook ging auf unsere detaillierten Fragen zur Verbesserung der Zusammenarbeit mit Forschern sowie den aktuellen Fällen nicht ein, sondern verwies auf und zitierte aus bereits veröffentlichten Statements. (atr@ct.de) **ct**

Studien und Quellen: ct.de/yy5a

„Facebook ist kein guter Forschungspartner“

Die Computerwissenschaftlerin Laura Edelson möchte herausfinden, wie soziale Medien die Gesellschaft durcheinander wirbeln. Aber Facebook gefällt das nicht.



Cybersecurity for Democracy

c't: Um politische Werbung auf Facebook zu untersuchen, setzen Sie auf Datenspenden von Nutzern. Die aktuelle Studie zu Desinformation stützt sich hingegen auf offiziell von Facebook bereitgestellte Daten. Warum?

Laura Edelson: Wir haben immer versucht, alle Daten zu nutzen, die Facebook zur Verfügung stellt, weil sie tendenziell eine sehr große Bandbreite abdecken. Aber unsere eigenen unabhängigen Daten helfen uns, das, was Facebook bietet, in einen Kontext zu setzen. Allerdings sind diese Daten verengt, weil sie von Leuten stammen, die unsere Citizen-Science-Tools nutzen. Wir haben nur 16.000 Nutzer. Das ist viel für ein Citizen-Science-Projekt, aber nur ein winzig kleiner Teil der globalen Facebook-Community.

c't: Können Sie ein Beispiel nennen?

Edelson: Über das API von Facebooks Ad Library können Forscher sehr umfassende Informationen über politische Werbung gewinnen. Allerdings enthält sie nur Anzeigen, die Facebook als politisch einstuft. Die Frage ist aber, ob diese Datenbank vollständig ist, ob sie wirklich alle politischen Anzeigen erfasst und wie gut Facebook politische Werbung erkennen kann. Um dies zu beantworten, muss man aber auch Ads finden, die Facebook nicht als politisch eingestuft hat. Diese Aufgabe erfüllt der Ad Observer.

c't: Facebook sagt, dass Ihr Add-on die Privatsphäre der Nutzer verletze, Kooperationsangebote abgelehnt wurden.

Edelson: Facebook meint damit die Privatsphäre der Werbetreibenden, und es stimmt natürlich, dass auch Werbekunden Facebook-Nutzer sind. Eines sehen wir aber anders: Wir glauben nicht, dass die Anzeigen von Werbetreibenden privat sind. Wir halten die Anzeigen, die unseren Nutzern gezeigt werden, für öffent-

lich und unsere Nutzer dürfen frei entscheiden, ihre Beobachtungen mit uns zu teilen, und wir wiederum dürfen diese mit der Öffentlichkeit teilen. Facebook hat uns kein Angebot gemacht, das uns erlaubt hätte, unsere Arbeit als eine Art unabhängiger Prüfer fortzusetzen.

c't: Aber immerhin steht die Federal Trade Commission auf Ihrer Seite.

Edelson: Die FTC wollte mehr über Ad Observer wissen, wie er arbeitet und was unsere Ziele sind. Sie hat enorme Unterstützung für uns demonstriert, aber ich glaube nicht, dass sie darüber hinaus mehr für uns tun können. Es [Facebooks Verhalten] verletzt keine Gesetze.

c't: Also brauchen Sie veränderte gesetzliche Regelungen?

Edelson: Es gibt auf Facebook enorm viele öffentlich verfügbare Inhalte, die zugänglicher gestaltet werden müssten. In Europa und den USA existieren Gesetze gegen irreführende und schädliche Werbung. Aber momentan gibt es kaum Wege, diese Gesetze gegenüber Facebook durchzusetzen, weil die Inhalte außerhalb der Reichweite der Regulierer liegen.

c't: Sollte Facebook enger mit Forschern zusammenarbeiten?

Edelson: Wir haben die Erfahrung gemacht, dass Facebook kein guter Forschungspartner ist. Wir brauchen einen Weg, dass unabhängige Forscher Zugriff auf die benötigten Daten bekommen: Eine Art sicheren Raum, der nicht von den Social-Media-Plattformen kontrolliert wird; in dem die Daten verbleiben und Forscher ihre Analysen durchführen können.



Metaloman

Metaversum: Facebooks Milliardenplan für ein neues Internet

Facebook hat sich in Meta umbenannt – und spielt damit auf die Science-Fiction-Idee des „Metaversums“ an. Aber was soll das eigentlich konkret sein? Und was ist daran gefährlich?

Von Jan-Keno Janssen

Die Social-Media-Plattform Facebook und ihr Betreiber hießen bislang identisch. Nun hat sich die Mutterfirma in „Meta Platforms, Inc.“ umbenannt, kurz „Meta“. Damit will der Konzern ausdrücken, dass sein Fokus künftig auf dem Aufbau des sogenannten Metaversums liegt. Falls Sie nicht wissen, was das ist: Das weiß zurzeit niemand so genau – dazu später mehr.

Wenig überraschend wirkt der Zeitpunkt der Umbenennung. Schließlich hat die ehemalige Facebook-Mitarbeiterin Frances Haugen in den vergangenen Monaten sehr hässliche Innenansichten aus

dem Konzern an die Öffentlichkeit gebracht. Hinzu kamen Einschüchterungsversuche gegen unabhängige Forscher (siehe S. 34). Dass der Konzern deshalb versucht, den Namen „Facebook“ aus der Schusslinie zu nehmen und mit anderen Themen Schlagzeilen zu generieren – das ist kleines Marketing-Einmaleins.

Text, Bild, Video, VR

Dennoch scheint die Umbenennung in Meta nicht nur ein Ablenkungsmanöver zu sein. Facebook-Gründer Mark Zuckerberg predigt bereits seit Jahren von der kommenden Plattform, die das Internet, wie wir es kennen, ersetzen werde. Redete er bislang immer von „Virtual Reality“, hat er sich jetzt für Metaversum als Begriff entschieden.

Statt bei der Bedienung des Internets durch „ein kleines Fenster“ zu schauen, sei man künftig mittendrin, sagte er in seiner Meta-Ankündigung. Das sei ein logischer Schritt: Erst habe es nur Texte gegeben, dann Bilder, dann Videos – und jetzt komme das Mittendrin-Medium in 3D. Das Metaverse sieht Zuckerberg explizit als Nachfolger des Internets.

Das Metaversum einfach mit VR gleichzusetzen greift aber zu kurz. VR ist zurzeit nur eine mögliche Konsumform. Zuerst verwendet wurde der Begriff Metaversum im 1992 erschienenen dystopischen Science-Fiction-Roman Snow Crash. Darin flüchten Menschen aus der deprimierenden Realität in einer computerspielähnliche, künstliche Welt, in der zwar etwas andere Regeln herrschen – die sich aber ebenso marktwirtschaftlichen Kriterien unterordnet.

Mittlerweile hat sich die Metaverse-Definition von Matthew Ball etabliert, die er Anfang 2020 in einem viel beachteten Essay formulierte. Danach ist das Metaverse:

- beständig: es wird also nie beendet, sondern geht unendlich weiter, ohne eine Obergrenze für die Anzahl der gleichzeitig aktiven Nutzer,
- synchron und live: Ereignisse, zum Beispiel Konzerte, passieren für alle Metaverse-Teilnehmer zur gleichen Zeit,
- eine Welt mit einer voll funktionsfähigen Wirtschaft,
- eine Erfahrung, die sowohl die digitale als auch die physische Welt, private und öffentliche Netzwerke sowie offene und geschlossene Plattformen umfasst,
- interoperabel: setzt man dem eigenen Avatar beispielsweise einen teuren Hut auf, kann man diesen sowohl in unterschiedlichen Computerspielen als auch beim Firmen-Meeting tragen,
- bevölkert von Inhalten und Erfahrungen, die sowohl von unabhängigen Privatpersonen als auch von Firmen erschaffen und betrieben werden.

Vorbild Fortnite

Dass der Begriff des Metaversums in den letzten Jahren so hochgekocht ist, hat weniger mit VR zu tun, sondern eher mit Fortnite und Roblox. Beide Spiele bringen Milliardenumsätze, obwohl sie für sich genommen kostenlos sind. Geld verdienen die Anbieter und externe Entwickler zum Beispiel mit virtuellen Gegenständen, mit denen Spieler ihren Avatar verändern.

Fortnite und Roblox sind längst keine konventionellen Spiele mehr, sondern dienen als Orte, an denen sich Millionen meist junge Menschen gerne aufhalten. Superstars wie Ariane Grande veranstalten inzwischen Konzerte in den Spielwelten – als Avatare.

Während konventionelle Spiele im Schnitt maximal ein paar Dutzend Stunden genutzt werden, sind Fortnite und Roblox auf Dauerkonsum ausgelegt. Für die Entwicklerfirmen ist das fantastisch: Statt immer wieder neue, teure Spiele zu



Besser dezentral und offen

Von Jan-Keno Janssen

Die Idee des Metaversums ist faszinierend: Ein allumfassendes virtuelles Universum, das einzelne, voneinander abgekapselte Welten ersetzt, scheint tatsächlich wie der nächste logische Schritt. Nur stelle ich mir das Metaverse aufregend, fantasievoll und herausfordernd vor. Das, was Facebook

bislang gezeigt hat, wirkt mit seiner konventionell-netten Cartoon-Ästhetik eher wie etwas, das sich der Kinderkanal zusammen mit einer Unternehmensberatung ausgedacht hat.

Und: Sollte wirklich eine einzelne Firma die Struktur dieses virtuellen Universums vorgeben und monetär

davon profitieren? Um langfristig eine Chance zu haben, das Internet abzulösen, ist eine dezentrale, offene Organisation deutlich besser geeignet. Auch wenn es noch Jahre dauern wird, bis es wirklich ein Metaverse gibt, das den Namen verdient: Wir sollten jetzt anfangen, darüber nachzudenken.

kreieren, verdienen sie ohne großen Personalaufwand an jeder Transaktion mit virtuellen Gütern mit.

Dieses Modell will Zuckerberg kopieren: In seiner Ansprache zur Umbenennung zeigte er zum Beispiel, wie zwei Freundinnen ein virtuelles Konzert besuchen und anschließend auf der „Metaverse-Afterparty“ virtuelle Sweatshirts kaufen, die sie ihren Avataren dann direkt anziehen.

Noch nicht viel Konkretes

Und obwohl Zuckerberg öffentlich einen offenen Standard für das Metaverse propagiert, zeigen geleakte Facebook-Dokumente von 2018, dass es dem Konzern um Dominanz geht. So plädierte der Oculus-Manager Jason Rubin in einem 50-seitigen Dokument mit dem Titel „The Metaverse“

für schnelles Handeln: „Lasst uns jetzt das Metaverse bauen, um sie [die Mitbewerber] davon abzuhalten, im VR-Geschäft mitzumischen.“

Aber während mit Fortnite und Roblox bereits Metaverse-Ansätze erfolgreich aufgebaut wurden, kann Facebook noch nicht viel Konkretes vorweisen. Den jüngsten Jahresumsatz von 86 Milliarden US-Dollar erwirtschaftete die Firma fast zu 100 Prozent durch den Verkauf von Werbung auf ihren Social-Media-Plattformen Facebook und Instagram.

Drei VR-Produkte nennt Zuckerberg nun im Zusammenhang mit dem Metaverse: Horizon Home, Horizon Worlds und Horizon Workrooms. Ausprobieren kann man bislang nur Home und Workrooms: Workrooms spannt einen virtuellen Mee-

tingraum auf, den man sowohl mit einer VR-Brille als auch an einem konventionellen 2D-Monitor nutzen kann. Bei Home handelt es sich um einen Haus-Baukasten für das eigene VR-Startmenü, der wie ein bunter, aber uninspirierter Abklatsch des Spiele-Baukastens Roblox wirkt.

Doch Geld für eine Aufholjagd hat Facebook mehr als genug. 2021 lässt der Konzern sich seine Metaverse-Sparte („Reality Labs“) schätzungsweise ungefähr 10 Milliarden US-Dollar kosten, wie Zuckerberg Ende Oktober verkündete: „Und ich erwarte, dass dieses Investment in den nächsten Jahren sogar noch größer wird.“ (cwo@ct.de) **ct**

c't-3003-Video über das Metaverse:
ct.de/y4gq

WIBU
SYSTEMS

Zeit vorbei für Hacker, Cracker und Piraten

Im Zeitalter softwaregetriebener Produkte sorgt CodeMeter für

- Know-how-Schutz vor Reverse Engineering
- Vorteile neuer Geschäftsmodelle für Anbieter und Anwender
- Security by Design für Software- und Geräte-Hersteller

sps

smart production solutions

Halle 6
Stand 428



+49 721 931720

sales@wibu.com

www.wibu.com



SECURITY

LICENSING

PERFECTION IN PROTECTION

Facebook löscht Gesichtserkennungsprofile

Der neue Mutterkonzern von Facebook, Meta, hat angekündigt, alle Gesichtserkennungsprofile von Mitgliedern des Netzwerks zu löschen. Ganz verabschieden will Meta sich von der Gesichtserkennung aber nicht.

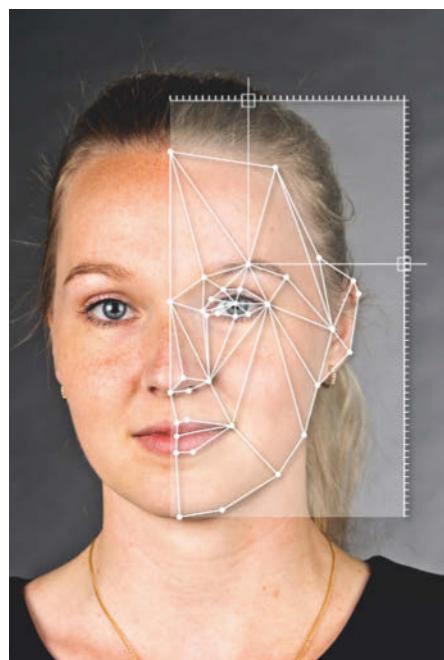
Facebook hatte eine Gesichtserkennung 2010 eingeführt. Anhand von Bildern, auf denen Personen getaggt sind, legte Facebook biometrische Profile an, um Mitglieder auch auf anderen Bildern erkennen und markieren zu können. Die Funktion war seit jeher umstritten. In Europa wurde die Funktion 2012 nach Protesten von Datenschützern gekappt, 2018 aber reaktiviert. Jeder Nutzer konnte die Gesichtserkennung für sich deaktivieren.

Dass Facebook nun nicht mehr Menschen in Bildern automatisch markiert, ist nach Angaben des Konzerns für blinde und sehsschwache Mitglieder von Nachteil. Wer die Gesichtserkennung aktiviert

hatte, wird nun nicht mehr automatisch informiert, wenn andere Personen Bilder oder Videos von ihm hochladen – es sei denn, die Personen markieren ihn händisch darin.

Die Verbraucherzentralen raten Facebook-Nutzern daher, die Umstellung zu nutzen, um zu überprüfen, ob andere Mitglieder ihr Profil in Fotos und Videos verlinken dürfen. Die betreffende Option findet sich im Bereich „Profil und Markierungen“ der Einstellungen.

Meta gibt Gesichtserkennung nicht komplett auf. Zur Entsperrung von Geräten, zur Bekämpfung von Betrug und Identitätsanmaßung oder zur Identifizierung beim Zugriff auf einen gesperrten Account möchte Meta zukünftig weiterhin Gesichter biometrisch auswerten. Was andere Einsatzbereiche betrifft, sei eine offene Debatte angezeigt, auf die er sich freue, schrieb Jerome Pesenti, der bei Meta die Abteilung für künstliche Intelligenz leitet, in einem Blog-Post. (jo@ct.de)



Meta will auf Facebook keine Gesichtserkennung mehr einsetzen, um Nutzer zu markieren (Symbolbild).

Ringen um neue Online-Regeln

Die Facebook-Whistleblowerin Frances Haugen setzt große Hoffnungen in die europäischen Pläne, neue Regeln für Online-Konzerne zu entwickeln. Das Gesetz für digitale Dienste (**Digital Services Act**, DSA) habe das Potenzial, global Maßstäbe zu setzen, sagte Haugen Anfang November bei einer Anhörung im Europaparlament in Brüssel. Es könne andere Länder – auch die USA – dazu bewegen, neue Regeln einzuführen, betonte sie. „Aber das Gesetz muss stark formuliert sein und

konsequent umgesetzt werden. Ansonsten werden wir die Gelegenheit verpassen, die Zukunft von Technologie und Demokratie in Einklang zu bringen.“

Die Säulen der EU-Pläne sind die Gesetzesvorhaben Digital Markets Act (DMA) und der Digital Services Act (DSA). Das Gesetz für digitale Märkte (DMA) befasst sich mit den wettbewerbsrechtlichen Aspekten. Das DSA geht gesellschaftliche Fragen an. Bevor die Vorschläge der EU-Kommission umgesetzt werden (siehe c't 24/21, S. 32), müssen EU-Staaten und Europaparlament sich noch auf eine Linie verständigen.

Hinter den Kulissen des EU-Parlaments gibt es aber offenbar noch viel Uneinigkeit über die Ausgestaltung des DSA, kommentiert die ehemalige Europaabgeordnete Julia Reda. Das liege an sehr weit gehenden Vorschlägen einiger Parlamentarier. Die im Raum stehenden Regelungen befördern den flächendeckenden Einsatz von fehleranfälligen Uploadfiltern, erlauben der Unterhaltungsindustrie die Sperrung von Inhalten auf Knopfdruck und leisten der Desinformation durch Boulevardmedien auf Social Media Vorschub, so Reda. (jo@ct.de)



Bild: Jennifer Jacquemart, EU

Bei Ihrem Besuch des Europaparlaments traf Facebook-Whistleblowerin Frances Haugen auch Thierry Breton, den Kommissar für den Binnenmarkt.

Kurz & knapp: Internet

Die Corona-Warn-App (CWA) kann zum **Einchecken bei Veranstaltungen** und an Orten nun auch QR-Codes der Luca-App verwenden. Die CWA ersetzt aber nicht die Luca-App, die im Fall einer nötig gewordenen Kontaktverfolgung Kontaktdaten für das Gesundheitsamt bereitstellen kann. Das ist bei der CWA nicht vorgesehen, weshalb ein CWA-Check-in gemäß der meisten Länder-Coronaverordnungen nicht ausreicht, um die manuelle Gästeregistrierung zu ersetzen.

Meta hat angekündigt, Tausende **Targeting-Kategorien in seinem Netzwerk Facebook zu eliminieren**. Menschen sollen nicht mehr aufgrund ihrer Interaktion mit Inhalten in Bezug auf Gesundheit, Rasse und ethnische Zugehörigkeit, politische Zugehörigkeit, Religion, sexuelle Orientierung und etliche weitere Kategorien gezielt mit Werbung angesprochen werden können.



Kli·ma·be·wusst = Informationen nachhaltig managen

Der Schutz von natürlichen Ressourcen bei der Erfassung, Bearbeitung und Archivierung von Informationen ist ein wichtiger Beitrag für Ihre Klimabilanz und unsere Umwelt. Kyocera hilft Ihnen dabei, Ihre Informationsprozesse nachhaltig zu gestalten.

Kyocera. Making information faster.

Datenleck bei Fitnesskette offenbart Kundendaten

Die Fitnesskette Holmes Place sendete SMS mit Link zu einem vorausgefüllten Webformular. Dadurch konnten Unbefugte Vor- und Nachname, Handynummer und Studio anderer Sportler abrufen.

c't-Leser Benjamin S. erhielt während der Corona-Einschränkungen eine SMS seines Fitnessstudios Holmes Place, die ihn dazu aufforderte, persönliche Daten in seinem Kundenprofil zu ergänzen und dazu ein Webformular aufzurufen.

Im Formular waren die Felder bereits mit Namen und Telefonnummer vorausgefüllt. Doch sie zeigten Benjamin S. nicht seine eigenen Daten, sondern die einer fremden Sportlerin. Offenbar war er nicht der einzige Kunde, der einen falschen Link zugeschickt bekommen hatte, denn vier Stunden später bekam er eine weitere SMS: „Liebe Mitglieder, leider haben wir heute früh bei der Versendung der ersten SMS einen Fehler gemacht und Ihnen einen falschen Link gesendet. Bitte löschen Sie die SMS von heute früh.“ Mit diesem offensichtlichen Datenleck wandte sich S. deshalb an c't.

c't fand heraus: Holmes Place hatte nicht nur beim Versenden der SMS ge-

schlampt, sondern auch beim Webformular. Um Zugang zu dem vorausgefüllten Formular zu erhalten, reichte ein Link, der die Mitgliedsnummer von Benjamin S. enthielt. Diese besteht aus drei Teilen: einer Nummer für den jeweiligen Standort der Kette, dem Buchstaben „P“ und einer ID – beispielsweise 12p12345. Hatte man die Nummer eines Standorts ermittelt – zum Beispiel durch Ausprobieren oder indem man sich die Online-Registrierung anschaut – konnte man durch einfaches Hochzählen der ID die Mitgliedsnummern anderer ermitteln und deren Daten abfischen.

Mitglieder mit demselben Nachnamen, die sich möglicherweise gemeinsam

angemeldet hatten, unterschieden sich nur durch die letzte Ziffer in der Mitgliedsnummer. Allem Anschein nach waren alle Mitglieder in Deutschland von diesem Datenleck betroffen.

Nach unserem Hinweis auf das Sicherheitsproblem schaltete Holmes Place das Formular ab, reagierte aber nicht auf unsere Fragen. Einige Wochen später haben wir bei der zuständigen Datenschutzbehörde in Berlin nachgefragt, ob diese Datenschutzverletzung gemeldet wurde. Da dies nicht der Fall war, beschäftigt sich jetzt die Landesdatenschutzbeauftragte mit dem Datenleck.

(ako@ct.de)

Das ungeschützte Webformular zeigte die Kontaktdaten einer Sportlerin Kristina.



2,4-Milliarden-Strafe für Google bestätigt

Das Gericht der Europäischen Union (EuG) hat am 10. November entschieden, dass Google eine Geldstrafe in Höhe von 2,4 Milliarden Euro zahlen muss. Der Mutterkonzern Alphabet ist

mit einer kleineren Summe an der Strafe beteiligt. Grund sei Googles „Stellung als Suchmaschine durch unzulässige Vorzugsbehandlung des eigenen Preisvergleichsdienstes“.

Das Urteil geht auf ein Kartellrechtsverfahren zurück, das die auch heute noch für Wettbewerbsrecht zuständige EU-Kommissarin Margrethe Vestager 2017 eingeleitet hatte. Der Konzern habe „seine marktbeherrschende Stellung als Suchmaschinenbetreiber missbraucht, indem er seinen eigenen Preisvergleichsdienst in seinen Suchergebnissen ganz oben platziert und Vergleichsdienste der Konkurrenz herabgestuft hat“, hatte Vestager erklärt.

Google hielt dies für „rechtlich, faktisch und wirtschaftlich“ falsch und zog vor Gericht. Zu zwei anderen Kartellrechtsverfahren der EU-Kommission

gegen Google stehen noch EuG-Entscheidungen an: 2018 verhängte Vestager die Rekordstrafe von 4,34 Milliarden Euro, weil Google seine Marktdominanz bei Android missbraucht habe. 1,49 Millionen Euro soll der Konzern außerdem zahlen, weil er im AdSense-Werbeprogramm Anbieter systematisch benachteiligt habe.

Am Gericht der EU werden Klagen gegen Entscheidungen von EU-Organen wie der Kommission eingereicht und verhandelt. Man sollte es nicht verwechseln mit dem Europäischen Gerichtshof (EuGH), der über die Auslegung von EU-Gesetzgebung entscheidet. Gegen EuG-Urteile können Rechtsmittel am EuGH eingelegt werden, der dann die korrekte Anwendung von EU-Gesetzen prüft. Alphabet hat vorerst offengelassen, ob man diesen Schritt gehen will. (hob@ct.de)



Bild: EU-Kommission

Bereits seit 2015 liegt die EU-Kommissarin Margrethe Vestager mit Google wegen dessen Geschäftsgebaren im Clinch.

Bund und Länder planen Alternative zu Microsoft Office

Die Bundesregierung und neun Bundesländer arbeiten an einem „souveränen Arbeitsplatz“ mit quelloffenen Anwendungen. Das Vorhaben erinnert an das Münchner LiMux-Projekt.

Um die Abhängigkeit der Verwaltung von Microsoft zu reduzieren, wollen das Bundesinnenministerium (BMI) und neun Bundesländer einen „souveränen Arbeitsplatz“ für Behörden entwickeln. Dabei sollen „insbesondere Open-Source-basierte IT-Lösungen“ zum Einsatz kommen. Das geht aus einer Anfang November vom BMI veröffentlichten Absichtserklärung hervor.

Demnach geht es „in einem ersten Schritt“ um Anwendungen für Produktivität, Zusammenarbeit und Kommunikation – also um Alternativen zu den Microsoft-Produkten Office und Exchange, die von fast allen Behörden genutzt werden.

Beteiligt sind außer dem BMI die Länder Baden-Württemberg, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt und Thüringen.



Bild: Dataport

Nordrhein-Westfalen will bald folgen. Die bayerische Staatsregierung erklärte hingegen auf Anfrage, dass sie sich „in diesem frühen Stadium“ noch nicht beteiligen will.

Bisher hat nur Schleswig-Holstein angekündigt, auch tatsächlich von Microsoft auf Open Source umzusteigen. Das Bundesland setzt unter anderem auf „Projekt Phoenix“ – ein vom IT-Dienstleister Dataport zusammengestelltes Paket aus quelloffenen Web-Anwendungen wie Collabora und OpenXchange. Die Erfahrungen wolle man nun mit dem Bund und den anderen Ländern teilen, sagte ein Sprecher der schleswig-holsteinischen Regierung.

2006 hatte die Stadt München ihre Behörden auf Open Source umgestellt, 2017 beschloss der Stadtrat jedoch die Rückkehr zu Microsoft. Auch auf Bundesebene gab es schon Versuche: 2004 stellte das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik einen „Behördendesktop“ mit Linux und OpenOffice bereit. Schon 2008 beendete die Behörde das Projekt wieder.

(cwo@ct.de)

Schleswig-Holstein will seine Erfahrungen mit dem quell-offenen Browser-Arbeitsplatz „Phoenix“ an andere Bundesländer und den Bund weitergeben.

Staatliches Sicherheitssiegel startet im Dezember

Von Dezember an sollen Hersteller **das staatliche IT-Sicherheitskennzeichen für Router und E-Mail-Dienste** beantragen können. Das teilte das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) auf Anfrage von c't mit. Schon Ende des Jahres könnten voraussichtlich die ersten Hersteller mit dem Siegel werben, sagte eine Sprecherin.

Das freiwillige Siegel soll Verbrauchern zeigen, welche IT-Produkte grundlegende Sicherheitsanforderungen des BSI erfüllen. Geprüft wird das im Regelfall allerdings nur von den Herstellern selbst. Das BSI kontrolliert deren Angaben lediglich, wenn es Hinweise auf Verstöße oder Sicherheitslücken hat. Das Siegel könne „nicht garantieren, dass ein Produkt ab-

solut sicher ist“, betont die Behörde. Im Laufe des kommenden Jahres sollen auch Hersteller von Smart-Home-Produkten das Siegel beantragen können.

(cwo@ct.de)



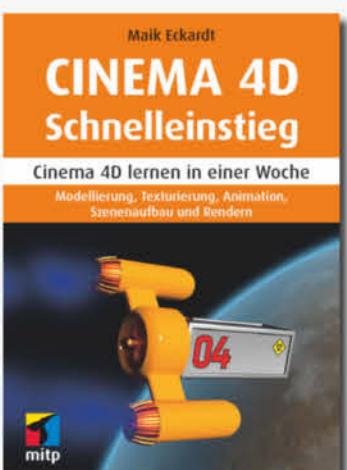
Das BSI legt die Kriterien für das IT-Sicherheitskennzeichen fest, prüft aber nur bei Auffälligkeiten.



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0334



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0346



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0419

Bit-Rauschen

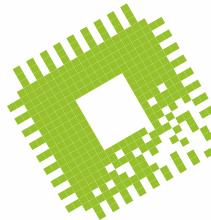
Intel Core i-12000, AMD-Erfolge, Exaflops in China

Intel holt mit „Alder Lake“ den AMD Ryzen ein. AMD punktet mit guten Finanzen, kräftigen Rechenbeschleunigern und wachsenden Marktanteilen. China liegt angeblich im Exaflops-Rennen weit vorne.

Von Christof Windeck

Endlich wird es wieder spannend bei den PC-Prozessoren: Intel trumpft mit dem Core i9-12900K alias „Alder Lake“ auf, siehe Seite 84. Er zieht zwar nicht in sämtlichen Benchmarks an AMDs Ryzen vorbei und bleibt erwartungsgemäß hinter dem Threadripper zurück, aber die Karten sind neu gemischt. Zudem wetzt Intel die Scharte aus, jahrelang bei PCI Express 4.0 hinterhergehinkt zu sein: Bei PCIe 5.0 geht Intel voran, ebenso bei DDR5-Speicher und bei hybriden x86-Prozessoren. Der Mischbetrieb von besonders starken und besonders effizienten Kernen funktioniert ziemlich gut. Und AMD steht etwas dumm da, weil die Ryzen unter Windows 11 trotz mehrerer Patches noch immer ein wenig lahmer rechnen als unter Windows 10. Verschwörungstheoretiker wähnen eine unheilige Wintel-Allianz im Hintergrund, aber es geht eher um von AMD hausgemachtes Treiber-Ungeschick. Und wirklich relevant sind die kleinen Vor- und Nachteile ohnehin nicht. Mit dem Core i-12000 macht sich jedenfalls Intel das schönste Geschenk zum 50. Geburtstag des Mikroprozessor-Urahns 4004 (siehe S. 132) selbst.

Überraschend kaufte Intel für 125 Millionen US-Dollar einen Teil des CPU-Entwicklerteams der texanischen Firma Centaur. Die entwickelt sparsame x86-Prozessoren und gehört seit 22 Jahren zur



taiwanischen Firma VIA. Centaur-Technik steckt auch in den „IDT WinChip“-Prozessoren aus den 1990er-Jahren. Wieso Intel die Zentauren übernimmt, wird aus den öffentlichen Informationen nicht klar.

AMD rückt vor

AMD wiederum hat einen Lauf: nicht nur exzellente Umsatz- und Gewinnzahlen im dritten Quartal 2021, sondern auch ein Aktienkurssprung am 8. November. Da kündigte AMD sowohl den superstarken Rechenbeschleuniger Instinct MI250X an, der den Supercomputer Frontier befeuert, als auch Epyc-Prozessoren mit aufgestapeltem „3D V-Cache“. Zusätzlich konnte man einen Rechenzentrums-Deal mit Meta alias Facebook einglühen, wo künftig mehr Epycs rechnen sollen. Dann bestätigte AMD für 2022 noch 96 Zen-4-Kerne für „Genoa“ sowie 128 leicht abgespeckte Zen-4c-Kerne für „Bergamo“, der 2023 folgen soll. Und in wenigen Monaten kommen Riesen-Cache-Ryzens, die gegen Intels Core i-12000 eine Schippe drauflegen.



Intels „Alder Lake“ in der Version Core i5-12600K in der neuen Fassung LGA1700: Den 10-Nanometer-Fertigungsprozess nennt Intel nun „Intel 7“, um im Vergleich mit TSMC und Samsung besser dazustehen.

Nach Schätzungen des Marktforschungsunternehmens Mercury Research dürfte AMD bei x86-Prozessoren bald den höchsten Marktanteil der Firmengeschichte ergattern, nämlich über 25 Prozent; derzeit sind es 24,6 Prozent. Vor allem bei Mobilprozessoren, Servern und Embedded Systems konnte AMD punkten, bei Desktops holte sich Intel 0,1 Prozent zurück. Laut Mercury Research ist die durch die Coronapandemie zunächst explodierte Nachfrage nach Billig-Notebooks und Chromebooks mittlerweile „verdampft“. Billigprozessoren wie Intels „Atom-Celeron“ N5095 tauchen nun auch andernorts auf, etwa in chinesischen Billigrechnern wie dem Beelink U59.

Exaflops-Rennen

Wenn Sie diese c't-Ausgabe lesen, ist wohl schon die 58. Top500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer bekannt; darüber werden wir in der kommenden c't 26/2021 berichten. Möglicherweise hat Frontier mit AMD-Technik – darunter die gigantische Instinct MI200, siehe Seite 48 – schon die Exaflops-Mauer übersprungen. Im Vorfeld gab es Aufregung um zwei chinesische Exaflops-Rechner, die angeblich schon seit Monaten laufen – das behauptet jedenfalls die Website The Next Platform unter Berufung auf anonyme Quellen. Diese EFlops-Supercomputer sind demnach mit chinesischen Prozessoren und Rechenbeschleunigern bestückt, weil die Betreiber keinen Zugriff mehr auf Technik von AMD, Intel, Nvidia oder IBM haben: Die US-Regierung hat alle Firmen und Institutionen, die an den chinesischen Exascale-Projekten mitarbeiten, auf Boykottlisten gesetzt. Die Berichte über die chinesischen EFlops-Erfolge sind zwar unbestätigt, aber durchaus realistisch: Dass China an eigener Rechentechnik arbeitet, ist öffentlich bekannt, und zu starken Rechenbeschleunigern wie dem Matrix 3000 gibt es glaubwürdige Eckdaten.

Die EU arbeitet weiter an einer Strategie für mehr lokale Halbleiterfertigung, Verbände wie VDE, ZVEI und Digital-europe haben dazu Positionspapiere veröffentlicht. Doch auch hiesige Fertigung schützt nicht vor Chipmangel: Das zeigt das Beispiel der sehr beliebten, aber trotz (teilweise) europäischer Produktion noch monatelang knappen STM32-Mikrocontroller von STMicroelectronics.

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

Audio-Podcast Bit-Rauschen: ct.de/yz62

Quereinsteiger (w|m|d), Praktikanten (w|m|d) &
Werkstudenten (w|m|d) willkommen



Das erwartet Dich bei uns:

- ca. 90% Homeoffice
- vielfältige & abwechslungsreiche Einsätze
- familiäres Arbeitsklima & flache Hierarchien
- Vereinbarkeit von Job & Familie

Mehr erfahren & bewerben:

jobs@b1-systems.de

Formlose Bewerbung genügt



Wir suchen

Junior & Senior Open Source Admins/Consultants

(w|m|d)

Das sind Deine Stärken:

- eine schnelle Auffassungsgabe
- analytisches Denken
- Leidenschaft für Linux/Open Source
- Selbstorganisation & Kommunikation

Das bringst Du mit:

- (Erste) Erfahrungen mit Linux
- Kenntnisse in einem oder mehreren der folgenden Bereiche wünschenswert:
 - Cloud
 - Container
 - System- und Konfigurationsmanagement
 - High Availability
 - Monitoring
 - Continuous Integration/Delivery



B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner

Linux/Open Source Consulting, Training, Managed Service & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN · JENA

www.b1-systems.de · info@b1-systems.de

Z690-Mainboards für Core i-12000 „Alder Lake“

Die ersten Boards für Intels 12. Core-i-Generation richten sich mit PCI Express 5.0 und Platz für mehrere NVMe-SSDs vorrangig an PC-Bastler von leistungsstarken Gaming-Rechnern.

Intels erste Hybrid-Prozessoren für Desktop-PCs verwenden die CPU-Fassung LGA1700 und erfordern deshalb neue Mainboards (siehe S. 84). Zu Beginn bietet Intel lediglich den High-End-Chipsatz Z690 an, der über acht DMI-4.0-Lanes mit den Alder-Lake-Prozessoren kommuniziert. Zum Redaktionsschluss, wenige Tage nach dem Verkaufsstart, fanden sich 53 verschiedene Z690-Boards von Asrock, Asus, Gigabyte und MSI in den Preislisten der Händler. Davon war etwas mehr als die Hälfte tatsächlich lieferbar.

Die Preise für die High-End-Platten liegen deutlich höher als bei den Vorgängern mit Z590-Chipsatz für LGA1200-Prozessoren. Lediglich drei Mainboards wie das Gigabyte Z690 UD DDR4, Z690

UD und das MSI Z690-A DDR4 kosten knapp weniger als 200 Euro. Zum Vergleich: Z590-Boards bekommt man bereits ab 130 Euro.

Bis auf wenige Ausnahmen für Extrem-Overclocker nehmen die LGA1700-Boards vier Speichermodule auf. Größere Preisunterschiede zwischen Modellen mit Steckplätzen für DDR4- oder DDR5-RAM gibt es nicht. Zur weiteren Ausstattung gehört mindestens ein PEG-Slot für PCIe-5.0-Grafikkarten. Die meisten Z690-Boards sind im ATX-Format gefertigt und tragen drei M.2-Steckplätze für PCI-Express-4.0-SSDs sowie einen Netzwerkchip mit 2,5 Gbit/s oder schneller. Thunderbolt 4 findet sich erst auf teuren Boards für über 450 Euro.

Im Luxus-Segment übertrumpfen sich die Hersteller wieder mit exotischen Extras: Auf dem Asus ROG Maximus Z690 Extreme Glacial für 2000 Euro sitzt nicht nur ein Matrix-Display aus 222 LEDs, sondern auch ein Wasserkühlkörper von EK für Prozessor, Spannungswandler, M.2-Slots, Chipsatz und den Ethernet-Chip.



Bild: Asus

Für die 2000 Euro des High-End-Boards Asus ROG Maximus Z690 Extreme Glacial bekommt man alternativ drei Core-i9-12900K-Prozessoren. So sehen die momentanen Grafikkartenpreise gar nicht mehr so schlimm aus.

Gigabyte rüstet das 900 Euro teure Z690 Aorus Extreme mit zwei getrennten DACs für den linken und rechten Audiokanal aus.

(chh@ct.de)

DDR5-Speicher noch sehr teuer

Intels Alder-Lake-Prozessoren können mit DDR5-Speicher umgehen und ein paar Anwendungen profitieren von der hohen Übertragungsrate (siehe S. 84) der DDR5-4800-DIMMs. Solche Riegel – oft schon als bunt beleuchtete Übertaktersversionen mit DDR5-5200 – gibt es bereits von Herstellern wie Adata, Corsair, Crucial, G.Skill, Kingston und Teamgroup.

Allerdings sind **DDR5-Speicherriegel momentan noch ziemlich teuer**. Pro Gigabyte zahlt man mindestens 7 Euro, ein 16-GByte-DIMM kostet rund 120 Euro. Übertakterspeicher mit weniger als 10 Prozent Geschwindigkeitsplus gibt es ab 8,70 Euro pro GByte, der 16er-Riegel kos-

tet knapp 140 Euro. Die Marktanalysten von Trendforce gehen für die zweite Hälfte 2022 sogar von allgemein steigenden Speicherpreisen aus, allerdings dürfte bis dahin der Early-Adopter-Zuschlag für DDR5 schon etwas gesunken sein.

Bei DDR4-3200-Speicher geht es derzeit bei rund 3,30 Euro pro Gigabyte los, ein 16-GByte-DIMM gibt es ab etwa 53 Euro. Wer mehr Takt wünscht, zahlt für moderates DDR4-3600 etwa 20 Cent mehr pro GByte (rund 57 Euro für 16 GByte). Derzeit ist DDR4-Speicher auch aufgrund der wesentlich geringeren Latenzzeiten im Vergleich zu DDR5 in manchen Fällen sogar im Vorteil. (csp@ct.de)



Der schnelle DDR5-Speicher für Intels Z690-Mainboards ist im Vergleich zu DDR4-DIMMs zurzeit noch sehr teuer.

Kurz & knapp: Hardware

Intels Treiber für die integrierte Grafik von Core-i-4000-CPUs und vergleichbaren Pentium-/Celeron-Modellen **kappt den DirectX-12-Support**. Aktuelle Treiber, die auch über Windows-Update kommen, unterstützen die modernste Windows-Schnittstelle nicht mehr. Wer diese dennoch benötigt, dem rät Intel, manuell einen älteren Treiber bis maximal Version 15.40.42.5063 zu installieren. Grund für den entzogenen Support ist eine Sicherheitslücke.

AMD bessert an den **Windows-Chipsatz-Treibern für Ryzen-Prozessoren** nach. Die Version 3.10.22.706, die zunächst bei den Mainboardherstellern MSI und Asus verfügbar war, umfasst Änderungen am Power-Management.

ARM-Einplatinencomputer

Das Kontron-Board 3,5"-SBC-R39 mit dem ARM-Prozessor Rockchip RK3399 ist zum Einsatz unter Android gedacht, etwa in digitalen Anzeigetafeln.

Der chinesische ARM-Prozessor Rockchip RK3399 vereint zwei Cortex-A72-Kerne mit vier Cortex-A55-Kernen. Hinzu kommen eine ARM-Mali-T864-GPU sowie Controller für USB 3.2 Gen 1, PCIe 2.0, Gigabit Ethernet und viele weitere Schnittstellen. Kontron lötet den RK3399 zusammen mit 2 oder 4 GByte RAM sowie eMMC-Flash auf die Platine des Single Board

Computer (SBC) 3,5"-SBC-R39, der besonders viele Anschluss- und Erweiterungsmöglichkeiten bietet. Dazu gehören etwa vier Display-Anschlüsse (DisplayPort als DP und eDP, HDMI 2.0 und LVDS), vier USB-Buchsen, zweimal Gigabit Ethernet (davon einer per USB-Adapter angebunden), PCIe Mini Card und zweimal M.2. Ein MicroSD-Steckplatz ist ebenso vorhanden wie ein SIM-Slot, um ein M.2-Modem nutzen zu können. Der Sicherheitschip Microchip ATSHA204A stellt unter anderem geschützten Speicher für symmetrische Verschlüsselung bereit.

Die Platine des 3,5"-SBC-R39 hat das sogenannte 3,5-Zoll-Format mit den Kantenlängen 14,6 und 10,5 Zentimetern. Preise nennt Kontron auf Anfrage. (ciw@ct.de)



Der Kontron 3,5"-SBC-R39 mit dem ARM-Prozessor Rockchip RK3399 bietet besonders viele Anschlüsse.

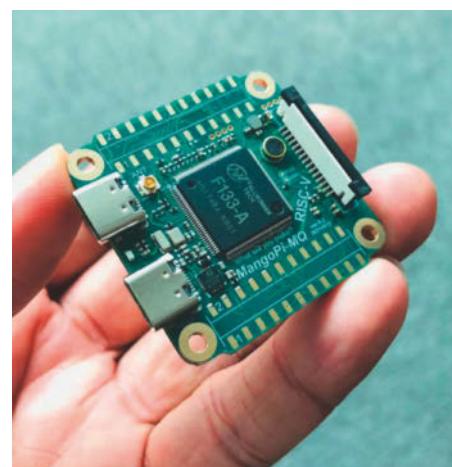
Google-Sicherheitschip mit RISC-V

In den Google-Smartphones Pixel 6 und Pixel 6 Pro steckt nicht bloß der ARM-Prozessor „Google Tensor“, den Google (wohl in Kooperation mit Samsung) selbst entwickelt hat. Auch für den Sicherheitschip dieser Smartphones zeichnet Google verantwortlich: **Im Titan M2 steckt ein RISC-**

V-Kern. Google nutzt allerdings im „Tensor“ zusätzlich auch die ARM-Technik TrustZone für sicherheitskritische Funktionen und hat einen weiteren „Security Core“ eingebaut, über den unter anderem die Kommunikation mit dem Titan M2 läuft. (ciw@ct.de)

RISC-V-Board für 10 Euro

Das chinesische Projekt MangoPI entwickelt einen Einplatinencomputer mit dem System-on-Chip Allwinner F133-A, der unter anderem einen **64-Bit-RISC-V-Rechenkern mit 64 MByte RAM** vereint. Der Single Board Computer (SBC) führt laut MangoPI Tina Linux aus, das auf OpenWRT 14.07 basiert. Der Allwinner F133-A ist eng mit dem Allwinner D1 verwandt, der bisher nur auf dem über 100 Euro teuren RVBoards Nezha zum Einsatz kommt (siehe c't 17/2021, S. 92). Der MangoPI-SBC hingegen soll lediglich etwa 10 US-Dollar kosten und via Seeed Studio verkauft werden; ein Termin wurde nicht genannt. Ein ähnliches Projekt namens Xassette-Asterisk findet sich als Open-Source-Hardware bei GitHub. (ciw@ct.de)



Das Entwicklerboard MangoPI mit RISC-V-Chip soll nur etwa 10 Euro kosten.

Bild: MangoPI/Twitter



Die nächste Dongleserver-Generation
Netzwerkweit auf USB-Dongles zugreifen

Ihre Vorteile

- Erweitertes Monitoring inkl. Logging (syslog-*ng*) und Benachrichtigungsfunktion
- USB-Dongle Zugriff mit Passwörtern schützen (frei definierbare Gültigkeitsdauer)
- Zukunftssichere USB 3.0 SuperSpeed Ports
- Ideal für serverbasierte und virtualisierte Umgebungen
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Service *plus* – Garantieverlängerung und Vorab-Austausch
- Kostenlose Updates und weltweiter Support



SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-29 | E-Mail: info@seh.de | www.seh.de

Router mit Software-Extras

Der seit 2019 auch in Deutschland vertretene Zyxel-Ableger Keenetic bietet nun preisgünstige DSL-Router an. Deren Betriebssystem Keenetic-OS überrascht mit Erweiterbarkeit per Modulen: Ein Mausklick genügt, um etwa das WireGuard-VPN zu installieren.

Beim WLAN spielt Keenetic mit der Wi-Fi-5-Spezifikation zwar nicht ganz vorn mit, aber die Funktionen seines Router-Betriebssystems KeeneticOS können sich sehen lassen. KeeneticOS enthält ab Werk alles Nötige, um mit seinem deutschsprachigen Einrichtungshelfer beispielsweise den DSL-Router Hero an einem Telekom-Anschluss in wenigen Schritten einzurichten.

Das kennt man von Fritzboxen, aber anders als deren FritzOS lässt sich KeeneticOS mit herunterladbaren Modulen er-

weitern. Dort findet man unter anderem Module für die üblichen VPN-Techniken inklusive WireGuard, kryptografisch geschützte Namensauflösung (DNS-over-TLS, DNS-over-HTTPS) oder ein Captive Portal für einen WLAN-Hotspot mit SMS-Authentifizierung. Sogar einige Erweiterungen des Open-Source-Routerbetriebssystems OpenWrt lassen sich einbinden.

Seinen Vorsprung gegenüber FritzOS baut KeeneticOS mit der Möglichkeit aus, einfach per Klick in der Web-Oberfläche zusätzlich zu den üblichen zwei (internes und Gastnetz) weitere Netzwerkzonen einzurichten. So kann man leicht ein separates WLAN fürs Smarthome einrichten, das sich per VLAN-Tags auch im Kabel-LAN trennen und weiterführen lässt (siehe c't 8/2017, S. 80).

Keenetic bietet aktuell sieben Routermodelle an, die auch als Repeater in einem

Mesh-WLAN-System laufen. Alle bauen auf MediaTek/EcoNet-Chips und haben unterschiedliche WLAN- und Schnittstellenausstattungen, darunter DSL bis Super-Vectoring (VDSL-Profil 35b) und SFP-Slots für Glasfasermodule. Anders als bei vielen Fritzboxen gehört die Telefonie nicht zum Angebot, die Geräte taugen also vorwiegend für alle, die Internet brauchen und eine DECT-TK-Anlage bei Bedarf ins LAN stellen. Für den Super-Vectoring-fähigen Keenetic Hero zahlt man bei Amazon derzeit nur 70 Euro, das Modell Speedster ohne Modem kostet 38 Euro. (ea@ct.de)



Der Super-Vectoring-Router Keenetic Hero funktioniert mit Wi-Fi 4 und 5 in den WLAN-Bändern 2,4 und 5 GHz, stellt USB-Massenspeicher im Netz bereit und baut bei Ausfall der Hauptleitung eine Backup-Internetverbindung über seinen fünften Ethernet-Port oder per USB-Mobilfunkstick auf.

Kurz & knapp: Netze

Ein am sechsten November eingereichter IEEE-Projektantrag schlägt vor, die Task Group „802.3df“ zu gründen, um die **Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3 für Verbindungen bis 1,6 Tbit/s zu erweitern**. Derzeit läuft Ethernet über Glasfasern mit maximal 400 Gbit/s (802.3bs), die Spezifikation zum Bündeln zweier 400GE-Links für 800 Gbit/s erschien 2020.

Der Bielefelder Hersteller SEH hat für seine USB-Device-Server utnserver Pro, dongleserver Pro und dongleserver ProMAX ein Firmware-Update herausgebracht, mit dem die **Dongle-Server auch in reinen IPv6-Umgebungen funktionieren**.

Lancom Systems hat seinen **VPN-Client für Apple-Rechner aufgefrischt**: Die Version 4.6 eignet sich jetzt für macOS 11 (Big Sur) und macOS 12 (Monterey), gleichermaßen auf Geräten mit Intel-CPU wie mit Apples M1-Chip.

Das A1 Digital IoT Center (www.a1.digital) will Entwicklern **den Weg von der Idee zum fertigen Internet-of-Things-Produkt verkürzen**: Die kostenpflichtige Plattform soll bei der Auswahl der Hardware und des Firmware-Stacks sowie der Integration helfen, damit Prototypen zügig entstehen.

IP-Kamera mit Lautsprecher und Scheinwerfer

Der Sicherheits- und Smart-Home-Technik-Hersteller Lupus bietet eine Überwachungskamera an, die **ungebetene Gäste nicht nur aufzeichnen, sondern auch abschrecken** kann.

Die LE232 ist eine IP-Kamera im Bullet-Format und besitzt einen 4-Megapixel-Sensor (2688 × 1520 Pixel) mit 103 Grad horizontalem und 53 Grad vertikalem Öffnungswinkel. Neben den Infrarotstrahlern, die laut Hersteller 40 Meter weit reichen, enthält die Kamera zwei LEDs für das sichtbare Spekt-

rum (30 Meter Reichweite) und einen Lautsprecher. Flutlicht, Ansprachen und Sirenen tönen sollen von der Kamera erkannte potenzielle Einbrecher verscheuchen.

Die Netzwerkanbindung der Kamera läuft per Fast Ethernet, die Stromversorgung per Power over Ethernet (IEEE 802.3af). Die LE232 ist ONVIF-kompatibel und lässt sich daher in ebensolche Netzwerkvideorekordersysteme integrieren. Die Kamera ist für rund 300 Euro erhältlich. (amo@ct.de)

Dem Cyberdealer auf der Spur



Schon wieder treibt er in unserem Lager sein Unwesen:
Der gefürchtet-günstige Cyberdealer! Was hat er mit unserer **heißen Hardware** vor? Und welche lukrativen **Lizenz-Deals** heckt er aus?

► **Orange Friday:**

26.11.2021

► **Cyberweek:**

29.11. - 03.12.2021

Vorab Infos unter:

thomas-krenn.com/deals21

+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS
KRENN®**

Exenwerk

AMDs Prozessoren und Beschleuniger für die Exascale-Rechner

Frontier soll als erster US-Supercomputer die Exascale-Mauer durchbrechen. Das Rüstzeug: mächtige MI200-Beschleuniger, spezielle Epyc-Prozessoren und flexibles Infinity Fabric – alles von AMD.

Von Carsten Spille

Vor rund 13 Jahren startete das US-amerikanische Department of Energy mit den nationalen Laboren in Sandia und Oak Ridge die Exascale-Initiative. Seitdem sind die mächtigsten Supercomputer der Welt bereits um den Faktor 1000 schneller geworden, durchbrechen die Exaflops-Mauer aber weiterhin nicht. Ein Exaflops sind eine Trillion Gleitkommaoperationen pro Sekunde, also eine 1 mit 18 Nullen oder 1 Milliarde Milliarden.

Neue Rechner müssen also her und momentan sieht es so aus, als mache die Maschine des Oak Ridge National Laboratory namens Frontier das Rennen – sofern da nicht der Tianhe-3 aus China dazwischenfunkt (siehe S. 42). Derzeit befindet sich Frontier im Aufbau und soll ab dem nächsten Jahr der Wissenschaft dienen. Ob das System rechtzeitig zur November-Ausgabe der Top500-Liste der schnellsten Supercomputer fertig wird oder ob man versucht, nur mit einem Teilaufbau den bisherigen Spitzenreiter zu entthronen, lesen Sie in der kommenden Ausgabe 26/2021 der c't. AMD-Chefin Lisa Su verriet derweil schon etliche Details über die Komponenten.

Spezial-Epycs mit V-Cache

Während die HPE-Sparte Cray den Supercomputer als Gesamtsystem aufbaut und den schnellen Interconnect Slingshot Dragonfly beisteuert, stammen die wesentli-

chen Lieferanten der Rechenleistung von AMD. Spezielle Epyc-Serverprozessoren und vor allem die Rechenbeschleuniger Instinct MI250X liefern die enorme Performance.

Basis der Frontier-Rechenknoten sind Epyc-CPUs der dritten Generation. Sie bekommen zusätzlich zu ihren 256 MByte Level-3-Cache noch einen V-Cache von 512 MByte, also insgesamt 768 MByte Last-Level-Cache. AMD nennt Performancevorteile von 50 Prozent, in Spezialfällen bei 16-Core-Epycs auch bis zu 66 Prozent. Wer mag, kann sich die Milan-X genannten Epycs in Microsofts Azure-Cloud mit virtuellen Maschinen der HBv3-Serie schon heute testen. Für Strömungs-simulationen (CFD) gibt Microsoft gar bis zu 80 Prozent Performanceplus an.

Die Epyc-Spezialversionen für den Exascale-Supercomputer Frontier haben je acht externe Infinity-Fabric-Links (IFIS), um speicherkohärent mit Rechenbeschleunigern des Typs Instinct MI250X zu kommunizieren. Ein 2P-Rack-Einschub bekommt dann insgesamt acht MI250X und bildet einen gemeinsamen Speicherpool.

Instinctgetrieben

Das Rechenleistungsherzstück von Frontier sind die MI250X-Beschleuniger. In der Bauform OCP Accelerator Module (OCP steht für Open Compute Project) und mit Flüssigkühlung verheizen sie bis zu 560 Watt; mit Luftkühlung sind noch



AMD-Chefin Lisa Su zeigt den MI250X-Chip.

500 Watt möglich. Dazu kommt die abgespeckte PCIe-Version MI210.

Die Multi-Chip-Module bestehen aus zwei Graphics Compute Dies (GCD) und acht HBM2E-Stapelspeicherchips mit je 400 GByte/s – zusammen 3,2 TByte/s. Die beiden GCDs sind mit bidirektionalen 400 GByte/s untereinander verbunden.

Ein MI250X-Modul hat 2 × 110 Compute Units (CUs) mit zusammen 14.080 Rechenkernchen, die bei 1,7 GHz rund 47,9 TFlops in 64-Bit-Gleitkomma-Genauigkeit (FP64) schaffen und FP32-Berechnungen paarweise packen können. Insgesamt dürften knapp 4000 solcher Knoten für die angepeilten 1,5 EFlops von Frontier ausreichen.

Zusätzlich haben die „Aldebaran“ getauften Chips noch Matrix-Cores, die bei Matrix-Matrix-Multiplikationen (GEMM) mit FP64-Genauigkeit 95,7 TFlops liefern. Die Matrix-Cores helfen auch beim KI-Training mit gemischter Präzision (BFloat16) und beim KI-Inferencing mit Ganzzahlen und reduzierter Genauigkeit (INT4/INT8), da sie auch dafür Register zusammenpacken können und somit bis zu 383 TFlops/TOps erreichen. Das sind wirklich enorme Werte und ein – im übertragenen Sinne – Quantensprung bei den Supercomputern.

Nvidias aktueller Data-Center-Champion A100 kann nur mit spezieller Programmierung ansatzweise mithalten [1]. Normalerweise schafft er 9,7 TFlops FP64, mit seinen Tensor-Kernen (vergleichbar mit den Matrix-Cores) 19,5 TFlops. Im Tensor-Core-Spezialformat TF32 (eigentlich ein 19-Bit-Hybrid) ist der A100 mit 312 TFlops nicht sehr weit hintendran, beim KI-Inferencing mit INT4-/INT8-Genauigkeit sowie mit dünnbesetzten Matrizen („Sparsity“) auf dem Papier sogar vorn.

Intels ganzer, aber stark verspäteter Packaging-Stolz Ponte Vecchio mit rund 100 Milliarden Transistoren verteilt auf 47 „Tiles“ kommt nur mit deutlich mehr Aufwand auf annähernd vergleichbare Grundwerte: Rund 45 TFlops sollen seine Vektoreinheiten derzeit schaffen – egal, ob mit FP32 oder FP64. Dürfen die Matrix-Engines rechnen, sind es bei reduzierter Präzision 8- (TF32) bis 16-mal (FP16/BFloat16) so viel, bei INT8 kommt noch einmal Faktor 2 drauf. (csp@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Carsten Spille, Alles auf KI, Nvidias Ampere-Architektur fürs Rechenzentrum im Detail, c't 13/2020, S. 132

NVMe-RAID mit GPU-Beschleuniger

Bei ihrer RAID-Technik nutzen die Firmen Gigabyte und Kioxia eine Nvidia-T1000-Karte als schnelle RAID-Engine für PCIe-4.0-SSDs.

Der Rackserver Gigabyte R282-Z9G ist eine Kombination aus Compute- und Storage-Server mit einem neuartigen Konzept: Die Rechenarbeit für das RAID-Subsystem mit bis zu 20 NVMe-SSDs erledigt eine Nvidia-GPU. Damit sollen Datentransferraten von über 30 GByte/s möglich sein und über 8 Millionen IOPS beim Zugriff auf zufällig verteilte 4-KByte-Datenblöcke. Weil die „SupremeRAID“-Beschleunigerkarte im System die RAID-Rechenarbeit erledigt, bleiben die bis zu 128 CPU-Kerne der beiden AMD-Epyc-Prozessoren des Servers unbelastet.

Das RAID-Konzept haben Gigabyte und Kioxia gemeinsam entwickelt. Der R282-Z9G wird daher auch vorbestückt mit Kioxia-SSDs ausgeliefert. Die beiden

AMD Epyc 7003 stellen die zur Anbindung der SSDs und der RAID-Karte benötigten PCIe-4.0-Lanes bereit. Die SupremeRAID-Software lässt sich bisher unter Red Hat Enterprise Linux (RHEL 8.4/CentOS 8.3), Suse Linux Enterprise Edition (SLES 15 SP2) und Ubuntu 20.04 nutzen. Ohne Prozessoren, RAM und SSDs kostet der R282-Z9G rund 7000 Euro.

(ciw@ct.de)



Im Gigabyte R282-Z9G mit zwei AMD Epyc 7003 übernimmt eine SupremeRAID-Karte mit Nvidia-GPU die RAID-Rechenarbeit.

SSDs mit PCIe 5.0 angekündigt, bessere Kühlung erforderlich

PCI Express 5.0 verdoppelt erneut die Datentransferrate, bei vier Lanes sind damit knapp 16 GByte/s möglich. Kioxia hat nun die **ersten SSDs mit PCIe 5.0** für Tests an ausgewählte Kunden verschickt. Die CD7 im EDSFF-E3-Format arbeitet zwar mit PCIe 5.0, nutzt aber nur zwei Lanes – die maximale Geschwindigkeit gibt Kioxia mit 6,45 GByte/s und rund einer Million IOPS an. Die CD7 soll im kommenden Jahr mit Kapazitäten von 1,92, 3,84 und 7,68 TByte erhältlich sein.

Auch der koreanische Hersteller Fadu hat PCIe-5.0-SSDs angekündigt. Die SSDs sollen jedoch mit vier PCIe-Lanes arbeiten



Kioxia CD7: möglicherweise die erste SSD mit PCIe 5.0 (PCIe 5.0)

und damit 15,6 GByte/s beim Lesen sequenzieller Daten sowie 3,4 Millionen IOPS erreichen; beim Schreiben sind es 10,4 GByte/s und 735.000 IOPS. Fadu verspricht SSDs in U.2-Bauform sowie den EDSFF-Bauformen E1.L, E1.S und E3.

Hochleistungs-SSDs mit PCIe 5.0 benötigen nach Angaben des Controller-Herstellers Phison mindestens 15 Watt elektrische Leistung, und in Zukunft werde man wohl aktive Kühlkörper benötigen, damit die Controller nicht aufgrund von Überhitzung die Übertragungsgeschwindigkeiten drosseln.

Die in Desktop-PCs und Notebooks für SSDs derzeit genutzte M.2-Bauform stößt mit den höheren Geschwindigkeiten an ihre Grenzen, unter anderem bei der Wärmeabfuhr. Über Kupferleitungen könne laut Phison mehr Wärme beispielsweise an das Mainboard abgeführt werden, ein neuer Stecker mehr Signalleitungen bereitstellen oder auch die Signalqualität verbessern. Schnellere Controller sind nach Unternehmensangaben nur noch mit Kühlkörpern möglich, moderne Fertigungsverfahren oder verbessertes Design reichen nicht mehr aus. (ll@ct.de)

nuPro AS-3500 HiFi-Soundbase: mit u. a. Dolby Digital (AC3), DTS Digital Surround, PCM bis 192kHz/24 bit, Analog- und Digitalanschlüsse, HDMI, Breite 90 cm, Musikleistung 240 Watt. Weiß oder Schwarz, mit magnetischer, schwarzer Stoßblende, 965,- Euro (inklusive 19% MwSt., zzgl. Versand - Gratissand in DE und AT)
Nuert electronic GmbH, Goethest. 69, D-73525 Schwäbisch Gmünd
Webshop: nuert.de · 30 Tage Rückgaberecht · Direktverkauf/Studios: Schwäb. Gmünd, Durburg · Expertenberatung +49 (0) 7171 87120

nuert

MEHR KLANGFASZINATION

nuPro AS-3500

- Unerhört klangstarke Soundbar, souverän elegantes Soundsystem
- Exzellenter HiFi-Klang, faszinierende Raumklang-Optionen
- Voice+ Optimierung für Sprache, Dialogue oder Hörbücher
- Bassstark – Subwoofer integriert
- Große Anschlussvielfalt, komfortables Klangmanagement

Nur direkt + günstig vom Hersteller nuert.de



**Klangweltverbesserer
Heimkinoheld**

video 4/21
HIGHLIGHT

Qualcomm® aptX™ HD Dolby Audio dts

Linux-Kernel 5.15: SMB-Server und neuer NTFS-Treiber

Ein frischer NTFS-Treiber verspricht, den Datenaustausch mit Windows zu erleichtern. Der neu im Kernel integrierte SMB-Server ist schlank und lässt Schnelligkeit erwarten.

Der Anfang November veröffentlichte Kernel Linux 5.15 verbessert den plattformübergreifenden Datenaustausch mit anderen Systemen. Dazu zählt der neue Treiber NTFS3, den Entwickler von Paragon Software vor einigen Monaten überraschend zur Aufnahme in den Kernel eingereicht hatten.

NTFS3 ersetzt den alten Kernel-NTFS-Treiber. Da dieser nur lesenden Zugriff beherrschte, hatten die meisten Anwender zuvor den FUSE-Treiber (Filesystem in Userspace) NTFS-3G genutzt.

Dessen unvollständig umgesetzte NTFS-Spezifikation konnte jedoch bei Abstürzen Dateisysteme beschädigt zurücklassen. Der neue Treiber implementiert NTFS in Version 3.1 vollständig. Das umfasst auch das Journal-Replay, das das Dateisystem im Falle eines Crashes weitgehend sicher wiederherstellen kann. Paragon will den Treiber auch zukünftig im Linux-Kernel pflegen. Neue Features sind bereits für die nächsten Linux-Versionen vorgesehen.

Mit KSMBD führt Linux 5.15 ein neues Modul ein, das einen SMB-Server bereitstellt, der auf größeren Daten durchsatz und mehr Leistung optimiert ist. Er soll keine Konkurrenz zu Samba sein, das sich bereits im Userspace um SMB-Verbindungen kümmert, sondern

eine Ergänzung darstellen. KSMBD liefert nur den Dateiserver; Extradienste wie das Active Directory bleiben Samba vorbehalten. KSMBD spricht zudem nur SMB Version 3. Clients mit früheren SMB-Versionen oder veralteten Authentifizierungsprotokollen wie NTLMv1 können keine Verbindung zum Kernel-SMB aufbauen. Das schafft einen schlanken Server, der zukünftig durch seine Nähe zur Hardware im Kernel weitere Features wie „SMB Direct“ in Linux einbringen soll.

Linux 5.15 ist ein Longterm-Kernel und soll bis mindestens Herbst 2023 gepflegt werden. Der Zeitraum verlängert sich üblicherweise deutlich, wenn sich genügend Freiwillige an der Wartung beteiligen.

(Oliver Müller/ktn@ct.de)

Fedora Linux 35 mit Gnome 41, Flathub-Filter und Wireplumber

Die Desktopumgebung Gnome macht in der Workstation-Edition von Fedora Linux 35 den Schritt auf Version 41. Die Paketverwaltung „Gnome Software“ bietet nun **Flatpak-Pakete von Flathub.org** an, wenn Nutzer bei Installation oder Upgrade zustimmen, Softwarequellen von Drittanbietern einzubinden. Das System fügt dann das Flatpak-Repository von Flathub hinzu. Darin findet sich allerdings nicht der gesamte Flathub-Software-Katalog, sondern ein Filter be-

grenzt die Auswahl. Bei Redaktionsschluss enthielt es lediglich Bitwarden, Postman, Minecraft, Zoom sowie Microsoft Teams und Skype. Zukünftig soll Gnome Software die 50 populärsten Flathub-Apps anzeigen, die nicht bereits in den regulären Fedora-Paketquellen bereitstehen und mit den Fremdanbieterrichtlinien des Fedora-Projekts vereinbar sind.

In der Softwarequellenverwaltung von Gnome Software ist auf den ersten

Blick nicht offensichtlich, dass es sich um ein handverlesenes Flathub-Repository handelt. Nutzer können den Filter deaktivieren und Zugriff auf den gesamten Flathub-Katalog erhalten, indem sie das Flathub-Repository über die gewohnten Wege manuell hinzufügen.

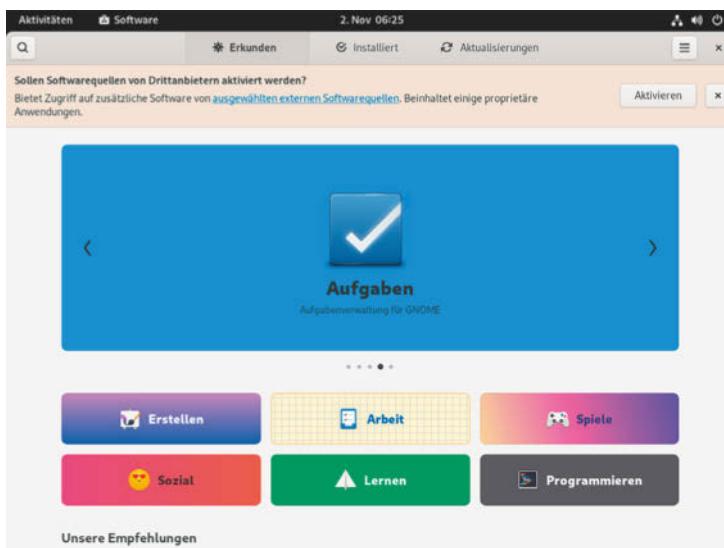
In Fedora 34 löste Pipewire den in die Jahre gekommenen Soundserver Pulse-Audio ab. Jetzt reichen die Entwickler den Session- und Audiogeräte-Manager „Wireplumber“ nach, der die Verwaltung von Ausgabe- und Eingabeschnittstellen verbessern soll, wenn mehrere Audiogeräte verbunden sind. Bei der Ansteuerung von Bluetooth-Geräten unterstützt Pipewire neuere Codecs wie mSBC und den schmalbandigen CVSD.

Mit Fedora 35 erscheint die Variante Fedora „Kinoite“, die Systempartitionen im Nur-Lesen-Modus einbindet und diese getrennt von den installierten Anwendungen aktualisiert. Das soll für ein besonders robustes System sorgen. Das Konzept gibt es mit „Fedora Silverblue“ bereits seit Fedora 29 mit Gnome-Desktop. Fedora Kinoite enthält stattdessen die Oberfläche KDE Plasma 5.22.

(David Wolski/ndi@ct.de)

Download Fedora Linux 35 Workstation und weitere Spins: ct.de/yzxc

Bevor Nutzer ausgewählte Apps von Flathub über Gnome Software installieren können, müssen sie Softwarequellen von Drittanbietern aktivieren.



Neuerungen bei GitHub: Mehr Projektmanagement

Auf seiner Entwicklerkonferenz Universe hat GitHub Testphasen für neue Funktionen angekündigt. Das Verwalten von Projekten soll dadurch einfacher werden. Den KI-Programmierhelfer Copilot gibt es künftig in IDEs von JetBrains.

Seit jeher zum Funktionsumfang von GitHub gehören Issues – darüber melden Nutzer gefundene Fehler und nehmen mit den Entwicklern einer Software Kontakt auf; auch ein rudimentäres Kanban-Board für die langfristige Planung ist

schon länger eingebaut. Bislang war das eine schmucklose Angelegenheit. Mit der jetzt startenden öffentlichen Beta-Phase kommen mehr Funktionen fürs Verwalten von Projekten dazu: Das Kanban-Board haben die Entwickler optisch aufgefrischt; neu sind unter anderem Sortierfunktionen. Die Karten mit Arbeitsaufträgen kann man nun thematisch oder zeitlich in einer Tabelle darstellen. Wie schon bei seinen CI/CD-Neuerungen wildert GitHub mal wieder im Revier von spezialisierten Anbietern, diesmal ist Kanban-Anbieter Trello (von Atlassian

aufgekauft) dran. Attraktiv an einer in GitHub-integrierten Oberfläche ist die direkte Verknüpfung von Karten mit Repositories und Issues.

Die GitHub Universe enthüllte noch weitere Neuigkeiten: Die Tastenkombination Strg+K (Cmd+K auf dem Mac) öffnet eine Schnellstart-Suchleiste, über die man fast ohne Maus in GitHub navigiert. Neu ist außerdem eine Kooperation mit IDE-Anbieter JetBrains: Der KI-Programmierassistent Copilot soll künftig in deren IDEs (wie PyCharm und IntelliJ IDEA) laufen.

(jam@ct.de)

Neuer GitHub-Chef aus Deutschland

Microsofts Tochterunternehmen GitHub hat einen neuen CEO. Thomas Dohmke, der die Geschäfte am 15. November von Vorgänger Nat Friedman übernommen hat, ist im Unternehmen kein Unbekannter: Er war zusammen mit Friedman 2018 von Microsoft gekommen, hatte die Übernahme mit vorbereitet und war seitdem Chief Product Officer.

Thomas Dohmke kommt aus Berlin und lernte in seiner Jugend auf einem Robotron KC 87 und dem Commodore C64 das Programmieren. Nach einem Studium an der TU Berlin gründete er 2011 das Start-up HockeyApp und entwickelte Testwerkzeuge für App-Entwickler. Diese Idee lohnte sich für ihn persönlich: Unternehmen und Idee verkaufte er 2015 an Microsoft, kam so selbst als Mitarbeiter nach Redmond und gelangte von dort schließlich zu

GitHub. In seiner Zeit als Produktmanager entwickelte sich GitHub vom reinen Git-Hoster zum Anbieter von zahlreichen Dienstleistungen für Softwareentwickler – auch durch weitere Einkäufe wie den von Paketmanager-Anbieter npm. (jam@ct.de)



Bild: GitHub

Lernte auf einem Robotron KC 87 das Programmieren: Thomas Dohmke ist neuer CEO von GitHub.

Kurz & knapp

In zwei populären npm-Paketen konnten Angreifer den **Windows-Trojaner Qakbot** platzieren, indem sie Konten von Maintainern übernommen haben. Betroffen waren die Pakete **coa** (Versionen 2.0.3, 2.0.4, 2.1.1, 2.1.3, 3.0.1, 3.1.3) und **rc** (Versionen 1.2.9, 1.3.9, 2.3.9). Wer diese Pakete per npm heruntergeladen hat, sollte den PC als kompromittiert betrachten und gründlich desinfizieren. Wer öffentliche Pakete anbietet, sollte unbedingt bei GitHub Zweifaktorauthentifizierung aktivieren, um Account-Diebstahl zu erschweren. Wer in GitHub eine Organisation verwaltet, kann in den Einstellungen verfügen, dass alle Mitglieder einen zweiten Faktor einrichten müssen. Wer sich weigert, wird ausgeschlossen.

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

500 Terabyte auf einer Compact Disc

In Quarzglas kann man Daten mit immenser Dichte speichern. Dabei erreichten Forscher aus Southampton erstmals Schreibgeschwindigkeiten von 225 Kilobyte pro Sekunde.

Ein Team um Peter Kazansky an der University of Southampton hat eine Langzeit-speichertechnik vorgestellt, bei der ein Laser hochdichte Nanostrukturen räumlich in einem Glaskörper verewigt. Die dabei erreichte Speicher-dichte entspricht dem Zehntausendfachen der Blu-ray-Technik; auf eine Glasscheibe in CD-Größe lassen sich bis zu 500 Terabyte schreiben. In früheren Veröffentlichungen hatten die Forscher bereits belegt, dass ihre Datenspeichertechnik extrem haltbar ist und theoretisch sogar mehrere Milliarden Jahre überdauern könne.

Erstmals gelang es nun, Daten darin mit höherer Schreibgeschwindigkeit zu speichern. Dafür setzen die Forscher einen Femtosekundenlaser ein, der mit kurzen Laserpulsen von der Dauer einiger Millionstel Milliardstel (10^{-15}) Sekunden feine Lamellenstrukturen von etwa 50×500 Nanometern im Glas erzeugt. Dabei kommt der optische Effekt der Nahfeldverstärkung zum Tragen, den schon schwache Laserpulse hervorrufen. Ihr Einsatz ver-

meidet Hitzeschäden im Glas und macht die Schreibtechnik energieeffizient. In der Theorie benötigt das Verfahren nur 0,2 Watt bei einer Schreibgeschwindigkeit von 225 Kilobyte pro Sekunde.

Mit dieser Technik ist es gelungen, Daten in fünf Dimensionen zu kodieren. Zur räumlichen Verteilung (3D) kommen noch zwei optische Dimensionen, denn die Nanostrukturen erweisen sich als anisotrop. Das heißt, sie erzeugen beim Auslesen eine Doppelbrechung des Lasers, die von der Ausrichtung der Lamellen ab-

hängt, und eine Verzögerung, die sich durch die Höhe der Lamellen einstellen lässt. Im Versuch ließen sich Gigabyte Textdaten mit einer Fehlerrate bis zu 3,7 Prozent auslesen. Mit einem Fehlerrorrekturalgorithmus senkten die Forscher die Fehlerrate auf null. Durch einen Laser mit höherer Wiederholrate glauben sie, künftig eine Schreibgeschwindigkeit von einem Megabyte pro Sekunde erreichen zu können. Langsamer als Blu-ray-Technik (4,5 Megabyte pro Sekunde), aber für die Ewigkeit archiviert. (agr@ct.de)



Bild: University of Southampton

Sechs Gigabyte Daten auf dieser Demo-Quarzglasscheibe beanspruchen nur vier Quadrate von jeweils $8,8 \times 8,8$ Millimeter.

Sprit aus dem Solarkollektor

Mit einer kleinen Solarraffinerie auf dem Dach erzeugt ein Team um Aldo Steinfeld, Professor für erneuerbare Energieträger an der ETH Zürich, seit zwei Jahren flüssigen Treibstoff. An einem durchschnittlichen Tag synthetisiert die Anlage etwa 100

Liter Syngas; das heißt, sie spaltet Kohlen-dioxid und Wasser aus der Luft in Sauer-stoff, Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Eine weitere Stufe **wandelt das Gasgemisch in Methanol oder Kerosin um**.

Die Minianlage nutzt einen 5-Kilo-watt-Solarreaktor. Eine zehnmal so große Anlage haben die Schweizer bereits getestet. Als höchsten Wirkungsgrad erreichten sie 5,6 Prozent – ein Wert, den die Wissen-schaftler noch steigern wollen. Ihr Traum ist es, Großanlagen in Wüstengebieten bei einer Sonneneinstrahlung von jährlich mehr als 2000 Kilowattstunden pro Qua-dratmeter aufzubauen. Sie plädieren für ein Quotensystem, um Fluglinien zum Ein-satz von 0,1 Prozent solarem Kerosin zu verpflichten. Mit dieser Forderung ließe sich die Technik optimieren und der Preis des CO₂-neutralen Flugzeugsprits verringern. (agr@ct.de)



Bild: ETH Zürich

Die kleine Solarraffinerie in Zürich gewinnt seit zwei Jahren CO₂-neutrales Kerosin aus Luft und Sonnenlicht.

Drohne schätzt Verletzte ein

An der Ruhr-Universität Bochum wird eine Drohne erprobt, die im Katastrophenfall **aus der Luft Puls und Atmung von Verletzten am Boden misst**. Auf diese Weise soll sie die Einsatzkräfte dabei unterstützen, alle Opfer rasch zu sichten und anhand ihrer Verletzungen zu priorisieren. Das System namens Falke bestimmt Herzschlag und Atemfrequenz per Abstands-messung. Die Daten dafür kommen von Radarsensoren, bereinigt um die Flugbe-wegungen der Drohne. Zusätzlich liefern Kamera und Infrarotthermografie Infor-mationen über Bewegungen und Tem-pe-raturunterschiede am Boden. Daraus fertigt Falke eine Übersichtskarte, die alle Opfer am Boden mitsamt einer farbkodier-ten Einschätzung der Schwere ihrer Ver-letzungen darstellt. (agr@ct.de)

Deep Rock Galactic: Seasons statt Updates

Ghost Ship Games wird sein Koop-Action-Game Deep Rock Galactic rund um eine Zwerge-Bergbau-gesellschaft künftig mit zeitlich begrenzt verfügbaren Saisoninhalten erweitern.

Mit „Season 01: Rival Incursion“ veröffentlicht Ghost Ship Games das erste Content-Update als Saisoninhalt. Die neuen Inhalte sollen rund vier bis fünf Monate lang spielbar sein und rund 100 freizuspielende Level und Herausforderungen enthalten. Um in den Saisonauflagen voranzukommen, sammeln die Zwerge in Bergbaumissionen auf Hoxxes IV zusätzlich Leistungspunkte. Ein neues Saisonterminal in der mit viel Humor gebauten Lobby zeigt Missionen, Punkte und anderes im Überblick.

Die erste Saison erweitert auch die Geschichte des Spiels: Jemand ist in das Territorium der Bergbaufirma auf Hoxxes IV eingedrungen und scheint das Gebiet in Beschlag zu nehmen. Mit neuen Industriesabotage-Missionen soll der Konkurrenz Einhalt geboten werden.

Entwicklerstudio Ghost Ship Games und Publisher Coffee Stain Publishing bleiben damit der bisherigen Linie treu, die das bereits im Mai 2020 veröffentlichte Koop-Spiel für vier Spielerinnen und Spieler auch nach Release mit neuen In-

halten versorgt. Die bislang erhältlichen kostenpflichtigen Zusatzpakete (DLCs) liefern hingegen nur optische Gimmicks. Deep Rock Galactic ist für rund 15 Euro auf Steam für Windows verfügbar, dank Proton läuft es auch unter Linux. (lmd@ct.de)



In den Saison-Herausforderungen sammeln die Zwerge Leistungspunkte.

Netflix: Erste Mobilspiele verfügbar

Der Videostreaming-Dienst Netflix macht seine Ankündigung wahr und bietet **Mobilspiele als Teil seines Streaming-Abos** an. Fünf erste – laut Netflix werbefreie – Spiele sind jetzt auf Android-Geräten im Play Store verfügbar. Die Installation ist kostenlos, vor dem Spielen muss man sich in der jeweiligen Spiele-App mit seinem Netflix-Konto anmelden. Zusätzliche Kosten fallen dabei nicht an. Auch auf Apple-Ge-

räten soll das künftig so laufen, die Umsetzung ist noch in Arbeit.

Zu den fünf bislang spielbaren Titeln zählen zwei, die an die erfolgreiche Serie Stranger Things anknüpfen: „Stranger Things 3: Das Spiel“ und „Stranger Things: 1984“. Außerdem gibt es „Wippen“, „Card Blast“ und „Shooting Hoops“. Die Spiele sind nur in Erwachsenenprofilen verfügbar. (lmd@ct.de)



Das Mobilspiel Stranger Things 3 ist an die erfolgreiche Netflix-Serie angelehnt.

Kurz & knapp: Spiele

Das Endzeit-Aufbauspiel **Surviving the Aftermath** verlässt am 16. November 2021 die Early-Access-Phase. Im Spiel errichtet man eine postapokalyptische Siedlung im Ödland, sammelt Ressourcen, wehrt Räuber und wilde Tiere ab und widersteht Naturkatastrophen. Das Spiel gibt es auf Steam und bei Epic Games.

Die Auslieferung der Handheld-Konsole **Steam Deck** verzögert sich. Valve Software hat den für Dezember 2021 angepeilten Release-Termin wegen Liefereschwierigkeiten auf Februar 2022 verschoben.

Epic Games gibt die Versuche, sein Battle-Royale-Game **Fortnite** in China zu veröffentlichen, auf. Auch die seit 2018 betriebene Testversion „Fortress Night“ wird nun eingestellt. Das Spiel hatte keine Zulassung von den chinesischen Behörden erhalten.

Neu in der c't-Welt: Workshops

c't-Workshops dauern einen Tag, widmen sich ausschließlich einem Thema und haben nur wenige Teilnehmer, die intensiv geschult werden. Das unterscheidet c't-Workshops von Webinaren und Konferenzen.

Ab sofort gibt es regelmäßig c't-Workshops. Die kommenden sind „Internetausfälle kompensieren: Multi-Access-Netze für KMU“ am 23.11. und „Docker und Container in der Praxis“ an mehreren Terminen. Die Teilnehmerzahl ist auf 10 bis 15 begrenzt, damit die Dozenten individuell auf jede Person und jede Frage eingehen können.

Im c't-Workshop „Internetausfälle kompensieren“ für KMUs am 23.11. beleuchtet Dozent Holger Zuleger unterschiedliche Access-Technologien und hilft, die Implementierung und den Betrieb redundanter Anbindungen zu meis-

tern. Es geht um Redundanzlösungen für KMUs sowohl für IPv4- als auch IPv6-Netze.

Den zweiten Workshop „Docker und Container in der Praxis“ von Jan Mahn haben wir über zwei Tage à 3,5 Stunden verteilt. Er richtet sich an Entwickler und Admins, die neu in das Thema einsteigen wollen – oder sollen. Es geht vor allem um die Herausforderungen im Alltag und um Erfahrungen auf der Kommandozeile: Software in Containern verpacken, Dienste via TLS im Internet veröffentlichen und Probleme effizient aufzuspüren. Alle Teilnehmer erhalten eine Cloud-Instanz, um selbst Hand anzulegen. Weil der Termin am 30.11. ganz aktuell gerade ausgebucht ist, bieten wir kurzfristig einen weiteren Termin am 1./2. März 2022 – schnell sein hilft.

(jr@ct.de)

Infos und genaue Inhaltsangabe der c't-Workshops: ct.de/ygdx

Der c't-Club-Newsletter und der optimale PC

Da haben wir was angerichtet! Im c't-Club-Newsletter konnten c't-Abonnenten den **Bauvorschlag Mini-PC** vorab lesen. Dieser ist Teil der Titelstrecke „Optimaler PC“ in der Ausgabe 24/2021.

Das Interesse war so groß, dass zum Hefttermin am 5. November viele Komponenten bereits ausverkauft waren. Die Geräteknappe, die die Branche derzeit beutelt, hat natürlich ihren Anteil daran. Leider ist es uns nicht möglich, vorab die benötigten Komponenten zu reservieren.

Unsere Projektseite mit Leserforum (ct.de/ygdx) informiert Sie über den aktuellen Stand.

Da wir auch in Zukunft Artikel vorab im c't-Club-Newsletter veröffentlichen, empfehlen wir den c't-Abonnenten, die den c't-Club-Newsletter noch nicht bekommen, sich ihn kostenlos zu holen (ct.de/ygdx). (jr@ct.de)

Leserforum „Der optimale PC“, c't-Club-Newsletter: ct.de/ygdx

Das Interesse der c't-Leser war so groß, dass die Komponenten für den Bauvorschlag Mini-PC schnell ausverkauft waren.



c't <webdev>: Es geht los

Kurz nach dem Erscheinen dieser c't, am 23. November, startet die **Frontend-Entwickler-Konferenz c't <webdev>**. Einen Tag lang geht es online in sechs Talks um das Thema Barrierefreiheit. Stefan Farnetani gibt in seinem Vortrag einen Überblick über Tools, mit denen man seine Seiten auf Barrierefreiheit testen kann. Benedikt Kulmann berichtet von Erfahrungen, die er beim barrierefreien Umbau eines größeren Projekts gemacht hat. Und Manuel Mauky erklärt, wie man Accessibility beim Entwurf von Web Components berücksichtigt. Annett Farnetani und Katrin Kampfrath demonstrieren, wie ein Content Management System gestaltet sein muss, um einer Redaktion die Möglichkeit zu geben, barrierefreie Inhalte zu erstellen. Jan Hellbusch gibt eine Einführung



Die c't <webdev> ist die größte Konferenz der c't und findet digital ab 23. November statt.

rung in Screenreader. Es folgen am 30.11. ein Tag zum Thema Performance und am 7.12. ein Tag rund um das Testing. Das Programm finden Sie auf der Homepage der Veranstaltung: <https://ctwebdev.de>.

Mit dem Wochenrhythmus lässt sich das Penum der drei Tage besser bewältigen als am Stück und Teilnehmer können die Konferenz so besser in ihre Workflows einbauen. Sie können einzelne Tage zum Preis von 199 Euro oder alle drei Konferenztage für 399 Euro im Paket buchen. Wir zeichnen alle Talks auf und machen sie anschließend für die Teilnehmer zugänglich. Sollten Sie also einen Talk oder einen Tag verpassen, können Sie ihn später ansehen.

Parallel zur c't <webdev> bieten wir noch folgende Workshops zur Vertiefung der Themen an: „Web Accessibility Fundamentals“ (ganztägig, 25.11.2021, 499 Euro), „Web Performance“ (ganztägig, 26.11.2021, 499 Euro), „Fortgeschrittene Typ-Level-Programmierung in TypeScript“ (ganztägig, 2.12.2021, 499 Euro) sowie „O Framework-Overhead mit Solid.js“ (halbtägig, 3.12.2021, 299 Euro).

(jo@ct.de)

MANAGED IT SERVICES

KEINE SORGENFALTEN MEHR, WENN ES UM IHRE IT GEHT

MANAGED PRIVATE CLOUD



Premium Full Managing:
Wir übernehmen Betrieb,
Updates & Konfiguration

MANAGED PUBLIC CLOUD



Hochskalierbar & flexibel,
auch für hybride Infra-
strukturen geeignet



www.centron.de

Drei Jahrhunderte Zeitungsgeschichte

deutsche-digitale-bibliothek.de/newspaper

Die Deutsche Digitale Bibliothek hat Zuwachs bekommen: **Deutsches Zeitungspotral** heißt der neue Bereich, der Ende Oktober online gegangen ist. Aktuell findet man darin digitalisierte Ausgaben von 247 historischen Zeitungen aus dem Bestand von neun Bibliotheken. Langfristig soll das Zeitungspotral alle digitalisierten historischen Zeitungen zugänglich machen, die in deutschen Kultur- und Wissenseinrichtungen aufbewahrt werden. Schon jetzt umfasst das Angebot stolze 600.000 Ausgaben, in deren rund 4,5 Millionen Zeitungsseiten die Besucher des Portals kostenfrei stöbern können; eine Registrierung ist dafür nicht notwendig.

Mit seinem selbsterklärenden Bedienkonzept verführt das Portal regelrecht zum Schmöker in den historischen Blättern. Besucher können sie nach Titel, Erscheinungsort und -datum filtern und nach Stichwörtern durchsuchen. Die Originalabbildungen lassen sich stufenlos vergrößern. Alle Ausgaben sind mit einer Lizenz oder einem Rechtehinweis versehen.

(dwi@ct.de)



Das Freiwilligenprojekt freut sich über Mithilfe. Wer ein Faible für Typografie und etwas freie Zeit hat, ist als Korrekturleser willkommen und E-Book-Freunde mit dem nötigen technischen Know-how sind eingeladen, sich an der Buchproduktion zu beteiligen.

(dwi@ct.de)



Herausgeputzte Klassiker

gutenberg.org

projekt-gutenberg.org

standardebooks.org

Literatur, die nicht mehr urheberrechtlich geschützt ist, kann als kostenloses E-Book im Internet angeboten werden. So entstanden freie digitale Bibliotheken wie das US-amerikanische **Project Gutenberg** und dessen deutsches Pendant **Projekt Gutenberg-DE**. Während bei Projekten dieser Art meist die Werktreue im Vordergrund steht, legen die Betreiber von **Standard Ebooks** besonderen Wert auf moderne Technik. So sind Inhaltsverzeichnis, Kapitelstruktur und Fußnoten der auf dieser Website angebotenen E-Books für moderne E-Reader aufbereitet. Konsistente Metadaten und klare Regeln bei Design und Typografie sorgen für ein einheitliches, schickes Erscheinungsbild der Bücher.

Aktuell gibt es bei Standard Ebooks ausschließlich englischsprachige Werke. Jedes Buch lässt sich als EPUB-, AZW3- und KEPUB-Datei herunterladen; zusätzlich bietet die Site eine „Advanced Epub“-Variante an.

Die Befreiung der „Landshut“

landshut77.de

Am 18. Oktober 1977 stürmte die Spezialeinheit GSG9 in Mogadischu die entführte Lufthansa-Maschine „Landshut“. Sie erschoss drei der vier PLO-Terroristen, die das Flugzeug in ihre Gewalt gebracht und den Kapitän ermordet hatten, und befreite die Geiseln an Bord. Auf **Landshut 77** hat die Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland (HdG) der Entführung und der Befreiung der Geiseln eine beeindruckende interaktive Ausstellung mit drei Themenbereichen gewidmet. Der Fokus liegt bewusst auf den Opfern.

Mit Videointerviews, Fotos, TV-Bildern und Textpassagen zeichnet das HdG-Team in der Rubrik „Ereignisse“ zunächst das Geschehen von der Entführung bis zur Befreiung nach. Die „Hintergründe“ ordnen das Geschehen aus geschichtswissenschaftlicher Perspektive ein und beleuchten zum Beispiel den damaligen Linksterrorismus oder die lange Zeit täterzentrierte Erinnerung. Am beeindruckendsten aber sind die „Stimmen“, die die Opfer ausführlich zu Wort kommen lassen. In Videos beschreiben sie die beklemmende Situation an Bord, aber auch die fragwürdige Rolle der Presse und den schwierigen Kampf um Anerkennung und staatliche Hilfe.

(mon@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ysb8



UNSER SORTIMENT VON TECHNIKERN FÜR TECHNIKER

The best part of your project:
www.reichelt.de

Nur das Beste für Sie – von über 900 Markenherstellern

Unsere Produktmanager sind seit vielen Jahren bei reichelt tätig und kennen die Anforderungen unserer Kunden. Sie stellen ein breites Spektrum an Qualitätsprodukten zusammen, optimal auf den Bedarf in Forschung & Entwicklung, Instandhaltung, IT-Infrastruktur und Kleinserienproduktion sowie auf Maker zugeschnitten.

Barebones & Mini-PCs - Konfigurieren Sie Ihr System selbst

Barebone Mini-PC-System Intel® NUC-Kit mit Intel® Pentium® Silver J5005 Prozessor

Das Intel® NUC-Kit besteht aus einem anpassbaren Mainboard und Gehäuse. Den Arbeits- und Datenspeicher sowie das Betriebssystem können Sie aus einer großen Auswahl wählen.

- Prozessor: Intel® Pentium® J5005, 1,5 GHz
- Speicher: ohne, 2x SO-DIMM DDR4-2400 (max. 8 GB)
- Laufwerksschacht: 1x 6,35 cm (2,5")
- Anschlüsse: 2x HDMI, 4x USB 3.2 Gen 1
- mit Gigabit LAN, WiFi, Bluetooth
- Maße: 115 x 111 x 51 mm

Hinweis: Da dieses System ohne Audio Codec geliefert wird, benötigen Sie ggf. eine USB-Soundkarte.



PRODUKT-TIPP

Bestell-Nr.:
INTEL NUC7PJYHN

229,95

PC-Systeme & Peripherie –
unser komplettes Sortiment
finden Sie hier:

<https://rch.lt/pc>

[Direkt entdecken ▶](#)



STUDIE: Lieferengpässe verursachen durchschnittlich Verluste von fast 1 Million Euro

Umfrage von reichelt elektronik zeigt, welche Folgen die globale Ressourcenknappheit und Lieferengpässe für deutsche Unternehmen haben ...

[Mehr Infos ▶](#)



PROJECT BLACK

TÄGLICH WECHSELNDE ANGEBOTE
VOM 22. 11. BIS ZUM 26. 11. 2021

[Nicht verpassen ▶](#)



Top Preis-Leistungs-Verhältnis

über 120.000 ausgesuchte Produkte

zuverlässige Lieferung – aus Deutschland in alle Welt

www.reichelt.de

Bestellhotline: +49 (0)4422 955-333

 **reichelt**
elektronik – The best part of your project

Es gelten die gesetzlichen Widerrufsregelungen. Alle angegebenen Preise in € inklusive der gesetzlichen MwSt., zzgl. Versandspesen für den gesamten Warenkorb. Es gelten ausschließlich unsere AGB (unter www.reichelt.de/agb, im Katalog oder auf Anforderung). Abbildungen ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel.: +49 (0)4422 955-333

TAGESPREISE! Preisstand: 3. 11. 2021

Unbeweglich

Keine Gewährleistung trotz Serienfehlers



Zeigt sich an einem Produkt ein serienmäßiger Material- oder Produktionsfehler, sollten Hersteller oder Verkäufer dem betroffenen Kunden ohne Weiteres Ersatz leisten. Weder bei Lenovo noch bei notebooksbilliger.de scheint das aber selbstverständlich zu sein.

Von Tim Gerber

Kurz vor Weihnachten vergangenen Jahres kaufte Thomas G. für seine Tochter Emma bei notebooksbilliger.de ein Notebook Lenovo IdeaPad 5 mit einer Ryzen-5-CPU, 15-Zoll-Display und einer 512 GByte großen SSD. Der Rechner kostete knapp 880 Euro.

Die Studentin war zunächst sehr zufrieden, doch nach ein paar Monaten schon ging das rechte Scharnier des Notebooks immer schwerer. Normalerweise neigen mechanische Teile wie solche Scharniere ja eher zum Ausleiern. Doch an dem Lenovo-Notebook von Emma G. wurde das Scharnier mit der Zeit immer

schwergängiger. Am Ende ließ sich der Deckel mit dem Display nur noch mit sehr viel Kraft öffnen und schließen und war damit kaum noch zu benutzen.

Anfang Juli wandte sich Emma G. deswegen an den Support des Herstellers und schilderte diesem ihr Problem. Der Support bat die Kundin um Übermittlung von Bildern, die sie per E-Mail einschickte. Sie zeigen das betroffene Scharnier von mehreren Seiten und lassen keinerlei äußere Beschädigung oder Kratzer erkennen.

Am 13. Juli antwortete ihr der Lenovo-Support, dass der von ihr „beschriebene Defekt von der Basisgarantie leider nicht

abgedeckt“ werde. Man könne ihr aber eine kostenpflichtige Reparatur in einer Lenovo-Werkstatt anbieten. Sie solle das Gerät einsenden und würde dann einen Kostenvoranschlag erhalten. Die Analyse sei für sie kostenlos.

Unversehrt

Umgehend beschwerte sich Emma G. bei Lenovo und wies darauf hin, dass das Notebook in den erst 7 Monaten von ihr sorgsam behandelt worden sei, sich deshalb in einem ausgesprochen gepflegten Zustand befindet und keinerlei äußere Beschädigungen aufweise. Um ein Scharnier durch unsachgemäße Behandlung in der bestehenden Weise zu beschädigen, bedürfe es erheblicher Gewalteinwirkung, die unvermeidlich sichtbare Spuren an dem Notebook hinterlassen haben müsste. Unmittelbar darauf erhielt sie die Rückmeldung von Lenovo, dass ihr Fall bearbeitet werde und sie eine Nachricht erhalte, wenn es neue Informationen dazu gebe.

Am 29. Juli fragte Emma G. nach, was den die Bearbeitung ihrer Beschwerde ergeben habe. Darauf erhielt sie am selben Tag die Nachricht, dass es bei der Ablehnung von Garantieleistungen bleibe. „Äußerliche Schäden werden nicht von der Basisgarantie gedeckt“, hieß es zur Begründung.

Obwohl an ihrem Notebook keinerlei äußere Schäden vorlagen, ließ sich die Kundin nun zähneknirschend auf den wiederholten Vorschlag ein, ihr Notebook zur kostenpflichtigen Reparatur an den Hersteller einzusenden. In einem Begleitschreiben vom 30. Juli wies die Kundin nochmals ausführlich darauf hin, dass es keine äußerlichen Schäden an dem Scharnier oder sonst an dem Gerät gebe. Die Werkstatt könne sich nun ja selbst davon überzeugen.

Am 6. September sandte die Lenovo-Werkstatt das Notebook unrepariert an die Kundin zurück. Das Gehäuse des Geräts sei durch äußere Einwirkung wie Erschütterung oder Sturz beschädigt. Das Chassis sei verformt. Die Garantie sei deshalb durch Eigenverschulden verloren gegangen. Den in Aussicht gestellten Kostenvoranschlag habe man nicht erstellen können, weil ein benötigtes Ersatzteil „aktuell“ nicht zu beschaffen sei.

Nun wandte sich Thomas G. an c't und schilderte uns den Vorgang um das von

ihm für seine studierende Tochter erworbenen Notebook. Da sich die Kunden bislang nur an den Hersteller im Rahmen dessen Garantieangebots gewandt hatten, empfahlen wir dem langjährigen c't-Leser, sich zunächst an den Verkäufer zu wenden und diesem gegenüber die gesetzlich verbrieft Gewährleistung bei derartigen Sachmängeln geltend zu machen. Am 22. Oktober antwortete notebooksbilliger.de dem Kunden mit einer ausführlichen E-Mail. Darin erläutert die Verfasserin dem Kunden erst einmal lang und breit die rechtlichen Unterschiede zwischen der Herstellergarantie und der gesetzlichen Gewährleistung, um am Ende auf die Frage der Beweislast zu kommen. Da seit

dem Kauf im Dezember bereits mehr als sechs Monate vergangen waren, sollte nun Thomas G. den Beweis antreten, dass das Scharnier an dem Notebook der Tochter deshalb blockiert war, weil bereits vor dem Kauf ein Verarbeitungs- oder Materialfehler daran vorlag. Und weil der Hersteller ja bereits festgestellt habe, dass das Gehäuse durch äußere Einwirkung, Erschütterung oder einen Sturz beschädigt sei, lehnte nun auch der Verkäufer die Gewährleistung ab – ohne freilich das Gerät selbst in Augenschein genommen zu haben.

Rein mechanisch

Wir fragten am 22. Oktober bei den Pressesprecherinnen beider Unternehmen an, warum sie bei einem klemmenden Scharnier an einem äußerlich völlig unversehrten Gerät ohne Weiteres die Garantie respektive Gewährleistung ablehnen und dem Kunden die Schuld in die Schuhe schieben. Am 27. Oktober antwortete uns Lenovo-Sprecher Georg Albrecht, dass es sich bei dem Scharnier an dem IdeaPad 5 um einen bekannten Serienfehler handle, der selbstverständlich unter die Herstellergarantie von Lenovo falle. Ein Servicemitarbeiter habe dies offenbar übersehen. Lenovo wolle nun direkten Kontakt mit dem Kunden aufnehmen und die Sache klären.

Am 29. Oktober antwortete uns auch notebooksbilliger.de: Man habe den Kunden bereits am 25. Oktober kontaktiert und ihm erklärt, dass man in der Regel nicht kontrollieren könne, wie es zu einem Schaden gekommen sei. Man habe sich darauf geeinigt, rasch prüfen zu wollen,

ob ein Sturzschaden oder unsachgemäße Handhabung ausgeschlossen werden könne. Sollte dies der Fall sein, werde man eine kundenorientierte Lösung finden. Zudem wolle notebooksbilliger.de „mit Lenovo den Fall aufarbeiten und Verbesserungen bei der Bearbeitung von Herstellergarantiefällen einfordern“.

Am 2. November schrieb notebooksbilliger.de dann an Thomas G., der das Notebook inzwischen dorthin geschickt hatte, dass man daran eine „mechanische Beschädigung“ festgestellt habe. Aus Kulanze wolle man ihm im Austausch aber ein neues Gerät anbieten. Dafür schlug der Händler zwei HP-Modelle und ein Honor Magicbook vor, aus denen der Kunde wählen sollte. Alle drei Modelle weisen zwar eine halbwegs adäquate Ausstattung auf, liegen preislich aber unter den 880 Euro, die Thomas G. für das IdeaPad bezahlt hatte.

Von dem seitens Lenovo zugestandenen Serienfehler hatte man bei notebooksbilliger.de offenbar nichts mitbekommen. Auf unsere Hinweise hin hat der Händler dann aber reagiert und sich mit dem Kunden geeinigt: Thomas G. erhält nicht nur das Ersatzgerät, sondern die Differenz zum höheren Kaufpreis des IdeaPads ausgeschüttet. (tig@ct.de) ct

**VOR
SICHT
KUNDE!**

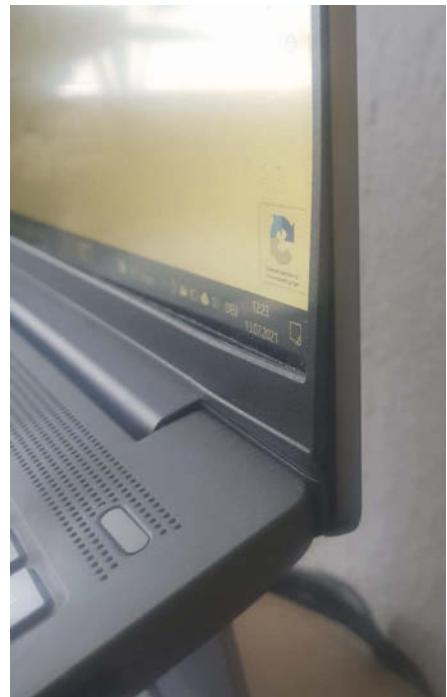


Bild: Thomas G.

Obwohl das klemmende Scharnier äußerlich keinerlei Spuren aufweist, wollen Verkäufer und Hersteller den Kunden für den Mangel verantwortlich machen.

Farbstarke Schönheiten

**4K, OLED, Mini-LED, LCD: Ausstattung,
Bildqualität und Nachhaltigkeit von Mittelklasse-TVs**



HDR-fähige 4K-TVs mit smarten Funktionen Seite 60
Streamingdienste mit Flatrate Seite 67

Welche Displaytechnik sorgt fürs schönste Bild, welche Apps und Komfortfunktionen bringen aktuelle Smart-TVs mit, wie steht es um die Haltbarkeit? Sechs Geräte mussten im Labor Antworten liefern.

Von Ulrike Kuhlmann

Corona und die dunkle Jahreszeit wecken den Wunsch nach einem neuen, größeren Fernseher. Wir haben uns sechs aktuelle Smart-TVs näher angeschaut, auf die Sie zur Weihnachtszeit in den Werbeprospekten stoßen könnten. Es handelt sich um Displays mit 55 Zoll, also 1,40 Meter Diagonale, das Philips-TV ist mit 58 Zoll (1,47 m) ein wenig größer. Alle sechs zeigen 4K-Auflösung mit 3840 × 2160 Pixeln und können kontraststarke HDR-Inhalte wiedergeben. Als Smart-TVs halten sie diverse Apps bereit, insbesondere Streaming-Apps von Netflix & Co., aber auch die Mediatheken oder Sky Ticket. Damit noch schneller geht, haben die TV-Hersteller den Fernbedienungen einige Direkttasten spendiert: Alle haben Netflix- und Prime-Video-Tasten, manche zusätzlich welche für Disney+, YouTube oder Rakuten.

Displaytechnik

Der 55A19LA von LG nutzt ein OLED-Display, die fünf anderen sind LCDs mit unterschiedlichen Backlight-Techniken: In Samsungs GQ55QN85A sitzen gleichmäßig verteilt im Displayrücken kleine Mini-LEDs, deren Leuchtkraft sich in 540 Zonen gezielt dimmen lässt, um Kontraste zu betonen. Auch im Hisense 55U8GQ steckt ein solches Direct-LED-Backlight, aufgeteilt in 200 Zonen; bei Sonys XR-55X90J muss man sich mit 24 LED-Segmenten begnügen. Philips und Xiaomi nutzen für den 58PUS8506/12 und den Mi TV P1 55" ein Edge-LED-Backlight, das sich nur komplett heller oder dunkler schalten lässt.

Bei diesen beiden TVs wird die Helligkeit einzelner Bildbereiche ausschließlich über den als Lichtventil wirkenden Flüssigkristall gesteuert. In OLEDs wie dem LG-TV leuchtet die organische Schicht selbst, sie dimmen auf Pixelebene mit

8 Millionen winzigen Zonen. Das erklärt den beeindruckenden Schwarzwert und die enorme Tiefe der Darstellung – an dunklen Stellen werden die Pixel ausgeschaltet. Die Nachteile der OLED-TVs: Sie sind nicht so hell und es droht Einbrennen.

Unübersehbare Folge des fehlenden Backlights im OLED-TV: Es ist in der oberen Hälfte mit nur 0,4 Zentimetern superdünn. Allerdings will auch die Videoelektronik untergebracht werden, weshalb die untere Hälfte mit 4,5 Zentimeter so dick aufträgt wie die LCD-Fernseher.

Auflösung

Falls Sie ein Gerät mit 8K-Auflösung in Erwägung ziehen, um auch für die Zukunft gerüstet zu sein: Vergessen Sie es vorläufig. Es ist nicht gesichert, dass ein aktuelles 8K-TV in einigen Jahren alle dann gültigen Standards erfüllt. Außerdem bringt die ultrahohe 8K-Auflösung derzeit wenig Gewinn, denn es gibt so gut wie keine Inhalte und es ist auch nicht absehbar, dass Hollywood demnächst Filme in 8K heraus-

bringt, geschweige denn Fernsehsendungen in 8K ausgestrahlt werden. Es ist allenfalls ein Vorteil durch die extrem kleinen Pixel zu erwarten, wenn Sie sehr häufig ihren PC anschließen, um Fotos am großen TV-Display anzuschauen. Solche Diashows sind aus mindestens zwei Metern Entfernung aber auch am guten 4K-Display ansehnlich.

Nicht zuletzt holen Sie sich mit dem 8K-TV einen energiehungriigen Gesellen ins Haus: Aufgrund der hohen Pixeldichte dringt bei LCDs nur wenig Licht der Hintergrundbeleuchtung durch die Pixelmatrix an die Displayoberfläche. Das Backlight muss also viel heller leuchten als im gleich großen 4K-TV, was den Energiebedarf in die Höhe treibt. Ähnliches gilt für OLEDs: Um mit den winzigen Pixeln ausreichend helle Bilder zu erzeugen, müssen diese mit sehr viel Strom versorgt werden.

Nachhaltig

Apropos Energie: Fast alle TVs sind derzeit in der untersten Energieeffizienzklasse G angesiedelt, einzig das Samsung-TV erreicht Klasse F. Wir haben die Leistungsaufnahme mit dem in IEC 62087-2 standardisierten Broadcast-Video ermittelt, die Ergebnisse finden sich in der Tabelle. Dass die TVs in derart miesen EEKs landen, liegt an den neuen Energielabels: Ihre Klassen reichen jetzt von G bis A statt wie zuvor bis A+++; diese neue Skalierung gilt für TVs ebenso wie für Kühlschränke, Waschmaschinen oder Lampen.



Direkttasten auf den Fernbedienungen der sechs Smart-TVs geben schnellen Zugriff auf Netflix & Co.



Hisense 55U8GQ

Hisense setzt auf ein IPS-Display mit 200 dimmbaren Backlight-Zonen aus RGB-Mini-LEDs. Die HDR-Wiedergabe gelingt kontraststark mit strahlenden Lichtern. Während die satten Farben stabil bleiben, bleichen dunkle Bereiche von der Seite aus und werden etwas rotstichig. Das Display ist in allen vier Ecken sichtbar abgeschattet. Für TV-Abende im dunklen Zimmer empfiehlt sich der Kino-Nacht-Preset mit Farbtemperatur „warm2“ und reduzierter Schärfeeinstellung. Der Zugriff auf den Umgebungslichtsensor versteckt sich im Untermenü zur Hintergrundbeleuchtung. Trotz flinkem 100-Hz-Panel schafft das TV per HDMI nur 4K mit maximal 60 Hz.

Die weiterentwickelte Vidaa-Oberfläche ähnelt Android TV, lässt sich aber weniger gut konfigurieren. Dafür reagiert der 55U8GQ angenehm schnell auf Eingaben mit der schlanken Fernbedienung. Zur Senderlistenbearbeitung am PC fanden wir das Tool Set-EditHisense; dessen kostenlose Version konnte die exportierte Liste jedoch nicht öffnen. Timeshift und Aufnahmen müssen mangels Aufnahmeknopf auf der Fernbedienung über das Menü gestartet werden. Während das TV im Hintergrund aufzeichnet, ist das Einstellmenü tabu.

Zusätzlich zu Downfire-Speakern sitzt im Rücken ein dicker Bass und oben ein nach oben gerichteter Lautsprecher für Surroundsound mit Dolby Atmos oder DTS Virtual:X. Im Standardmodus ganz ohne Effekte schallt einem der Ton angenehm aus der Bildmitte entgegen.

- ➔ hohe Peak-Luminanz für HDR
- ➔ Ausstattung
- ➔ ungleichmäßig ausgeleuchtet



LG OLED 55A19LA

Der OLED-Fernseher nutzt LGs aktuelle WebOS-Version, dessen überladener Homescreen lässt sich nicht entschlacken. Den günstigen Gerätepreis von unter 1000 Euro hat LG mit nur einem DVB-Tuner, nur drei HDMI-2.0-Ports und einem älteren KI-Prozessor realisiert. Und leider auch durch Einsparungen bei den Entspiegelungsfolien im Panel: Über die farbstabile und kontraststarke Darstellung legt sich an hellen Bildstellen von der Seite besehen ein leichter Grünstich.

Der Spiele-Optimierer im Schnellmenü ruft zwar das Gaming-Dashboard und den Low-Latency-Modus (ALLM) auf. Doch weil LG das OLED-Panel auf 60 Hertz ausgebremst hat, fehlt auch der variable Bildrefresh (VRR). Für Spieler taugt das günstige OLED also nicht.

Die im Werks-Preset aktive „Automatische Helligkeitsregelung“ scheint ein Pendant zu Samsungs unsinniger „Bewegungsgesteuerter Beleuchtung“ zu sein. Die Option für den Umgebungslichtsensor in den AI-Einstellungen bewirkte nichts. Im Submenü „OLED-Pflege“ ließ sich der Sensor unter den Energiesparoptionen mit „Energiesparschritt Automatisch“ aktivieren. Wer die Logoabdunklung sowie Bewegung der Anzeige im Untermenü „OLED-Panelpflege“ aktiviert und ab und an die Pixelansteuerung mit der „Pixelreinigung“ neu justiert, schützt das organische Display vor Einbrennen. Die unter „Empfehlungen zur Pflege“ angebotene Analyse der Sehgewohnheiten scheint dagegen eher der Datensammlung zu dienen als der OLED-Pflege.

- ➔ kontraststarkes, plastisches Bild
- ➔ geringe Maximalleuchtdichte
- ➔ überladener Homescreen



Philips 58PUS8506/12

Das TV-Display lässt sich auf dem silbernen Spreizfuß um circa 15 Grad zur Seite drehen, in seinem Rücken sind an drei Seiten kleine LEDs für Philips' Ambilight untergebracht. Als Betriebssystem dient Android TV, als Display ein VA-Panel mit Edge-LED ohne lokale Helligkeitsanpassung. Frontal sitzende Zuschauer sehen am TV eine kontraststarke Darstellung mit satten Farben. Doch leider verblassen diese von der Seite betrachtet stark. Sehr dunkle Bereiche werden nicht aufgelöst und das Bild gerät im HDR-Betrieb arg warm.

In unsere Negativliste nehmen wir auch das 2.0-Soundsystem auf: Es klingt hart, bassarm und ist allenfalls für Nachrichten oder Talkshows zu gebrauchen. Das TV-Einstellmenü ist viel zu verschachtelt.

Deutlich besser steht es um Komfortfunktionen wie die Senderorganisation am PC, Aufnahmen auf Festplatte oder zeitversetztes Fernsehen: Der Timeshift läuft automatisch an, sofern eine Festplatte oder ein ausreichend großer USB-Stick am TV hängt. Die Fernbedienung hält Aufnahme-, Start- und Stopptaste bereit und das Open-Source-Tool Chansort hilft, die Senderliste am PC zu sortieren. Favoritenlisten lassen sich aber auch direkt am Gerät sehr gut organisieren. HbbTV lässt sich für einzelne Sender deaktivieren. Ein weiteres dickes Plus: Wer Inhalte vom Smartphone auf dem großen Schirm darstellen möchte, findet mit dem Android-TV ein unproblematisches Gegenstück fürs Streamen.

- ➔ dreiseitiges Ambilight
- ➔ sehr blickwinkelabhängig
- ➔ schlechter Sound



Samsung GQ55QN85A

Samsung führt vorbildlich durch die Installation des TV, wirft dabei keinerlei Fragen auf, besteht allerdings auf Eingabe einer Postleitzahl. Die Tizen-Oberfläche lässt sich relativ gut konfigurieren und reagiert superschnell auf Eingaben mit der minimalistischen Fernbedienung.

Der QN85A hat 540 dimmbare Backlight-Zonen aus RGB-Mini-LEDs. Entsprechend farbstark und plastisch fällt seine Darstellung aus. Dass sie auch aus größeren Einblickwinkeln so bleibt, ist dem homogen ausgeleuchteten IPS-Panel zu verdanken – ungewöhnlich, denn Samsung-Fernseher haben meist VA-Panels. Das TV lässt sich übers WLAN und mit dem Mobilgerät einschalten, letzteres schluckt allerdings zusätzlich 0,25 Watt im Standby. Trotz Spitzleuchtdichte von fast 1200 cd/m² benötigt der Fernseher im Betrieb weniger Energie als die anderen 55-Zöller und landet deshalb als einziger in der Energieeffizienzklasse F. Es gibt diverse Energiesparoptionen, einige sind allerdings arg simpel. So reduziert die „Helligkeitsverringerung“ stumpf die Gesamtleuchtdichte. Ähnliches passiert bei der „Bewegungsgesteuerten Beleuchtung“. Der Umgebungslichtsensor verbirgt sich im Menüpunkt „Helligkeitsoptimierung“.

Der QN85A kommt für unter 1200 Euro ohne One-Connect-Box, stattdessen sitzen die Signaleingänge seitlich im eleganten Rücken des TV. Wie üblich hat Samsung sämtliche Analoganschlüsse aus dem TV verbannt und setzt auf das HDR-Format HDR10+ statt auf Dolby Vision.

- ⬆️ blickwinkelstabile Darstellung
- ⬆️ ausdrucksstarkes Bild
- ⬇️ teuer



Sony XR-55X90J

Sony nutzt die aktuelle Android-Variante Google TV. Diese organisiert die Empfehlungen auf dem Startbildschirm nach Inhalten statt nach Apps und überlädt ihn mit unzähligen Leisten, die mit vermeintlichen Vorlieben der Nutzer gefüllt werden. Die Leisten lassen sich nicht in einer gewünschten Reihenfolge organisieren, aber per „Apps only“ komplett ausblenden.

Der 55X90J hat kein Filmmaker-Preset, jedoch für Netflix den vergleichbaren Modus „Netflix kalibriert“. Da im Anwender-Preset alle harten Eingriffe in die Darstellung deaktiviert sind, kommt er dem Filmmaker-Modus nah. Von vorn ist das Bild des Sony-TV schön, er erzielt helle Spitzlichter und satte Farben, die Graustufenauflösung gelingt. Doch mit 24 Dimming-Zonen ist sein Backlight untermotorisiert für eine saubere Wiedergabe kontrastreicher Bewegtbilder, und das VA-Panel schwächt unübersehbar aus größeren Einblickwinkeln – dunkle Bildbereiche werden von der Seite matt, helle gelbstichig.

Weil Sony je nach Lautstärke andere Frequenzen betont, sind Klangoptimierungen per Equalizer fast unmöglich. Die Audio-Kalibrierautomatik des etwas bassarmen TVs scheint links und rechts zu verwechseln.

Unser Gerät bekam im Laufe des Tests ein Update fürs Gaming – aber leider nicht für die variable Refreshrate VRR; die erhielten nur die X85J-Modelle. Der hier getestete 55X90J kann trotz 100-Hz-Panel an HDMI maximal 60 Hertz und bleibt auch damit für Gamer tabu.

- ⬆️ gute HDR-Wiedergabe
- ⬇️ sehr blickwinkelabhängig
- ⬇️ überladener Homescreen



Xiaomi Mi TV P1 55"

Xiaomi nutzt ein ähnliches VA-Panel wie Philips mit Edge-LED-Backlight ohne Zonen-Dimming. Die Eigenschaften gleichen sich: satte Farben, ordentliche Darstellung von vorn, stark ausbleichendes Bild mit grauen Film-Balken von der Seite. Die Peak-Luminanz von 330 cd/m² ist zu gering. Immerhin löst das Mi TV dunkle Bildbereiche dank Subpixel-Rendering etwas besser auf. Auch Xiaomi nutzt Android TV, die Smartphone-Anbindung ist entsprechend einfach, die App-Auswahl aber geringer und der interne Speicher zu knapp bemessen.

In den meisten Bild-Presets sind manuelle Korrekturen erforderlich, was nicht so simpel ist, weil das Einstellmenü konstant die Hälfte des Bildes verdeckt. Überhaupt die Einstellungen: umständlich, lahm, inkonsistent. Wer kurz mal zappen will, ist mit dem Xiaomi-TV schlecht bedient, denn schnelles Tippen auf der Wippe führt meist nur zum nächsten Sender. Die Zifferneingabe bezieht sich stets auf sämtliche Sender, auch wenn eine Favoritenliste eingesetzt wurde. Am erfolgreichsten erscheint uns die Navigation in der Kanalliste über die Direkttaste. Die Zwischenbildberechnung des Displays blieb zuweilen aktiv, obwohl wir sie im Menü deaktivierten.

Der 500-Euro-Fernseher kann weder Timeshift noch Sendungen aufnehmen, Senderlisten lassen sich nicht exportieren. Die Audioausgabe stottert beim Einstellen und klingt billig. Mikrofone zur Sprachsteuerung sitzen in der Fernbedienung und auch im Gerät.

- ⬆️ preiswertes Android-TV
- ⬇️ sehr blickwinkelabhängig
- ⬇️ inkonsistente Bedienung

Das neue Effizienzlabel nennt die Diagonale und die Auflösung sowie den Energiebedarf pro 1000 Betriebsstunden für SDR- und HDR-Inhalte. Letztgenannter ist deutlich höher, bei einigen Testgeräten sogar mehr als doppelt so hoch. Leider hat die EU den Unterschied zwischen der Leuchtdichte im hellstmöglichen Bild-Preset und derjenigen im gemessenen Werks-Preset im EEEK-Standard nicht mehr begrenzt – im vormaligen Effizienzlabel durfte er 60 Prozent nicht unterschreiten. Hier will die EU-Kommission bis Ende 2022 nachschärfen.

Das EEEK-Label enthält einen QR-Code, der zur EPREL-Datenbank der EU führt. Diese hält zu jedem Gerät ein PDF mit weiteren Infos bereit, etwa zur eingesetzten Displaytechnik und zur maximalen Bildwiederholrate des TV. Außerdem finden sich Angaben zur Herstellergarantie, zum Supportzeitraum, wie lange der Hersteller Ersatzteile vorhält und wie lange er für das Gerät Software- und Firmware-Updates liefert. Wir haben diese Werte in der Tabelle vermerkt und entschlüsseln unter ct.de/yaf2 die Garantiebedingungen. Warum die Hersteller die Umgebungslichtsensoren ihrer TVs im PDF unterschlagen, hat sich uns nicht erschlossen. Alle haben einen solchen Sensor an Bord.

Bild- und Tonqualität

Im TV-Betrieb lässt sich über den Sensor die Schirmhelligkeit an die Raumhelligkeit anpassen: Tagsüber bleibt das Bild schön hell, abends wirds automatisch dunkler, sodass niemand geblendet wird. Beim Videoschauen kann das allerdings kontraproduktiv sein, denn in einem HDR-Kinofilm sind gerade helle Lichter gefragt. Zwei Displays im Test halten den sogenannten Filmmaker-Modus bereit, in dem die Darstellung so aussehen soll, wie es die Macher beabsichtigt haben. Darin werden die meisten Bildoptimierungen deaktiviert und vor allem die Zwischenbildberechnung ausgeschaltet.

Bei der Wiedergabe von HDR-Inhalten können LC-Displays mit dimmbarem Backlight punkten: Je mehr Zonen, desto präziser erstrahlen kleine Bildsegmente – etwa Sterne am Firmament oder Lichtbänder von Explosionen. Das macht sich bei Samsung und Hisense bemerkbar. Das Sony-TV kann das Backlight dagegen nur in sehr groben Zonen steuern, deshalb besitzen kontraststarke Objekte oft eine helle Aura. Da das OLED-TV die Leuchtdichte in jedem Pixel steuern kann, zeigt es auch

an bewegten Objekten oder schräg verlaufenden kontraststarken Kanten keine Säume. Allerdings sind gute LC-Displays in den Lichtern deutlich heller als gute OLEDs, das getestete LG-TV schafft sogar nur 570 cd/m² in der Spalte, bei Samsung

sind es über 1100 cd/m². Immerhin erzielt auch dieses OLED dank seines Pixel-dimmings ausgezeichnete Schwarzwerte. So entsteht trotz geringer Peak-Luminanz eine beeindruckende Bildtiefe – allerdings ohne den Punch vieler LCD-TVs.

Smarte 4K-TVs mit LCD- und OLED-Technik

Gerät	55U8GQ	OLED 55A19LA
Hersteller	Hisense	LG
Auflösung (Pixeldichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED
Diagonale / sichtbare Bildfläche	121 cm × 68 cm / 138 cm (55 Zoll)	121 cm × 68 cm / 138 cm (55 Zoll)
Backlight / Local Dimming	Direct-LED / ✓ (200 Zonen)	– (OLED) / ✓ (Pixeldimming)
Bildwiederholfrequenz Panel ¹	120 Hz	60 Hz
HDR-Formate	Dolby Vision (IQ), HDR 10+, HDR 10, HLG	Dolby Vision (IQ), HDR 10, HLG
Geräteabmessung mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	123 cm × 78 cm × 29 cm / 19 kg	123 cm × 77 cm × 27 cm / 18,7 kg
Rahmenbreite / Gehäusetiefe	1 cm oben u. seitlich, 1,6 cm unten / 4,6 cm	0,8 cm oben u. seitlich, 1,3 cm unten / 4,7 cm
Lochabstand Wandbefestigung	40 cm × 30 cm	30 cm × 20 cm
Energieeffizienzklasse SDR / HDR	G / G	G / G
Software-Update ¹ / Ersatzteile / Produktsupport ¹	8 Jahre ² / 7 Jahre / 10 Jahre	8 Jahre ² / 8 Jahre / 8 Jahre ²
Ausstattung		
Betriebssystem / Firmware-Version	VidaAI 5.0 / L0923	WebOS 6.0 / 03.20.30
Fernbedienung (Anzahl, Typ)	Riegelfernbedienung, Infrarot	Magic Remote, Bluetooth
Direkttasten auf Fernbedienung	Prime Video, Netflix, YouTube, Rakuten, DAZN	Netflix, Prime Video, Disney+, Rakuten TV, Google Assistant, Alexa
Lautsprecher / Abstrahlrichtung	2,1, 60 Watt / downfire+Bass+upfire	2,0, 20 W / downfire
Besonderheiten	Lautsprecher für Dolby Atmos	Autocal mit Calman
Eingänge		
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner / Anzahl CI-Plus-Slots	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 CI+ 1.4)
Composite / Komponente	✓ / –	– / –
HDMI	4 × HDMI 2.0 (eARC)	3 × HDMI 2.0 (eARC)
Audio analog-in / Audio-out / Kopfhörer	– / 1 × optisch / ✓	– / 1 × optisch / ✓
USB	1 × USB 2.0, 1 × USB 3.0	2 × USB 2.0
LAN / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ (5.0)
TV-Funktionen		
Favoritenlisten (Anzahl)	4	8
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift / zeitgesteuert aus EPG	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Senderliste exportierbar	✓	✓
HbbTV für einzelne Sender aktivierbar	✓	–
Messungen		
Umschaltzeiten TV digital (Wippe / Ziffer) ³	2,5–3 s / 4,5 s	2,5–3 s / 6 s
Helligkeitsregelbereich ⁴ / Ausleuchtung / Spitzenleuchtdichte HDR ⁵	64...542 cd/m ² / 65,8 % / 1055 cd/m ²	41...277 cd/m ² / 82,5 % / 570 cd/m ²
Leistungsaufnahme Aus / Standby / Betrieb (bei Helligkeit ⁴)	0,3 W / 0,3 W / 87,5 W (bei 223 cd/m ²)	0,5 W / 0,5 W / 78 W (bei 235 cd/m ²)
Kontrast / pro. Abweichung min. und erw. Sichtfeld	2286:1/58 %, 1315:1 /101 %	(nicht messbar)
Smart-TV-Funktionen		
Prime Video / Netflix / Apple TV / Disney+ / YouTube / Sky Ticket	✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
HbbTV / für einzelne Sender deaktivierbar	✓ / –	✓ / –
Filmmaker-Modus / HDR-Presets (Anzahl)	– / 3	✓ / 5
Sprachsteuerung	Amazon Alexa, Google Assistant	Amazon Alexa, Google Assistant
Chromecast integriert / AirPlay 2	✓ / –	✓ / ✓
Bewertung		
Bildeindruck TV / SDR / HDR	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ⊕
Klangeindruck	⊖	⊕
Ausstattung	⊖	⊖
Bedienung Gerätemenü / smarte Funktionen	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
Garantie	2 Jahre	2 Jahre
Preis	880 €	900 €

¹ laut EPREL (EU) 2017/1369 ² ab Abkündigung des Produkts ³ Mittelwert, Umschaltung zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Leider hat sich das LG-TV im Test als blickwinkelabhängig herausgestellt: Zwar bleiben die Farben und der Kontrast wie bei OLEDs üblich beim Blick von der Seite erhalten, aber helle Flächen bekommen einen leichten Grünstich. Das schmälert den gro-

ßen Vorteil – die Blickwinkelunabhängigkeit – des OLED-TVs gegenüber LCDs.

Diesbezüglich macht Samsung beim GQ55QN85A einen sehr guten Job: Die Mini-LEDs im LCD-TV sorgen für kontrastreiche Bilder, dank IPS-Panel sieht die

Darstellung auch von der Seite weitgehend so aus wie von vorn. In Sachen Einblickwinkel kann abgesehen vom OLED allenfalls das Hisense-TV ein wenig mithalten: Sein IPS-Display zeigt im TV-Betrieb auch von der Seite betrachtet aus-

58PUS8506/12	GQ55QN85A	XR-55X90J	Mi TV P1 55
Philips	Samsung	Sony	Xiaomi
3840 × 2160 (76 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA
128 cm × 72 cm / 147 cm (58 Zoll)	121 cm × 68 cm / 138 cm (55 Zoll)	121 cm × 68 cm / 138 cm (55 Zoll)	121 cm × 68 cm / 138 cm (55 Zoll)
Edge-LED / –	Direct-LED / ✓ (540 Zonen)	Direct-LED / ✓ (24 Zonen)	Edge-LED / –
60 Hz	120 Hz	100 Hz	60 Hz
Dolby Vision, HDR 10+, HDR 10, HLG	HDR 10, HDR 10+, HLG	Dolby Vision, HDR 10, HLG	Dolby Vision, HDR 10, HDR 10+, HLG
129 cm × 82 cm × 25 cm / 20,2 kg	123 cm × 77 cm × 20 cm / 20,8 kg	123 cm × 78,5 cm × 33,5 cm / 18,7 kg	123,5 cm × 77,5 cm × 29,5 cm / 11,9 kg
1 cm oben u. seitlich, 1,8 cm unten / 4,5 cm	0,8 cm oben u. seitlich, 1,1 cm unten / 3,4 cm	1,1 cm oben u. seitlich, 1,9 cm unten / 7,2 cm	1,1 cm oben u. seitlich, 2 cm unten / 8,4 cm
20 cm × 30 cm	20 cm × 20 cm	30 cm × 30 cm	30 cm × 30 cm
G / G	F / G	G / G	G / G
8 Jahre ² / 7 Jahre ² bzw. bis 31.12.2030	bis 8 Jahre ² / bis 31.03.2029 / 31.03.2029	bis 26.4.2029 / bis 26.4.2028 / 26.4.2023	bis 31.12.2031 / bis 31.12.2030 / 31.12.2030
Android TV 10 / 4.19.75	Tizen 6.5 / 1805.4	Google TV / 4.19.75	Android TV 10 / 4.19.79+
Riegelfernbedienung, Infrarot (Kopplung schlägt fehl)	Smart Remote, Bluetooth	Riegelfernbedienung, Bluetooth	Riegelfernbedienung, Bluetooth
Prime Video, Netflix, Philips TV Collection, Rakuten TV, Google Assistant, Ambilight	Netflix, Prime Video, Samsung TV+	Netflix, Prime Video, Disney+, YouTube, Mikro (Google Assistant)	Netflix, Prime Video, Google Assistant
2,0, 20 W / downfire	2,2, 60 W / downfire und Woofer	2,0, 20 W / downfire	2,0, 20 W, downfire
seitlich drehbar, dreiseitiges Ambilight	Fernbedienung mit Solarzelle, Tap View	AutoCal mit Calman, Netflix kalibriert	–
Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 CI+ Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 CI+ 1.4)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 CI+ 1.4)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 CI+ Slot)
– / –	– / –	✓ (Mini-Klinke) / –	✓ / –
4 × HDMI 2.1 (eARC, VR, ALLM)	4 × HDMI 2.1 (eARC, ALLM, VRR, 4k/120 Hz)	2 × HDMI 2.1 (eARC), 2 × HDMI 2.0	3 × HDMI 2.0 (1 × eARC)
– / 1 × optisch / ✓	– / 1 × optisch / –	– / 1 × optisch / ✓	– / 1 × optisch / ✓
1 × USB 2.0, 1 × USB 3.0	1 × USB 2.0, 1 × USB 3.0	1 × USB 2.0, 1 × USB 3.0	2 × USB 2.0
✓ / ✓ / ✓ (5.0)	✓ / ✓ / ✓ (5.0)	✓ / ✓ / ✓ (4.2)	✓ / ✓ / ✓ (5.0)
6	5	8	1
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	–
✓	✓	✓	–
✓	–	–	–
2-3 s / 2,5-4 s	2-2,5 s / – (keine Zifferntasten)	3,5-4 s / 4,5-7 s	5 s / 3-7 s
82...391 cd/m ² / 62,4 % / 340 cd/m ²	50...1095 cd/m ² / 86,9 % / 1160 cd/m ²	66...506 cd/m ² / 60,2 % / 916 cd/m ²	57...335 cd/m ² / 61,9 % / 333 cd/m ²
0,3 W / 0,3 W / 73 W (bei 237 cd/m ²)	0,5 W / 0,5 W / 72,5 W (bei 337 cd/m ²)	0,2 W / 0,2 W / 97 W (bei 337 cd/m ²)	0,4 W / 0,4 W / 80,6 W (bei 243 cd/m ²)
2227:1 / 101%, 1102:1 / 156%	1016:1 / 55%, 577:1 / 97%	2582:1 / 85%, 1294:1 / 137%	2495:1 / 103%, 1210:1 / 161%
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / –
✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
– / 5	✓ / 4	– / 4	– / 2
Amazon Alexa, Google Assistant	Amazon Alexa, Google Assistant, Samsung Bixby	Amazon Alexa, Google Assistant	Google Assistant
✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
○ / ○ / ⊖ ⁶	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ○ / ○ ⁶	○ / ○ / ⊖ ⁶
⊖	⊕	○	⊖
○	⊕⊕	⊕	⊖
⊖ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖ / ○	⊖⊖ / ○
3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	– (nur Gewährleistung)
930 €	1.170 €	900 €	500 €

⁴ gemessen auf Bild mit 50 % Weißfläche ⁵ gemessen auf Bild mit 10 % Weißfläche ⁶ Abwertung wegen Blickwinkelabhängigkeit

drucksstarke Bilder mit satten Farben und strahlenden Lichtern. Allerdings bleichen sehr dunkle Bildbereiche aus größeren Einblickwinkeln aus, was insbesondere bei 21:9-formatigen Kinofilmen stört: Die das Bild begrenzenden schwarzen Balken sind von der Seite besehen hellgrau und rotstichig.

Philips, Sony und Xiaomi nutzen sehr blickwinkelabhängige VA-Displays, ihr gesamtes Bild bleicht von der Seite stark aus und wird milchig flau. Für die beiden rund 900 Euro teuren Geräte von Sony und Philips ist das besonders ärgerlich, zumal ihre Darstellung von vorn durchaus ansehnlich ist.

Für den optimalen Klang bringen einige der smarten Fernseher eine Einmessfunktion mit, die ihre Audioausgabe an den jeweiligen Raum und die Position der Fernbedienung anpassen soll. So richtig überzeugt hat uns die Funktion indes bei keinem Gerät. Die beiden TVs von LG und Samsung brachten eine akzeptable Soundqualität zustande. Hisense hat seinem Gerät ordentliche Lautsprecher spendiert. Insgesamt wirkte sein Klang dennoch etwas unnatürlich – aber in jedem Fall besser als die bassarmen, undifferenzierten Lautsprecher in den TVs von Philips und Xiaomi.

Bedienkomfort

Drei der Testgeräte (Philips, Sony, Xiaomi) nutzen Android als Betriebssystem, Sonys XR-55X90J sogar Android in der aktuellsten Version namens Google TV; bei Philips und Xiaomi ist es Android TV. LG verwendet das hauseigene WebOS, Samsung Tizen und Hisense Vidaa.

Die Oberfläche von Android TV hat Google anhand der installierten Apps organisiert, die von Google TV an den Empfehlungen – letzteres wird schnell sehr unübersichtlich. Wer will, kann beide Android-Oberflächen mit wenigen Klicks aufräumen (Einstellung/Konten und Anmeldung/Nur-App-Modus). In diesem Modus verbleibt nur noch die App-Leiste auf der Startseite, sämtliche Google-Empfehlungen verschwinden.

LGs aktuelle WebOS-Oberfläche wirkt ebenfalls überladen. Wir haben keine Möglichkeit gefunden, sie abzuspecken. Etwas sparsamer kommt die Vidaa-Oberfläche von Hisense daher, konfigurieren lässt aber auch sie sich nur in Grenzen: Man kann die Reihenfolge der Apps verändern. Aufgeräumter geht es zunächst bei Samsungs Tizen zu, doch sobald der

Noch Fragen?

Sie möchten einen Fernseher kaufen und haben noch Fragen? Die können Sie am 2. Dezember 2021 in unseren Videochat loswerden. Ab 18 Uhr beantworten wir Ihre Fragen rund um Smart-TVs im Live-Chat unter ct.de/videochat. Wir freuen uns auf Sie!

Cursor auf eine der Apps zeigt, legt sich über die Auswahlleiste eine große Bühne mit Empfehlungen oder Optionen. Alle sechs Smart-TVs bieten Apps für die Streamingdienste von Netflix, Prime Video und Disney+ an und je nach Hersteller noch weitere Apps. Was Sie von diesen erwarten dürfen, beschreibt der Beitrag ab Seite 67.

Alle bis auf das Xiaomi-TV unterstützen Timeshift für Pause-TV, etwa während eines spannenden Films das Telefon klingelt – die Sendung wird im Hintergrund auf einen angeschlossenen Speicher aufgezeichnet, pausiert auf Knopfdruck und läuft nach Ende des Telefonats an gleicher Stelle weiter. Aufnahmen kompletter Sendungen auf Knopfdruck oder aus dem EPG heraus sind ebenfalls möglich. Sofern das Fernsehgerät zwei Tuner besitzt, kann es ein anderes Programm anzeigen als das, was gerade aufgezeichnet wird. Alternativ zu den Aufnahmen bieten sich die Mediatheken an, die viele TV-Sendungen zum späteren Anschauen bereithalten. In Sachen Bedienkomfort spielen die Umschaltzeiten eine große Rolle: Wir haben die Dauer bis zum Senderwechsel nach Betätigen der Wippe und nach einem Druck auf die Zifferntasten ermittelt (siehe Tabelle).

An Konsole, PC oder Mobilgerät

Alternativ zu ihren eingebauten Smart-Funktionen lassen sich die Geräte als dumme Displays mit angeschlossenem Streaming-Stick oder als Desktop-Monitor betreiben. Alle sechs können bei 4K-, Full-HD- und XGA-Auflösung am PC den Over-scan abschalten, um den Windows-Desktop ohne Beschnitt anzuzeigen. Wer einen Fernseher als Gaming-Display nutzen will, sollte prüfen, ob das Display 120 Hertz an HDMI und die variable Refreshrate VRR sowie FreeSync oder GSync unterstützt. Im Test ist das nur bei Samsung der Fall.

Um als großes Displays fürs Smartphone zu dienen, sollte das TV Apple AirPlay oder Google Chromecast beherrschen: Ein Klick auf das Casting-Symbol

direkt in Anwendungen wie YouTube oder Netflix übergibt den Inhalt ans TV-Display; das Smartphone kann sich schlafen legen. Alle TVs bis auf das von Xiaomi erwiesen sich als flexible Partner zum Android-Smartphone. Über die Android-Einstellung „Bildschirm übertragen“ ließ sich der Schirminhalt des Smartphones auf alle TVs spiegeln, inklusive Bedienelementen und Zoom-Option. Bei LG und Samsung besteht dabei die Wahl zwischen Vollbild und einem kleineren Overlay. iPhones verbinden sich per Airplay mit den TVs von LG, Samsung und Sony.

Fazit

Unsere sechs Kandidaten haben sich insgesamt wacker geschlagen, echte Ausfälle gab es nicht. Beklagenswert sind jedoch die geringen Einblickwinkel und die damit einhergehenden starken Darstellungsänderungen bei Philips, Sony und Xiaomi. Das Philips-TV krankt zudem an seiner mäßigen Auflösung dunkler Graustufen. Bei Hisense verblassen von der Seite nur sehr dunkle Bildbereiche. Das stört vor allem bei Kinofilmen, im normalen TV-Alltag wird man davon weniger bemerken. Deutlich blickwinkelstabilere Darstellungen bieten die Displays von Samsung und LG. Dass LG beim vergleichsweise günstigen OLED-TV ausgerechnet an Folien für die blickwinkelstabile Darstellung gespart hat, ist ärgerlich. Cineasten greifen deshalb besser zu den etwas teureren OLED-Modellen oder zu Samsungs GQ-Serie mit Mini-LEDs und IPS-Panel. Gegen das Einbrennen von Inhalten am OLED sieht LG etliche Maßnahmen vor; wer diese im Menü aktiv lässt, dürfte weitgehend verschont bleiben.

Das Xiaomi-TV kostet nur die Hälfte der anderen Geräte im Test, weshalb etwas Nachsicht angebracht ist. Für normalen TV-Gebrauch geht seine Darstellung in Ordnung, die Bedienung ist allerdings inkonsistent, der interne Speicher zu gering und die Ausstattung mager.

Wer sich auf die Suche nach einem neuen Fernseher begibt, sollte im Laden den QR-Code auf dem Energielabel scannen. Aus den verlinkten PDFs lässt sich bereits einiges herauslesen. Wie gut die dort genannten Voraussetzungen – etwa ein flinkes 100-Hz-Panel – vom Hersteller genutzt werden, geht daraus allerdings nicht hervor.

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

Garantiebedingungen, Einstelltipps: ct.de/yaf2



Zerklüftete Streaming-Landschaft

Alle gegen Netflix: Videostreamingdienste im Vergleich

Wollen Sie nicht alle Abo-Video-dienste buchen, wird die Wahl immer schwieriger. Denn die Zahl von Streamingdiensten mit All-You-Can-Watch-Buffet steigt unaufhörlich, angestammte Anbieter bauen währenddessen ihr Sortiment aus.

Von Nico Jurran

Netflix' Idee eines Videostreamingdienstes, bei dem man gegen eine feste monatliche Gebühr mehr oder minder jeden Film aller Studios sehen kann, ist endgültig Geschichte. Nachdem sich Disney vom Filmstudio zum Betreiber eines Flatrate-Dienstes mit über 115 Millionen Abonnenten gewandelt hat, folgen immer mehr Studios diesem Beispiel und bieten ihre Inhalte ebenfalls selbst über ein solches Abomodell an.

In den USA sind neben Disney auch bereits NBCUniversal (zusammen mit

Dreamworks und Lionsgate), Paramount (inklusive Nickelodeon, Comedy Central, MTV) und Warner mit eigenen Diensten vertreten. Auf den deutschen Markt mischen diese Studios künftig ebenfalls mit, wenn auch nicht als eigenständige Dienste, sondern als Teil des Streamingangebots von Sky. So will der TV-Anbieter noch in diesem Jahr NBCUniversals „Peacock“ unter seine Fittiche zu nehmen, 2022 soll „Paramount+“ folgen.

Durch Lizenzvereinbarungen mit Warner erreichte Sky zudem, dass dessen

Dienst „HBO Max“ seinen jüngsten Europastart auf die Länder begrenzte, in denen Sky selbst nicht aktiv ist. Somit bleibt Sky die erste deutsche Abo-Anlaufstelle für HBO-Serien und Warner-Filme (auch wenn die Streifen mit einigem zeitlichen Abstand auch schon mal bei anderen Diensten auftauchen).

Trügerische Zahlen

Die Folgen dieser Entwicklung treffen Netflix und dessen Kunden schwerer, als es auf den ersten Blick scheinen mag: Ohne die Studios als Lieferanten versiegt nicht nur der Zufluss an außergewöhnlichen Inhalten, sondern auch an Filmen und Serien, die den Massengeschmack treffen. Um weiter alle Kunden bei Laune zu halten, muss Netflix die entstandenen Lücken schnell und umfassend stopfen. Dazu produziert der Dienst selbst mehr – und zwar über alle Genres hinweg.

Zudem versucht Netflix, sich mit Produktionen von Studios einzudecken, die noch unabhängig sind. Da Amazon Prime Video und Apple TV+ aber ebenfalls auf

der Suche nach Inhalten sind, ist deren Beschaffung zu einem echten Kampf geworden. Aufkäufe wie der von MGM durch Amazon führen zudem dazu, dass das Angebot an freien Filmen und Serien weiter schrumpft und im Gegenzug die Lizenzkosten steigen und steigen. Satte 70 Millionen US-Dollar soll Apple an Sony Pictures, das letzte große Major-Studio ohne eigenen Abodienst, für das Kriegs drama „Greyhound“ gezahlt haben, 25 Millionen Dollar für den Filmfestival-Gewinner „CODA“ – ein neuer Rekord für eine Independent-Produktion. Netflix nahm die gestiegenen Kosten zuletzt bereits zum Anlass, die Preise zu erhöhen.

Schaut man nur auf die reinen Zahlen (in der Tabelle, ermittelt mithilfe der Dienste „JustWatch“ und „WerStreamt.es?“), so scheint die Entwicklung Netflix' Titelauswahl gegenüber dem vergangenen Jahr nicht geschadet zu haben [1]. Bei genauerem Blick stellt man jedoch fest, dass der Dienst sein deutsches Angebot in den vergangenen Monaten teilweise mit Filmen aus Skandinavien und Italien aufgefüllt hat. Das wäre an sich okay, jedoch sind die neuen Inhalte oft nur in der Originalsprache (mit deutschen Untertiteln) abrufbar. Das verärgert verständlicherweise viele Kunden.

Das eigentliche Problem liegt aber bei der Zersplitterung des Marktes, die vielen Nutzern vorher überhaupt nicht klar war: Marvel bei Disney+, aber Spider-Man bei Sony Pictures, DC Comics bei Warner, Star Trek bei Paramount, „Stranger Things“ bei Netflix, „The Boys“ bei Amazon Prime Video, der neue Tom-Hanks-Film „Finch“ bei Apple TV+ und so weiter und so fort.

Und die Aufsplitterung des Angebots an guten Serien und Filmen über etliche Dienste hinweg ist nicht nur nervig, sondern wird für Vielgucker auch zu einer kostspieligen Angelegenheit.

Preise und Leistungen

Wer die US-Dienste Apple TV+, Amazon Prime, Disney+ und Netflix nutzen möchte, zahlt schon jetzt monatlich rund 30 Euro – und bekommt bei Netflix dafür nicht einmal die beste Bild- und Tonqualität, weil das Basis-Abo für 7,99 Euro pro Monat nur einen SD-Datenstrom umfasst. Will man ein 4K-Bild und 3D-Ton, schnellt der Preis auf monatlich 17,99 Euro hoch. Dafür kann man dann auch bis zu vier Streams parallel abrufen, was aber die wenigsten ausnutzen dürften.



Amazon Prime Video

Die Bedienoberfläche des Videostreamingdienstes wurde jüngst überarbeitet – mit gemischem Erfolg: Schön ist, dass es jetzt mehrere Profile mit individueller Kindersicherung gibt. Übersichtlicher ist das Angebot aber nicht geworden, zumal Amazon weiter Abo- und Miet-/Kaufangebote vermischt. Dadurch übersieht man leicht einige der durchaus originellen Originals. 3D-Ton gibt es weiterhin nur extrem selten und dann auch nur für die englische Sprachfassung.

Neben Eigenproduktionen bietet Amazon Prime Video auch Filme fremder Studios an – in der Regel mit Originalton, allerdings nur ohne die dazu passenden Untertitel. Das ist bedauerlich für Nutzer, die auf diese Stütze bauen. Fußballfans können sich darüber freuen, dass Amazon die Rechte für Spiele der UEFA Champions League erworben hat und diese ohne Zusatzkosten live streamt.

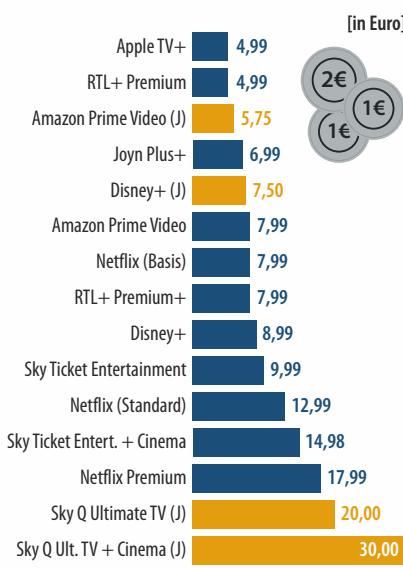
- ⬆ großer Katalog mit einigen Perlen
- ⬆ Originals üblicherweise in 4K/HDR
- ⬇ viele Filme ohne englische UT
- ⬇ unübersichtliche Bedienoberfläche

Dazwischen liegt mit 12,99 Euro pro Monat der Standardtarif mit zwei HD-Datenströmen, ohne HDR und 3D-Ton. Mit bestem Bild und besten Ton wäre man bei den vier Diensten also insgesamt bei monatlich 40 Euro.

Die RTL-Gruppe und ProSieben-Sat.1/Discovery bieten ihre Dienste RTL+ (früher TV Now) und Joyn zwar auch kostenlos an, allerdings nur mit eingeschränktem Angebot und in SD-Qualität. Erst eine Monatsbeitrag von 4,99 Euro (Joyn Plus+) beziehungsweise 6,99 Euro (RTL+ Premium) bringt das volle Programm und HD-Auflösung. Auch die Werbeeinblendungen während der Wiedergabe von Streams fallen hier weg – von der Werbung beim Live-TV einmal abgesehen, das man sich hier auch streamen

Monatspreise Streamingdienste

Unten ist aufgelistet, wie viel man aktuell monatlich für die einzelnen Dienste bezahlt. Joyn, Netflix, RTL+ und Joyn sind jeweils mit mehreren Tarifen am Start. Disney+, Amazon Prime Video und Sky bieten Jahresabos an (mit (J) und orangen Balken gekennzeichnet), bei denen wir die Preise auf den Monat umgerechnet haben. Sky Q Ultimate enthält ein Netflix-Basis-Abo.





Apple TV+

Im Vergleich zur Startphase hat Apple TV+ die Schlagzahl bei den Veröffentlichungen erhöht, die Titelauswahl ist im Vergleich aber weiterhin mickrig – auch weil es weiterhin keine Titel gibt, die schon einmal anderswo zu sehen waren. Immerhin bleibt der Dienst dem Konzept „Klasse statt Masse“ treu. Freunde von Drama-Serien kommen eher auf ihre Kosten als Comedy-Action-Fans. Bemängeln lässt sich die sehr amerikanische Ausrichtung des Dienstes.

Keine Schwächen zeigt Apple TV+ bei Bild und Ton: Als einziger Dienst ist Dolby Atmos bei der deutschen Synchronfassung Standard, 4K-Auflösung und ein Bild in HDR10 und Dolby Vision sowieso. Englische Untertitel sind ebenso selbstverständlich.

Ein Problem bleibt die Namensähnlichkeit zur App „Apple TV“, die auch den Miet-/Kaufdienst iTunes umfasst. Bei Apple TV+ zahlt man aber nichts extra.

- ⬆️ einige sehenswerte Originals
- ⬆️ beste Bild- und Tonqualität
- ⬇️ sehr wenig Content
- ⬇️ App vermischt Abo und iTunes



Disney+

Disney+ ist erwachsen geworden: Neben den jugendfreien Zonen mit Inhalten von Disney, Pixar, Star Wars und Marvel gibt es jetzt den Bereich „Star“, in dem auch Action- und Horrortitel zu finden sind – allerdings auch Serien wie „Golden Girls“. Dass das gesamte Star-Angebot unter einen Reiter gestopft wird, wirkt sich negativ auf die Übersichtlichkeit aus.

Bei den Star-Originals legt Disney+ aktuell zu, bei Filmen ist der Dienst allgemein mit frühen Veröffentlichungen bereits top. Daher stören auch die Aktionen für kostenpflichtige Vorabzugriffe nicht zu sehr.

Mit UHD-Auflösung und recht häufig anzutreffendem Dolby-Vision-Bild spielt Disney+ bei der Bildqualität ganz oben mit. Englischer Ton ist teilweise sogar in Dolby Atmos abrufbar – und üblicherweise mit englischen Untertiteln. Die deutsche Fassung gibt es aber bestenfalls in 5.1.

- ⬆️ gute Filme und Serien
- ⬆️ 4K/DV mit englischem 3D-Ton
- ⬇️ Originalton/-untertitel Standard
- ⬇️ unübersichtlicher „Star“-Bereich



joyn Plus+

joyn Plus+ richtet sich vor allem an die Fans der ProSiebenSat.1-Gruppe: Ausgewählte Serien lassen sich hierüber bis zu sieben Tage im Voraus abrufen. Die Bezahlversion des sonst werbefinanzierten Streamingdienstes gewährt zudem Zugriff auf eine große Auswahl an Filmen und Serien, darunter sehenswerte Originals. Live-TV-Streaming wird für über 70 Sender geboten, davon acht Pay-TV-Kanäle. Die Werbeclips, die Joyn (ohne Plus+) zum Start jedes Live-TV-Streams und bei jedem Programmwechsel einspielt, entfallen hier.

Technisch hinkt der Dienst weit hinterher: Maximal gibt es HD-Bild und Stereo-Ton – obwohl der Dienst im vergangenen Jahr 5.1-Sound angekündigt hat. Auch die Beschränkung auf ein einziges Nutzerprofil ist nicht mehr zeitgemäß. Immerhin gibt es bei US-Produktionen teilweise englischen Originalton, allerdings komplett ohne Untertitel.

- ⬆️ interessante Originals
- ⬇️ nur HD-Bild und Stereo-Ton
- ⬇️ keine Untertitel
- ⬇️ nur ein Stream und ein Profil

lassen kann. Doch vor Beginn muss man sich bei RTL+ weiterhin einen Werbespot anschauen. Den wird man bei RTL+ nur gegen einen Aufpreis von 3 Euro los. Dafür gibt es hier dann auch Originalton und einen zweiten Stream.

RTL+ soll sich laut Anbieter im ersten Halbjahr 2022 zum ersten „allumfassenden Medien-Abo in Deutschland“ weiterentwickeln. Das Abonnement wird dann nicht nur Filme und Serien, Shows, Dokumentationen, Sport und Information enthalten, sondern auch ein Musikangebot, exklusive Podcasts, eine Hörbuch-Bibliothek und Zugang zu digitalen Premium-Zeitschriften. Ob und wie sich dies auf die Preise auswirkt, ist noch nicht bekannt.

Disney+ hat parallel zur Integration von „Star“ den Monatspreis von 6,99 auf

8,99 erhöht, holt viele Interessenten aber mit einem Jahresabonnement für 89,99 Euro ab, umgerechnet rund 7,50 Euro pro Monat. Den offiziellen Preis von Amazon Prime Video von 7,99 Euro pro Monat kennen viele wiederum wahrscheinlich nicht einmal, da die meisten Kunden eine Prime-Mitgliedschaft für 69 Euro (entspricht 5,75 Euro pro Monat) beim Versandhändler Amazon abgeschlossen haben dürften. Diese enthält neben dem Videodienst noch andere Leistungen. Käufer bestimmter Apple-Hardware erhielten früher zwölf Monate Apple TV+ kostenlos, seit dem 1. Juli sind es nur noch drei Monate.

Sky mit Zweiteilung

Bei Sky ist die Geschichte komplizierter, da das Unternehmen zwei Plattformen mit

unterschiedlichen Konditionen betreibt. Da wäre zunächst „Sky Ticket“ als reines Streamingangebot, das auf verschiedenen Endgeräten (darunter Smart-TVs) abrufbar ist und maximal HD-Auflösung mit 5.1-Ton bietet. Daneben gibt es „Sky Q“, das nur mit speziellen Receivern nutzbar ist, bei dem man unter anderem auf Skys Digital-TV-Sender zugreifen kann und bei dem es Streams auch schon mal in Ultra-HD-Auflösung gibt – sofern man nicht die Sky-Q-Box für IPTV einsetzt. Diese unterstützt an sich die UHD-Wiedergabe, dieses Feature ist aber noch nicht freigeschaltet.

Sky Ticket bietet für 9,99 Euro monatlich Serien parallel zur US-Ausstrahlung (darunter von HBO und Showtime), Zugriff auf einen Serienkatalog und Sky Originals. Wer daneben aktuelle Filme



Netflix

Netflix gibt sich nach dem Weggang der großen Studios kämpferisch und haut weiter jede Woche massenweise Titel heraus. Auch die Experimentierfreude ist ungebrochen – und trägt vor allem im Serienbereich immer wieder Früchte. Bei Originals-Filmen beweist der Dienst seltener ein glückliches Händchen. Die Oberfläche wird der Content-Flut nicht immer gerecht; vor allem eine bessere Erkennung bereits geschauter Inhalte wäre sinnvoll.

Im teuersten Tarif liefert Netflix häufig UHD-Bild mit Dolby Vision und 3D-Sound – letzteres zumindest für den Originalton, während eine deutsche Dolby-Atmos-Spur eine echte Ausnahme ist. Hoch anzurechnen ist Netflix, die meisten eigenproduzierten Serien weiterhin sofort komplett verfügbar zu machen – und zum Originalton üblicherweise auch die passenden Untertitel zu liefern.

- 👉 originelle Originals-Serien
- 👉 4K/DV-Bild und englischer 3D-Ton
- 👉 Originalton /-untertitel Standard
- 👉 4K und 3D-Sound im teuersten Tarif



RTL+ Premium

Der neue Name zeigt deutlicher als „TV Now“, dass der Dienst vor allem Live-TV-Streamer und Mediathek der Sendergruppe ist. Fans können hier meist alle Folgen ihrer Lieblingssendungen abrufen. Die Bedienung ist jedoch umständlich, zudem kann man an vielen Wiedergabegeräten nur in 10-Sekunden-Schritten spulen. Das Navigieren durch eine längere Sendung wird da zur Geduldsprobe. Positiv: Es gibt jetzt mehrere Profile inklusive Kindersicherung.

Auch beim Premiumangebot spielt der Dienst vor dem Start eines Streams einen nicht überspringbaren Werbeclip ab. Dieser entfällt erst in der teureren „Premium Duo“-Variante, die zudem ausgewählte Inhalte in der Originalversion bereithält und zwei parallele Streams erlaubt. An der Ton- und Bildqualität ändert sich nichts: Sie bleibt mit HD-Auflösung und Stereo-Sound dürftig.

- 👉 umfassende RTL-Mediathek
- 👉 Werbung auch im Bezahlangebot
- 👉 nur HD-Bild und Stereo-Ton
- 👉 Bedienung teilweise umständlich



Sky Q / Sky Ticket

Wer überlegt, ob er Skys Streamingdienst über „Sky Ticket“ oder „Sky Q“ nutzen soll, muss mehr bedenken als die unterschiedlichen Mindestlaufzeiten von einem Monat zu einem Jahr. Sky Ticket streamt per Internet und lässt sich auf vielen Geräten nutzen, bietet aber nur HD-Auflösung und 5.1-Ton. Sky Q ist wiederum Skys Digital-TV-Receiver vorbehalten und kommt mit Netflix-Basis-Abo, bietet dafür aber schon mal UHD-Auflösung und Dolby-Atmos-Ton.

Das Angebot an Blockbustern und Serien kurz nach der Kinoverwertung beziehungsweise parallel zum US-Start ist schon jetzt sehenswert und dürfte mit Peacock und Paramount+ noch steigen. Dazu passt nicht so recht, dass sich englischsprachige Produktionen nicht mit passenden Untertiteln abrufen lassen. Unschön ist zudem, dass Sky vor dem eigentlichen Stream mehrere Werbeclips ausspielt.

- 👉 exklusive Blockbuster und Serien
- 👉 Werbung trotz Bezahlangebot
- 👉 O-Ton ohne englische Untertitel
- 👉 Sky Ticket nur HD und 5.1-Ton

von Warner und anderen Studios sehen möchte, muss für 4,99 Euro mehr noch das „Cinema“-Paket hinzubuchen. Das Sky-Q-Angebot wurde gerade umgekrempelt: Zentrales Element ist jetzt „Sky Ultimate TV“ als Einstiegsangebot, das neben dem Entertainment-Paket mit Serien und den bereits vorher üblichen 27 Sendern nun stets das Netflix-Basis-Abo enthält, das vorher hinzubuchbar war. Der Preis von Sky Ultimate TV beträgt 20 Euro – beziehungsweise 30 Euro inklusive dem Cinema-Paket. Für 5 beziehungsweise 10 Euro Aufpreis lässt sich Netflix auf die HD oder UHD-Variante aufrüsten.

Bei Sky Ticket gilt die monatliche Kündigungsfrist von Beginn an, bei Sky Q hingegen erst nach einem Jahr. Allerdings steigt dann bei Sky Q parallel auch der

Preis um fünf Euro pro Monat – es sei denn, man bindet sich erneut für ein weiteres Jahr. Trotz dieser Preise muss man bei Sky weiterhin vor den Inhalten noch Werbung schauen.

Kundenbindung auf die harte Tour

Bei Abschluss eines gewöhnlichen Abos gilt bei allen Diensten, dass man dieses auch monatlich wieder kündigen kann. Ein üblicher Rat lautet daher, monatsweise zwischen den Diensten zu springen, um die dort jeweils angesagten Filme und Serien zu schauen – die jeweiligen Accounts mit Wunschlisten und Einstellungen bleiben auch ohne Abo bestehen.

Insofern ist das Jahresabonnement bei Disney+ keine Nettigkeit des Dienstes, sondern ein Mittel, um die Kunden vom

Hopping abzuhalten. Immerhin ist das noch ein recht freundlicher Zug. Einige Dienste legen eine aggressivere Strategie an den Tag, darunter Apple TV+, Disney+, Amazon Prime Video und Joyn: Sie bringen selbst eigenproduzierte Serien nur episodenweise heraus, meist nach ein bis drei Folgen zum Start eine pro Woche. Das zieht die Veröffentlichung in die Länge und macht monatliche Wechsel unattraktiv. Um zu verhindern, dass Nutzer erst ein Abo abschließen, wenn eine Serie komplett verfügbar ist und sich an einem Stück durchgucken lässt, kombinieren sie diese Salamitaktik gerne mit sich überschneidenden Starts: Nähert sich eine Serie ihrem Ende, startet die nächste mit den ersten Episoden.

Netflix ist die positive Ausnahme: Serien, an denen der Dienst die vollen

Rechte hat, veröffentlicht er weiterhin in einem Rutsch – und ermöglicht es so, eine Staffel von Beginn an nach eigener Zeitteilung durchzugehen.

(Un-)Übersichten

Manche Nutzer wären deutlich zufriedener mit den Diensten, wenn diese die Inhalte in bestmöglicher Bild- und Soundqualität liefern würden. 3D-Sound im Format Dolby Atmos für Heimkinoanlagen mit Decken- oder Reflexionslautsprechern bewerben beispielsweise zwar einige Dienste, liefern diesen aber in der Regel nur für den englischen Originalton.

Apropos Originalton: Der lässt sich zwar bei allen US-Diensten und bei Sky regelmäßig abrufen, oftmals aber nicht mit Untertiteln in der Originalsprache. Das ist blöd für Nutzer, die beispielsweise bei nuschelnden Schauspielern die Untertitel gerne als Stütze haben. Details zu den jeweiligen Features und Einschränkungen bei Bild, Ton und Untertiteln hierzu finden Sie in den Bewertungskästen zu den einzelnen Diensten.

Eine anbieterübergreifende Kritik betrifft die Oberflächen. Diese sollen eigentlich einen schnellen Überblick über das gesamte Angebot geben und auf neue Inhalte hinzuweisen, die den Geschmack des Nutzers treffen könnten. Stattdessen sind sie häufig überfrachtet und zeigen stumpf jedem User dieselben Inhalte – oft unabhängig davon, ob sie wirklich zum jeweiligen persönlichen Geschmack passen oder bereits angeschaut wurden. Auch Netflix' gerne beworbener Empfehlungs-

algorithmus kommt nicht mehr gut weg: Unabhängig von den persönlichen Vorlieben tauchen die millionenteuren Eigenproduktion des Dienstes auffällig oft in den Empfehlungen auf.

Bei Amazon und Apple kommt hinzu, dass sie auf der Startseite die Filme und Serien ihrer Aboangebote mit Miet- beziehungsweise Kaufangeboten vermischen. Um zu verhindern, dass man nicht bei einem Titel landet, der in der Flatrate gar nicht enthalten ist, sollte man daher im Zweifel auf die Reiter „tv+“ beziehungsweise „Für mich kostenlos“ wechseln. Die Kritik gilt auch für Disney+, das über sogenannte „V.I.P.“-Zugänge gegen Bezahlung Filme früher abrufbar macht. Allerdings hält sich das Ausmaß dieser Aktionen (noch) im Rahmen.

Wie es weitergeht

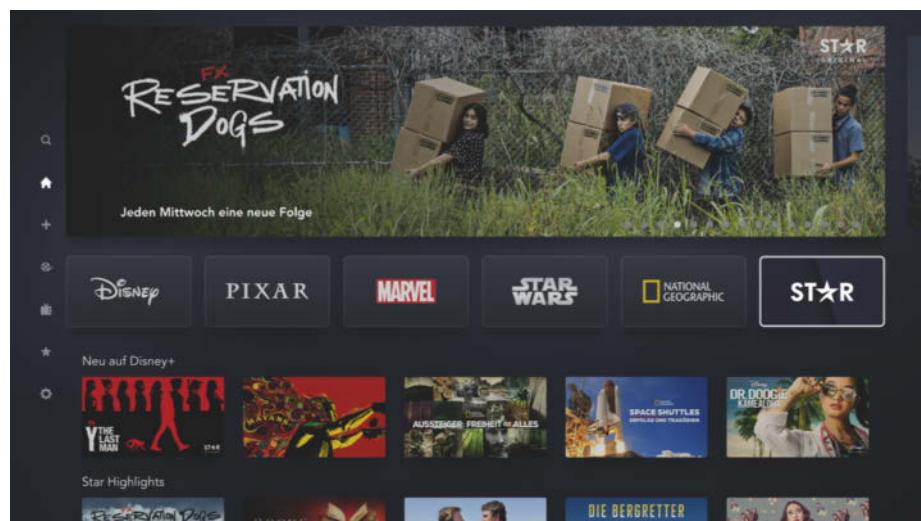
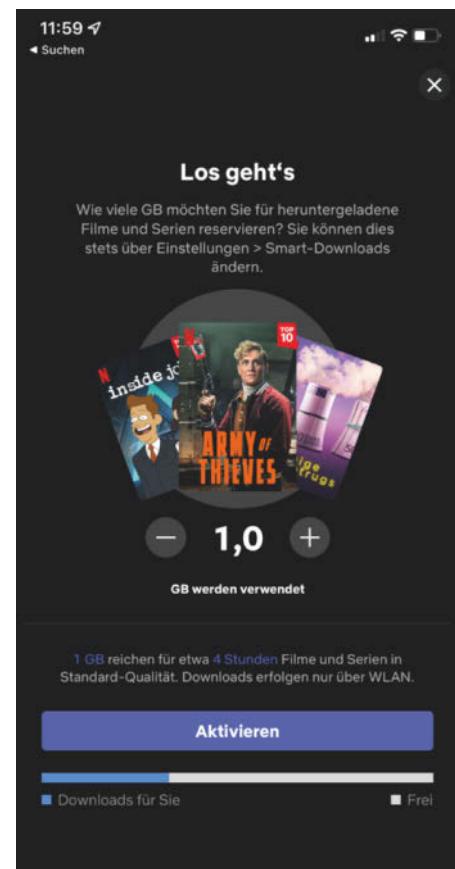
Noch in diesem Jahr soll man sowohl über Sky Q als auch über Sky Ticket auf die deutsche Version von Peacock mit über 7000 Stunden Content (darunter „The Office“, „The Equalizer“, „Kardashians“, „Suits“ und „Downtown Abbey“) zugreifen können. Auf die Abonnenten kommen dabei laut Sky keine Zusatzkosten zu, da sich der Dienst durch Werbungen finanziert. Das in den USA erhältliche Premium-Abonnement, das Werbeinhalte ausblendet, wird in Deutschland nicht angeboten.

Paramount+ sollen Sky-Abonnenten mit „Sky Cinema“-Paket dann im kommenden Jahr ohne Aufpreis sehen können, ebenso wie Filme von Paramount

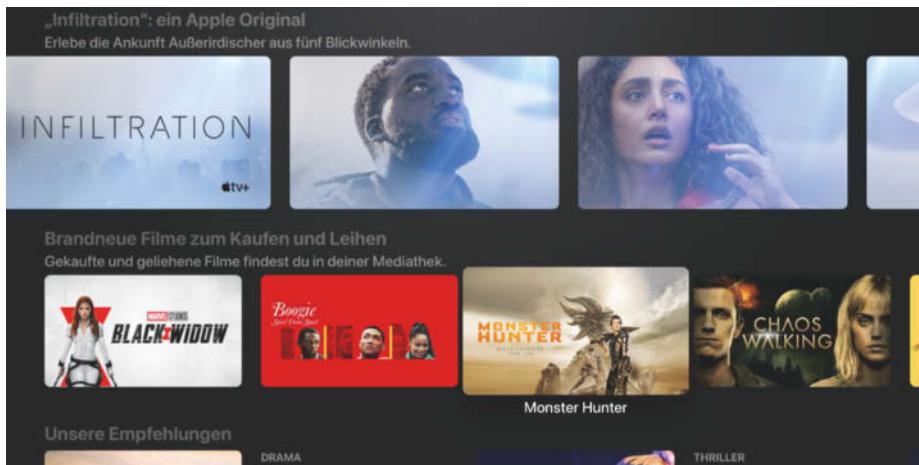
Pictures. Alle anderen Sky-Kunden müssen den Dienst laut Sky hingegen hinzubuchen. Noch nicht klar war bis zum Redaktionsschluss, ob sich diese Angaben nur auf das Sky-Q- oder auch auf das Sky-Ticket-Abo bezieht. Die deutschen Preise für Paramount+ sind noch nicht bekannt, in den USA gibt es den Dienst mit zwei Tarifen: Für 4,99 Dollar monatlich mit Werbung und für 9,99 Dollar monatlich ohne.

Sky will nach eigenen Angaben sein Engagement hinsichtlich 4K-Auflösung und (deutschem wie englischem) Dolby-Atmos-Ton künftig verstärken. Skys Neuzugang Peacock bietet aktuell jedoch selbst in den USA noch kein ultrahochauflöstes Bild. Paramount+ hat indes in seiner Heimat die ersten 4K-Titel im Sortiment, einschließlich HDR-Bild in den Formaten HDR10, HDR10+ und Dolby Vision.

Paramount wuchert unter anderem mit Filmen und Serien rund ums Star-Trek-Universum; für 2022 ist mit „Strange New Worlds“ ein Prequel zur Originalserie geplant. Bislang war das Studio damit Inhaltlieferant für Netflix und Amazon



Bei Disney+ ist die an sich recht übersichtliche Aufteilung in die verschiedenen Marken des Disney-Konzerns seit der Einbindung des Star-Bereichs etwas unübersichtlicher geworden.



In der Apple-TV-App tauchen neben den Titeln von Apple TV+ auch Bezahlangebote des Apple-Dienstes iTunes auf. Das trägt nicht gerade zur Übersichtlichkeit bei.

Video außerhalb der USA. Das hat sich mit dem Start von Paramount+ bei Sky wahrscheinlich erledigt.

Fazit

So mancher Film- und Serien-Fan würde die Entwicklung mittlerweile wohl gerne wieder zurückdrehen. Doch in den nächsten Jahren dürften die Grabenkämpfe zwischen den Diensten erst einmal noch heftiger werden, bis es zu ersten Marktbereinigungen kommt.

Für Fans von Disney, Pixar, Marvel und Star Wars führte an Disney+ schon seit dem Start kein Weg mehr vorbei. Mit dem Star-Bereich kommen nun aber auch die Nutzer mehr auf ihre Kosten, die nicht nur jugendfreie Inhalte sehen wollen. Der

Flatrate-Videostreamingdienste

Dienst	Amazon Prime Video	Apple TV+	Disney+
Anbieter	Amazon, primevideo.com	Apple, tv.apple.com	Disney, disneyplus.com
Programmangebot			
Filme / Serien / Dokus / Shows	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten
Umfang circa ¹	858 Serien / 3968 Filme	55 Serien / 29 Filme	338 Serien / 1452 Filme
Live-TV-Streaming / Pre-TV	✓ (Sport-Events) / entfällt	– / entfällt	– / entfällt
FSK bis 12 J. / 16 J. / ab 18 J.	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ („Star“-Bereich)
deutsche / europäische Produktionen	✓ / ✓	– / –	✓ (von Drittanbietern) / –
Eigenproduktionen / Drittanbieter	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (deutsche Produktionen)
Abspieloptionen			
Smart TVs / Medienplayer	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Webbrowser / Android / iOS	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ (nicht unter Linux) / ✓ / ✓
Airplay / Chromecast	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
Gruppengucken (ohne Zusatzsoftware)	✓ (Watch Party)	✓ (SharePlay)	✓ (Group Watch)
Downloads / Staffeln am Stück	✓ (Mobilgeräte-App, Windows) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App und Web) / –	✓ (Mobilgeräte-App) / ✓
Technische Daten			
Profile / Kindersicherung	6 / ✓ (im Profil)	5 / ✓ (für kompletten Account)	7 / ✓ (im Profil)
Gleichzeitige Streams	2 (nicht der gleiche Titel)	6 (im Studenten-Abo 1)	4
Beste Auflösung	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD
HDR10 / HDR10+ / Dolby Vision	✓ (Standard) / ✓ / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / – / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / – / ✓ (häufig)
Deutscher Ton: 5.1 / Atmos	✓ (Standard) / –	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / –
Originalton: 5.1 / Dolby Atmos	✓ (Standard) / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)
Untertitel deutsch / englisch	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	✓ / ✓	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)
Streamingrate (gemessen)	7,5 – 15 MBit/s (UHD)	22 – 32 MBit/s (UHD)	14 – 28 MBit/s (UHD)
Bedienung / Empfehlungen VoD			
Werbung vor Start / Werbeunterbrechungen	✓ (Eigenwerbung, überspringbar) / –	– / –	– / –
Intro überspr. / Autostart nächste Episode	✓ (nicht bei allen Titeln) / ✓	✓ (nicht bei allen Titeln) / ✓	✓ / ✓ (abschaltbar)
Personalisierte Empfehl. / Trending	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓
Hintergrundinfos im laufenden Video	✓ („X-Ray“-Funktion)	–	–
Sonstiges			
Weitere deutsche Dienste des Betreibers	Amazon Video (Miete und Kauf)	iTunes (Miete und Kauf)	–
Bezahlung			
Probezeitraum (einmalig)	30 Tage	–	–
Bezahlmöglichkeiten	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte	Kreditkarte, PayPal, Gutscheinkarte, Handyrechnung	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift
Kündigungsfrist	30 Tage bei Monatsvertrag	30 Tage	30 Tage bei Monatsvertrag
Preis	7,99 € pro Monat / 69 € im Jahr (Amazon-Prime-Mitgliedschaft)	4,99 € pro Monat / kostenlos für 1 Jahr (bei Neuerwerb bestimmter Apple-Geräte)	8,99 € pro Monat / 89,99 € pro Jahr

¹Angaben zu Joyn Plus+, RTL+ und Sky von werstreamt.es, alle anderen Dienste von justwatch.com, Stand 2.11.2021 ✓ vorhanden – nicht vorhanden

echte Vollsortimenter ist und bleibt Netflix: Der Dienst deckt schon mit Eigenproduktionen und exklusiven Inhalten praktisch jedes Genre für alle möglichen Altersstufen ab – und traut sich auch an experimentelle Inhalte abseits des Massengeschmacks.

Amazon Prime Video führt seit Jahren eher ein Mauerblümchen-Dasein, bietet aber ebenfalls eine Reihe außergewöhnlicher Inhalte – vor allem für Erwachsene. Die überladene Oberfläche verhindert aber, auch wirklich alle sehenswerte Inhalte ohne ausufernde Suche zu finden. Apple TV+ bleibt wiederum der typische Kandidat für die Strategie, immer mal wieder für einen Monat ein Abo abzuschließen, wenn eine beson-

ders interessante Serie komplett verfügbar ist.

Joyn Plus+ und RTL+ alias TV Now haben sich währenddessen seit dem letzten Test kaum weiterentwickelt: Zu Preisen von 4,99 beziehungsweise 6,99 Euro gibt es immer noch HD-Bild und Stereo-Ton ohne Untertitel, was mittlerweile nur noch unbegreiflich ist. Auch für diejenigen, die gerne ihren DVB-Anschluss kündigen würden, aber mehrere Fernseher parallel bespielen möchten, sind die Angebote mit einem Stream aktuell wenig geeignet. Mit einem Premiumaufschlag von 2 Euro für einen zweiten Stream und Originalton ist die Premium-Duo-Variante von RTL+ wiederum viel zu teuer.

Auf Sky wird man in den kommenden Monaten ein besonderes Auge haben müssen: Mit der Integration von Peacock und Paramount+ könnte der durch den Verlust von Fußball-Übertragungsrechten gebeutelte Pay-TV-Anbieter Sky endgültig groß auf dem deutschen Streamingmarkt mitspielen. Um die doch recht hohen Preise zu rechtfertigen, muss der Dienst künftig aber 4K-Auflösung mit HDR-Bild, Dolby-Atmos-Ton und vor allem englische Untertitel für US-Produktionen liefern – und zwar auf allen Empfangswegen. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Nico Jurran, Inseln der Glückseligkeit, Flatrate-Videostreamingdienste im Vergleich, c't 8/2020, S. 92

Netflix	Joyn Plus+	RTL+	Sky Ticket / Sky Q
Netflix, netflix.de	ProSiebenSat.1, joyn.de	RTL, tnow.de	Sky, sky.de
alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	je nach Paket
1845 Serien / 3725 Filme	1265 Serien / 2354 Filme	1050 Serien / 1313 Filme	668 Serien / 1277 Filme
– / entfällt	✓ (über 70 Sender) / ✓	✓ (13 Sender) / ✓	✓ (27 Sender) / –
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓ (von Drittanbietern)	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	
–	–	✓ (Couchparty, noch Beta)	–
✓ (Mobilgeräte-App, Windows) / –	– / entfällt	✓ (nur bei Premium Duo) / –	✓ (teilweise bei Ticket) / –
5 / ✓ (im Profil)	1 / ✓ (für kompletten Account)	3 / ✓ (im Profil)	1 / ✓ (für kompletten Account)
je nach Abo 1, 2 oder 4	1	1 (Premium) oder 2 (Premium Duo)	2
Ultra HD (nur teuerstes Abo)	HD	HD	HD (Ticket), UHD (Sky Q)
✓ (Standard) / – / ✓ (sehr häufig)	– / – / –	– / – / –	✓ (nur über Sky Q) / – / –
✓ (Standard) / ✓ (extrem selten)	– / – (nur Stereo)	– / – (nur Stereo)	✓ (Standard) / ✓ (nur Sky Q, selten)
✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)	– / – (teilweise, nur Stereo)	– / – (nur Premium Duo, Stereo)	✓ (Standard) / ✓ (nur Sky Q, selten)
✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	– / –	– / –	✓ / –
16,5 MBit/s (UHD)	3 – 9,5 MBit/s (HD)	7,5 – 8,4 MBit/s (HD)	6 – 7 MBit/s (HD, UHD nicht messbar)
– / –	– / –	✓ (nicht überspringbar) / –	✓ / –
✓ / ✓ (abschaltbar)	– / ✓	✓ / ✓	– / –
✓ / ✓ (incl. Top 10 je Land)	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
–	–	–	–
–	–	–	–
–	30 Tage	30 Tage	Sky Ticket: 7 Tage, Sky Q: –
Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift
30 Tage	30 Tage	30 Tage	30 Tage zum Ende der akt. Laufzeit
7,99 € pro Monat (1 SD-Stream), 12,99 € pro Monat (2 HD-Streams), 17,99 € pro Monat (4 UHD-Streams)	6,99 € pro Monat	4,99 € pro Monat (Premium), 7,99 € pro Monat (Premium+)	Sky: Ticket: 9,99 € pro Monat, 14,99 € (mit Sky Cinema); Sky Q (Jahresabo): 20 € pro Monat (mit Netflix Basis), 30 € (mit Netflix Basis und Sky Cinema)

Wegbereiter

Stationärer Mobilfunkrouter: Fritzbox 6850 5G

Die Fritzbox 6850 5G hängt mit ihrem schnellen Mobilfunkmodem alle bisherigen AVM-Router deutlich ab, das zeigt unser Test. Die weitere Ausstattung ähnelt der von großen DSL- und Kabel-Fritzboxen – sogar Festnetztelefonanschluss und DECT-TK-Anlage gehören dazu.

Von Dušan Živadinović



Mit der Fritzbox 6850 5G spricht der Berliner Hersteller AVM kleine Unternehmen und Heimarbeiter an, die abseits von DSL-Ausbaugebieten einen zeitgemäßen Internetzugang benötigen. Die 5G-Box erscheint dafür gut gerüstet, weil sich ihr Modem für Download-Raten bis 1,3 Gbit/s eignet. Damit übertrumpft sie den bisher schnellsten Mobilfunkrouter aus dem Hause AVM, die Fritzbox 6890 LTE. Diese liefert nicht mehr als 300 Mbit/s. Erst recht abgeschlagen erscheinen Fritzboxen mit angestöpseltem LTE-Stick (max. 150 Mbit/s). Schnellere USB-Sticks mit 5G-Modem wird es vermutlich nicht geben, denn deren kleine Gehäuse bieten zu wenig Platz für die erforderlichen vier Antennen.

Die Fritzbox 6850 5G ist die deutlich größere Schwester der Fritzbox 6850 LTE (max. 150 Mbit/s), die seit einer Weile erhältlich ist. Auf den ersten Blick unterscheiden sie sich nur wenig: Beide enthalten einen WLAN-Router nebst 4-Port-Gigabit-Switch, USB 3.0, eine DECT-TK-Anlage und zwei Telefonanschlüsse.

Alltagskost und 5G-Joker

Das WLAN-Modul ist gewöhnliche Wi-Fi-5-Kost: Im 5-GHz-Band befördert es bis zu 866 Mbit/s brutto, im 2,4-GHz-Band proprietär bis zu 400 Mbit/s. Die zurzeit schnellsten WLAN-Router liefern gemäß Wi-Fi 6 bis zu 4,8 Gbit/s brutto.

Der Hauptunterschied zwischen dem LTE- und dem 5G-Modell steckt im Gehäuse: Während im LTE-Modell das Mobilfunkmodem nur zwei Antennen für 2-Stream-MIMO ansteuert (Mehrwegeausbreitung: Multiple Input Multiple Output), steckt in der neuen Box ein 5G-Modem, das entsprechend der 3GPP-Spezifikation vier Antennen nutzt, zwei interne und zwei per SMA angeschlossene.

Das 5G-Modem eignet sich laut AVM sowohl für 5G-Netze gemäß Non-Standalone-Architektur (5G-NSA) als auch für die aktuell von Netzbetreibern in Deutschland eingeführte zweite Stufe, 5G-Standalone (5G-SA). Die seit 2019 allmählich aufgebauten 5G-NSA-Zellen eignen sich nur zur Nutzdatenübertragung; für die Verkehrssteuerung (Signalisierung) sind sie auf LTE angewiesen. Hingegen übertragen 5G-SA-Zellen nicht nur Nutzdaten, sondern steuern auch den Datenverkehr selbst. Anwenden kommt die 5G-SA-Architektur zugute, weil sie die Kapazität der Funkzellen erhöht.

Die Fritzbox 6850 5G kommuniziert außerdem gemäß LTE Advanced Pro (Geratekategorie 16). Ihr Chipsatz eignet sich im LTE-Betrieb für Download-Raten bis 1 Gbit/s und für Senderaten bis 211 Mbit/s. Damit hängt sie ihre LTE-Schwestern also auch im LTE-Modus deutlich ab.

Die Grundlage für die hohen Geschwindigkeiten ist die Bündelung mög-

lichst vieler Funkbänder (Carrier Aggregation). In heutigen Mobilfunknetzen sind aber längst nicht alle 5G- und LTE-Bänder gleichzeitig in Gebrauch, für die sich die 5G-Box eignet, sodass sie ihre Kapazität bisher nicht ausspielen kann.

Für den Test haben uns die Deutsche Telekom und Vodafone geeignete SIM-Karten ohne Volumen-Deckelung zur Verfügung gestellt. Wir haben außerdem diverse weitere mit unterschiedlichen Tarifen ausprobiert. Dabei klappte nicht alles. So lehnte das O2-Netz Einbuchungsversuche der 5G-Box ab, wenn darin eine SIM für den Tarif „O2 Free S“ steckte. Es klappte aber durchaus mit „O2 Free S Boost Plus“. Dafür haben wir eine eigens zur Datenübertragung konfigurierte SIM verwendet (Datacard). Ebenso funktionierte der Verbindungsauflauf mit einer SIM-Karte für den Telekom-Tarif „MagentaMobil Prepaid M“.

Wir haben die Fritzbox 6850 5G kurz vor dem Marktstart mit der FritzOS-Version 7.27-90340-Beta erhalten. Nachdem wir Stabilitätsprobleme beim Einbuchen ins Mobilfunknetz meldeten, stellte uns AVM die interne Version 7.28-92164-Beta zur Verfügung. Damit baute die Box stabile Verbindungen auf.

Erst warten, dann spurten

Die Einrichtung verlief dank des Fritzbox-üblichen Assistenten einfach. Doch beim

ersten Start und auch nach einem Wechsel der SIM-Karte braucht die Box minutenlang, um den „Mobilfunkanbieter zu ermitteln“ und sich einzubuchen. Smartphones erledigen das fast umgehend. Praktisch: Nachdem die Box das Mobilfunkspektrum abgescannt hat, merkt sie sich die Basisstationen in Reichweite und sortiert die gefundenen Funkbänder im Menü 5G-Informationen/Netzliste nach abnehmender Kanalqualität. Zusätzlich findet man dort eine prozentuale Auslastung der jeweiligen Bänder.

In der Netzliste fanden wir gelegentlich auch Funkbänder mit besserem Pegel und niedrigerer Auslastung, die das Netz der Fritzbox aber nicht zuteilte. Warum das Netz manchmal so entscheidet, gehört zu den Geheimnissen der Netzplaner.

Nach dem ersten Einbuchen empfiehlt es sich, das Menü 5G-Informationen/Empfang zu öffnen und die Position und damit die Empfangsqualität mittels der Ausrichthilfe zu optimieren. Unter guten Funkbedingungen nutzte die Box im Test bis zu vier räumlich unterschiedliche Übertragungswege (4-Stream-MIMO) und zwar sowohl in städtischen Bereichen als auch auf dem Land an etlichen Standorten. Damit lässt sich der Datendurchsatz im Optimalfall vervierfachen. In Randlagen schalten jedoch alle Mobilfunkgeräte bis auf SISO zurück (Single Input Single Output), so auch die 5G-Box.

Anders als von AVM beworben, kamen bei keinem der Versuche 5G-SA-Verbindungen zustande, weder im Telekom- noch im Vodafone-Netz. Tobias Krzossa, Sprecher von Vodafone, erklärte auf Nachfrage, dass Vodafone und AVM die Fritzbox 6850 5G bislang nicht ge-

meinsam getestet haben. „Solche Tests dauern im Normalfall mehrere Wochen, bis die erforderlichen Anpassungen in ein Software-Update münden. Daher wäre es verwunderlich, wenn es mit der Fritzbox 6850 5G auf Anhieb in unserem 5G-SA Netz klappen würde.“

Doris Haar, Pressesprecherin von AVM antwortete darauf: „Stand heute handelt es sich in deutschen und europäischen Netzen weitgehend um nichtproduktive 5G-SA-Umgebungen. Im Rahmen ihrer 5G-SA-Rollouts haben Netzanbieter in europäischen Ländern wie Österreich oder Slowenien uns die 5G-SA-Fähigkeit der Fritzbox 6850 5G bestätigt.“

Zwischenstand

Geht man davon aus, dass ein Firmware-Update die Hakeleien beseitigt, fällt der Makel beim 5G-SA-Test nicht so sehr ins Gewicht, denn die Box baute sowohl LTE- als auch 5G-NSA-Verbindungen reibungslos auf. Gemessen am netzseitig zugeteilten Übertragungsblock von 15 bis 30 MHz lieferte sie ordentlichen Durchsatz mit TCP-Spitzenraten bis 480 Mbit/s. Wie beim Mobilfunk üblich, registrierten wir aber zu Stoßzeiten auch weit geringere Werte (siehe Tabelle).

Die Signallaufzeiten zu Zielen im Internet (etwa ct.de) liegen auf dem Niveau von DSL-Anschlüssen, wenngleich sie höher streuen. Die oft für 5G-Systeme beworbenen ultrakurzen Latenzen von 5 Millisekunden und weniger sind in diesem Szenario nicht möglich, sondern nur, wenn ein Server in direkter Nachbarschaft zum Teilnehmergerät steht (5G-Edge-Architektur für Spiele oder die Maschinensteuerung).

Fritzbox 6850 5G

Stationärer Mobilfunkrouter	
Hersteller, URL	AVM, avm.de
getestete Firmware	7.28-92164-Beta
5G, max. Datenrate	Downlink: 1,3 Gbit/s, Uplink: 600 Mbit/s
LTE, max. Datenrate	Downlink: 1 Gbit/s, Uplink: 211 Mbit/s
5G-Bänder	n1, n3, n5, n7, n8, n20, n28, n38, n40, n41, n78
LTE-Bänder	1, 3, 5, 7, 8, 20, 28, 32, 38, 40, 41, 42, 43
Anschlüsse	4 × Gigabit-LAN, Wi-Fi 5 alias IEEE 802.11ac-400/866, WPA3, DFS, WPS, USB 3.0, Telefon (TAE, RJ11), DECT-TK-Anlage
Mobilfunkdurchsatz	Stoßzeit: 60 Mbit/s, Durchschnittswert: 400 Mbit/s, Spitzenrate: 480 Mbit/s
NAS-Durchsatz große Dateien	Lesen: 100 MByte/s, Schreiben: 40 MByte/s
Leistungsaufnahme (1 PC per LAN gekoppelt, kein Traffic)	5G: 3,9 Watt (10,3 VA), LTE: 3,7 Watt (10,0 VA)
jährliche Stromkosten ¹	10 €
Preis und Garantie	
Herstellergarantie	5 Jahre
Preis	570 €

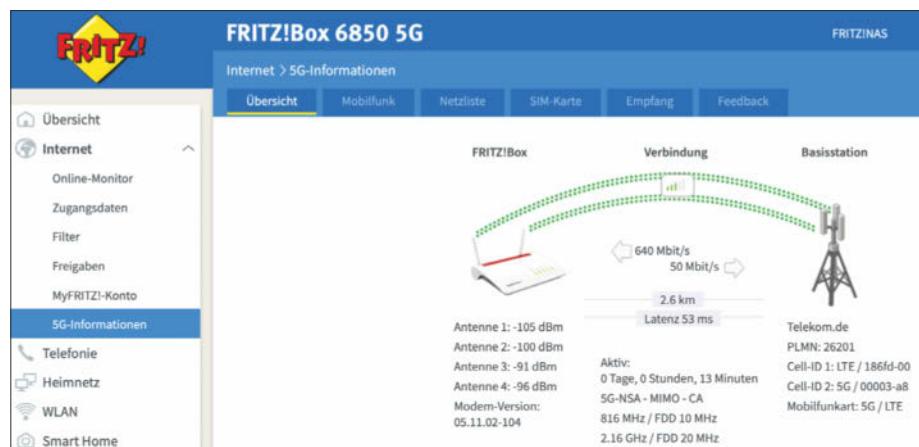
¹ idle, bei Dauerbetrieb und 30 Cent/kWh

In den übrigen Testdisziplinen erfüllte die 5G-Box die Erwartungen. Beispielsweise ließ sich zur Telefonie ein Sipgate-Konto reibungslos konfigurieren und in den Netzen von O2, Telekom und Vodafone nutzen, und zwar sowohl per IPv4 als auch per IPv6. AVMs IPv6-Implementierung gilt zwar als vorbildlich, aber dem IPSec-Client hat die Firma noch keine IPv6-Funktionen spendiert, sodass für VPN-Verbindungen nur IPv4 übrig bleibt. Da die 5G-Box in der Regel mit SIM-Karten betrieben wird, die keine öffentlichen IPv4-Adressen erhalten, bleibt der IPSec-Peer der Fritzbox hinter der CG-NAT des Providers verborgen und damit für eingehende IPv4-VPN-Verbindungen unerreichbar.

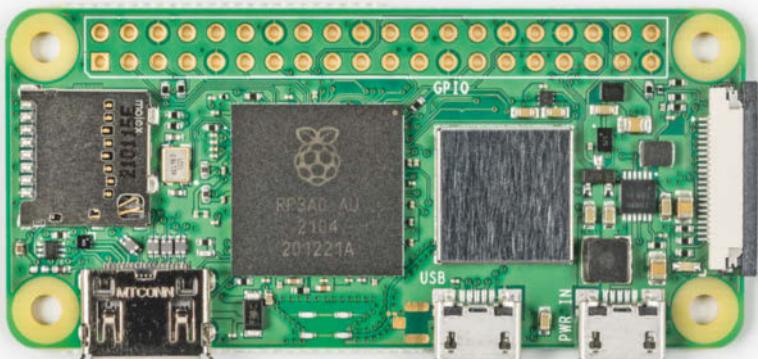
Fazit

AVM bietet seinen ersten 5G-Mobilfunkrouter zum stolzen Preis von 570 Euro an, obwohl dessen Firmware der letzte Schliff noch fehlt. Andererseits schlug sich der Router in den gängigen Testdisziplinen gut und er lockt mit einer üppigen Ausstattung. Die reicht zwar nicht an die Oberklassenmodelle von AVM heran, erfüllt aber viele Anforderungen kleiner Arbeitsgruppen. Wenn AVM dem Gerät die übliche Firmware-Pflege angedeihen lässt, kann der Router fehlende DSL- oder Kabelfanschlüsse vergessen machen – und bei guter Mobilfunkversorgung kann man sein Büro per Wohnwagen in der Prärie aufschlagen.

(dz@ct.de) 



Im Test baute die Fritzbox 6850 5G auch bei kilometerweiten Entfernungen zur Basisstation schnelle Internetverbindungen auf. In diesem Fall reichte es in Empfangsrichtung für 640 Mbit/s.



Frische Funkfrucht

Test: Einplatinencomputer Raspberry Pi Zero 2 W für nur 15 Euro

Der neue Raspi Zero 2 W ist um ein Mehrfaches schneller als sein Vorgänger Zero W von 2016, bleibt aber trotzdem sparsam.

Von Christof Windeck

Für manches Bastelprojekt ist ein normaler Raspberry Pi zu teuer oder zu groß. Das winzige „Compute Module“ CM4 ist wiederum nur auf einem zusätzlichen Basisboard nutzbar. Besser für kleine Basteleien geeignet sind die abgespeckten „Zero“-Raspis im Platinenformat 6,5 × 3 Zentimeter. 2015 erschien der erste noch ohne WLAN, 2016 sein Nachfolger „Zero W“ mit WLAN und Bluetooth für 10 Euro. Nun folgt mit dem 5 Euro teureren Raspberry Pi Zero 2 W endlich eine frische Obstlieferung mit deutlich mehr Rechenleistung.

Auf dem Neuling rechnet nicht der vergleichsweise starke Broadcom BCM2711 des aktuellen Raspi 4, sondern eine Variante des schwächeren BCM2837, mit dem der Raspi 3 ab 2016 ins Rennen ging. Dessen vier ARM-Kerne vom Typ Cortex-A53 liefern mehr als die vierfache Rechenleistung des BCM2835 auf dem alten Zero W. Denn der BCM2835 hat nur einen einzigen CPU-

Kern mit der 19 Jahre alten Mikroarchitektur ARMv6. Der Zero W wird mindestens bis 2026 weiter produziert. Von Zero und Zero W wurden bisher insgesamt rund 4 Millionen Stück verkauft, der Löwenanteil von der „W“-Version.

Im Vergleich zu einem normal großen Raspi 3 taktet der Prozessor beim Zero 2 W niedriger und nutzt nur halb soviel RAM (512 MByte statt 1 GByte). Der Zero 2 W hat auch keinen Ethernet-Adapter, sein WLAN-Modul funktioniert ausschließlich im 2,4-GHz-Band und es gibt weder USB-A noch Audio-Buchsen. Der Flachbandkabelanschluss für ein DSI-Display fehlt ebenfalls, es gibt nur einen für eine CSI-2-Kamera. Um Kosten und Bauhöhe zu sparen, lässt die Raspberry Pi Foundation den GPIO-Pfostenstecker weg – wer ihn braucht, kann ihn selbst auflöten. Ansonsten hat der Hersteller beim Zero 2 W auf Rückwärtskompatibilität zum Zero W geachtet: Das Platinenformat ist identisch und es gibt weiterhin eine Mini-HDMI- und zwei Micro-USB-Buchsen, davon eine für die Stromversorgung sowie eine als USB-Host. Der Zero 2 W passt in die meisten Zero-W-Gehäuse.

Chip-Paket

Auf dem Zero 2 W sitzt ein Bauelement mit der Bezeichnung RP3AO, das zwei Chips

vereint: den BCM2837 und ein LPDDR2-SDRAM mit 512 MByte Kapazität.

Raspberry Pi OS erkennt die vier Kerne des RP3AO genau wie beim BCM2835 als „ARMv7l“-Kerne. Sie takten mit höchstens 1 GHz statt wie bei Raspi 3B und 3B+ mit 1,2 beziehungsweise 1,4 GHz. Der Zero 2 W rechnet deshalb etwas langsamer als der 3B und kommt bei Weitem nicht an einen Raspi 4 heran: Der ist im 7-Zip-Benchmark um 70 Prozent schneller und hat bis zu 8 GByte RAM, also die 16-fache Kapazität.

In unseren Tests war der Raspi Zero 2 W sparsamer als ein Raspi 3B: Er brauchte im Leerlauf mit USB-Eingabegeräten 1,0 statt 1,35 Watt, gemessen an 5 Volt. Ohne USB-Geräte waren es 0,7 statt 1,15 Watt. Jeweils inklusive Netzteil – also an 230 Volt gemessen – waren es 1,5 versus 1,9 Watt beziehungsweise 0,85 zu 1,7 Watt. Unter hoher Last im 7-Zip-Benchmark schluckte der Zero 2 W höchstens 2,9 Watt (3,5 Watt mit Netzteil). Anders gesagt braucht ein Zero 2 W inklusive Netzteil im Leerlauf weniger als 1 Watt und ist ähnlich sparsam wie sein Vorgänger Zero W.

Fazit

Der Raspi Zero 2 W soll keine Alternative zum deutlich stärkeren Compute Module CM4 sein. Und im Vergleich zu einem Raspi 3 hat er weniger Anschlüsse, nur halb so viel Arbeitsspeicher und etwas weniger Rechenleistung. Doch der Zero 2 W ist eben auch kleiner, billiger und sparsamer. Er glänzt in Projekten, wo es auf niedrigen Preis und kompakte Bauform ankommt.

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

Raspberry Pi Zero 2 W

Einplatinencomputer mit ARM-SoC	
Hersteller, URL	Raspberry Pi Foundation, raspberrypi.com
Prozessor	RP3AO (Broadcom BCM2837, 4 × ARM Cortex-A53, 1,0 GHz)
GPU	VideoCore IV, in CPU integriert
RAM	512 MByte (4 GBit) LPDDR2, integriert in RP3AO
WLAN/Bluetooth	802.11b/g/n, 2,4 GHz, 1x1, Bluetooth 4.2
externe Anschlüsse	1 × Mini-HDMI, 1 × Micro-USB 2.0, 1 × CSI-2, 1 × MicroSD-Kartenleser
sonstige Anschlüsse	Lötäugen für 40-poligen GPIO-Pfostenstecker
Platinenformat	65 mm × 30 mm
Leistungsaufnahme (angeschlossen an Full-HD-Display)	
Leerlauf mit USB-Tastatur/Maus	1 / 1,5 Watt ¹
Leerlauf ohne Eingabegeräte	0,7 / 0,85 Watt ¹
Preis	15 €

¹ ohne/inklusive Netzteil gemessen



INKLUSIVE:
12 .de-Domains
Webkonferenz-
Lösung
SSL-Certs für
alle Domains!

1blu

Für Durchblicker: **Homepage Clever**

12 .de-Domains inklusive

Mit Webkonferenz-Lösung

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

Aktion
noch bis Ende
November 2021!
Keine Bestellungen
nach dem
30.11.2021.

2,29
€/Monat*

Dauerpreis

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

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

Mobiler Notizdeckel

Lenovo ThinkBook Plus G2 mit großem E-Ink-Zweitbildschirm

Das ThinkBook Plus G2 hat einen zusätzlichen finger- und stiftbedienbaren E-Ink-Bildschirm an der Deckelaußenseite. Beide 16:10-Displays bieten viel Bildhöhe – eine praktische Kombination, wie der Test zeigt.

Von Florian Müssig

Notebooks mit zwei Bildschirmen besetzen eine kleine, spezialisierte Nische im gesamten Markt, doch das ThinkBook Plus nimmt selbst darin eine Sonderstellung ein: Es hat einen farbigen IPS-Bildschirm innen im Deckel und ein monochromes E-Ink-Display an der Deckelaußenseite. Je nach Anwendungsfall benutzt man entweder den einen oder den anderen Schirm.

Der Vorteil der von E-Book-Lesegeräten bekannten E-Ink-Technik ist ihr geringer Energiebedarf: Die elektronische Tinte zeigt Bildinhalte an, ohne dass dafür Strom benötigt wird. Energie ist nur gefragt, wenn sich der Bildinhalt ändert: Die winzigen E-Ink-Partikel ändern über elektrische Felder ihre Orientierung und verharren dann ohne weitere Stromzufuhr dauerhaft in dieser Position. Damit sind sie zum Lesen von Texten prädestiniert, die man seitenweise weiterblättert. In Kombination mit einem Stift, wie er auch dem ThinkBook Plus beiliegt, lassen sich Dokumente außerdem redigieren und mit handschriftlichen Anmerkungen versehen.

Feinschliff

Lenovo ist dem Gerätekonzept des 2020 erschienenen ersten ThinkBook Plus [1] treu geblieben, hat bei der jetzt verfügbaren zweiten Generation aber viel Feinschliff betrieben. So hat der LCD-Haupt-

bildschirm weiterhin 13,3 Zoll Diagonale, aber jetzt das Seitenverhältnis 16:10 mit einem spürbaren Plus an Bildhöhe. Der E-Ink-Zweitbildschirm ist nun mit 12 Zoll Diagonale merklich größer geworden und besitzt ebenfalls 16:10-Format.

Seine finger- und stiftbedienbare Bedienoberfläche wurde an die zusätzliche Bildfläche angepasst. Es gibt einen Dokumenten-Viewer für gängige Formate, einen Notizblock für handschriftliches Gekritzeln sowie die Option, das E-Ink-Display als Grafiktablet zu verwenden. Letzteres klappt freilich nur, wenn ein externer Monitor angeschlossen ist, denn das interne Notebook-Display sieht man ja nicht gleichzeitig.

Outlook-Nutzer können sich E-Mails und Termine auf dem E-Ink-Bildschirm anzeigen lassen; die Integration anderer Software wie Thunderbird ist nicht vorgesehen. Ein Wetter-Widget hält zudem Informationen bereit, ob man Jacke oder Regenschirm mitnehmen sollte. Das Hintergrundbild lässt sich frei wählen und kann so etwa auch mit einem Firmenlogo bestückt werden – und wenn der Admin die Inventarisierungsnummer individuell in die Bilddatei einbaut, ist dafür auch kein unschöner Aufkleber am Gehäuse mehr nötig.

Bei unserem Testgerät war die Bedienoberfläche in Version 1.0.1.35 instal-



liert und meckerte bei jedem Start, dass eine Installationsdatei defekt sei und man das Update noch einmal starten solle. Die Schaltfläche „Weiter“ führte aber unmittelbar in eine Schleife; die vorgeschlagene Update-Suche unter Info half ebenfalls nicht. Lenovos Windows-Hilfsprogramm Vantage, das Treiber auf dem aktuellen Stand der Dinge hält, fand kurioserweise kein Update, obwohl wir auf den Support-Webseiten den 350-MByte-Download auf Version 1.0.1.38 entdeckten. Das Paket ließ sich ohne Murren installieren, und die E-Ink-Bedienoberfläche zeigte daraufhin auch die neuere Versionsnummer an – die Fehlermeldung über eine defekte Installationsdatei blieb jedoch bestehen. Laut Lenovo ist das Problem bekannt und ein Update in Arbeit.

Wahlweise lässt sich der E-Ink-Bildschirm als regulärer Monitor in Windows ansteuern. Herkömmliche Anwendungen machen in der Regel aber keinen Spaß: Die Bildwiederholrate ist viel zu gering, als dass man die sonst üblichen Menüanimationen oder das Scrollen im Webbrowser genießen könnte – von Videos ganz zu schweigen.

Komfort

Praktisch: Sowohl im dunklen Rahmen neben dem E-Ink-Bildschirm als auch rechts neben der Tastatur findet man klei-



**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 ABBONNIER 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.**





Die Außenseite des Deckels wird von einem großen E-Ink-Display eingenommen, das per Stift oder Finger bedient werden kann.

Lenovo ThinkBook Plus G2: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		20WH000HGE
Lieferumfang		Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift, USB-C-Mini-Dock, Maus
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)		– / – / – / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN		– / – / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss		– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden		✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung		
Display	CSOT MN307DA1-5: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 2560 × 1600, 16:10, 227 dpi, 60 Hz, 4 ... 315 cd/m ² , spiegelnd	
Prozessor	Intel Core i5-1130G7 (4 Kerne mit SMT), 1,8 GHz (Turbo bis 4 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR4X-4267	
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	
Sound	HDA: Realtek ALC287	
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 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: Samsung PM9A1 (512 GByte) / –	
Stromversorgung, Maße, Gewicht		
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	55 Wh Lithium-Ionen (✓)	
Netzteil	65 W, 324 g, 8,8 cm × 5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,17 kg / 29,8 cm × 20,8 cm / 1,5 ... 1,8 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	1 cm / 18,5 mm × 18 mm	
Leistungsaufnahme		
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,6 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m ² / max.	4,4 W / 5,5 W / 7,6 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	49 W / 13,5 W / 28 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	62 W / 0,56	
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks		
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / Video (200 cd/m ²) / 3D (max.)	14,2 h / 7,8 h / 2,7 h	
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	80 % / 11,4 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,1 Sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	6364 / 4796 MByte/s	
IOPS (4K) lesen / schreiben	140800 / 128000	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	336 / 193 Mbit/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,6 dBA	
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1195 / 3492	
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	9529 / 12156 / 3522 / 1283	
Preis und Garantie		
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €	
Garantie	1 Jahr (erweiterbar)	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
– nicht vorhanden	–	k. A. keine Angabe

ne Pfeile, die im Betrieb und im Standby leuchten und den Weg zum Einschalter am rechten Gehäuserand weisen. Im Einschalter steckt nämlich ein Fingerabdruckleser, der komfortables biometrisches Einloggen mittels Windows Hello ermöglicht. Die Webcam ist hingegen ein herkömmliches 2D-Modell ohne Hello-Unterstützung; ein mechanischer Schieber über der Linse beugt Spähversuchen vor. Der mitgelieferte Stift verschwindet zum Transport in einer Garage neben dem Einschalter.

Die beleuchtete Tastatur bietet wenig, aber noch ausreichend Tastenhub; der Druckpunkt ist gut spürbar. Das Layout gefällt mit zweizeiliger Enter-Taste; der Cursor-Block ist hingegen leider nur einzeilig ausgeführt.

Mit einer Akkuladung hält das unter 1,2 Kilogramm leichte Notebook im Optimalfall über 14 Stunden durch, wenn man durchgängig den Hauptbildschirm verwendet – und bei E-Ink-Verwendung noch viel länger. Das beiliegende USB-C-Netzteil befüllt einen leeren Energiespeicher wieder rasant. Der Lüfter bleibt bei kurzen Lastspitzen leise; bei anhaltender Rechenlast rauscht er mit erträglichen 1,1 Sone.

Lenovo verkauft das ThinkBook Plus G2 ausschließlich in der hier getesteten Ausstattungsvariante 20WH000HGE mit dem Vierkernprozessor Core i5-1130G7, 16 GByte aufgelötem LPDDR-4x-Speicher, einer 512-GByte-SSD und Windows 10 Pro für rund 1400 Euro. Das kostenlose Upgrade auf Windows 11 ist möglich; in Kürze wird es das Notebook als 20WH0014GE auch direkt mit vorinstalliertem Windows 11 Pro zum gleichen Preis bei unveränderter Hardware geben.

Fazit

Das Konzept des ThinkBook Plus ist einzigartig: Wer häufig unterwegs Dokumente mit Anmerkungen versieht, spart bei Nutzung des E-Ink-Zweitdisplays viel Energie, die später beim Arbeiten oder Videogucken am Hauptbildschirm zur Verfügung steht – was insgesamt mehr Laufzeit bedeutet. Das Notebook leistet sich keine nennenswerten Schwächen; die einzige Ausstattungsvariante hat Lenovo stimmig gewählt. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, Notizbook, Lenovo ThinkBook Plus mit stiftbedienbarem E-Ink-Zweitbildschirm, c't 23/2020, S. 110



Flight Levels Day

Von agilen Teams zu
unternehmerischer Agilität

29. November 2021

fld.inside-agile.de

Workshop

Flight-Levels-
Einführung

26. November 2021

fld.inside-agile.de

Workshops

Agile Leadership
**14. Dez. 2021 und
12./13. Jan. 2022**

alc.inside-agile.de

Agile Leadership Conference

So werden agile
Teams besser

9. Dezember 2021

alc.inside-agile.de

**Online-
Konferenzen
von Heise**

Veranstalter

 **heise Developer**



dpunkt.verlag



Dauerbaustelle

Falt-Smartphone Microsoft Surface Duo 2 mit neuer Kamera

Bei der zweiten Generation des Surface Duo versucht Microsoft, Schwächen des Erstlings zu beheben. Dabei reißt der Hersteller aber neue Baustellen auf, die uns während des Testens kaum weniger ärgerten.

Von Steffen Herget

Microsofts Interpretation eines Falt-Smartphones ist auf dem Markt bisher einzigartig. Statt eines einzigen biegsamen Displays kommen zwei Standard-Panels zum Einsatz, die sich so eng aneinander schmiegen, dass sie wie ein großer Bildschirm wirken. Das hat Vorteile: Das Scharnier, das beide Gerätehälften miteinander verbindet, muss nicht ganz so aufwendig ausfallen, zudem sind flexible Panels nach wie vor fragiler als die gängiger Bildschirme. Doch das Duo-Konzept

birgt auch Nachteile und wirkt weniger aus einem Guss. So bleibt etwa stets ein Spalt zwischen den Displays, der Inhalte trennt oder verdeckt.

Dieser Spalt ist im Vergleich zum ersten Surface Duo schmäler geworden, da beide Bildschirme an der zur Mitte zeigenden Längsseite nun leicht gebogen und näher zusammengerückt sind. Noch immer verschwindet an dieser Stelle aber ein Teil des Bildschirm Inhalts im Nirvana: Wörter werden zerstückelt, so manches Element bei Spielen und Apps ist nicht sicht- und erreichbar, Bilder und Videos erscheinen unansehnlich.

Im Dual-Display-Betrieb mit zwei parallel laufenden Anwendungen sieht die Sache besser aus. Vor allem Microsofts eigene Apps und Dienste, die in Form von Office, Teams, OneDrive, Edge-Browser, Bing, OneNote und mehr allesamt vorinstalliert sind, arbeiten gut zusammen, unterstützen das Hin- und Herschieben von Daten und schalten in der Regel problemlos zwischen Hoch- und Querformat um. Dass das noch längst nicht bei allen

Fremdanbieter-Apps so gut funktioniert, ist schade, liegt aber nicht unbedingt in Microsofts Hand. Der Microsoft-Launcher, der über Android 11 liegt, ist modern gestaltet und leicht zu bedienen.

Die beiden 5,8-Zoll-Displays sind zu gunsten etwas schmälerer, aber noch immer massiver Ränder oben und unten leicht gewachsen und dabei zudem heller geworden. Die OLED-Panels sind in allen Lebenslagen angenehm ablesbar und sehr kontrastreich. Das Scharnier, welches das Duo 2 oben und unten mit zwei verchromten Klammern verbindet, hinterlässt einen hochwertigen und robusten Eindruck und hält das Duo 2 in jedem möglichen Winkel stabil in Position. Die Verarbeitung des Gerätes ist tadellos.

Mehr Power reicht nicht

An zwei weiteren, viel kritisierten Ausstattungsmerkmalen hat Microsoft nachgebessert: Kamera und System-on-a-Chip (SoC). Mit dem Snapdragon 888 kommt nun endlich ein aktueller High-End-Prozessor samt zeitgemäßem 5G-Modem und etwas mehr Arbeitsspeicher zum Zug. Das merkt man dem Surface Duo 2 zumindest in den Benchmarks an, das Falt-Smartphone setzt Bestmarken und ist rasend schnell. In den Dauertests Wild Life und Wild Life Extreme des 3DMark drosselt der 888 zudem deutlich weniger als bei vielen Konkurrenten. Dass das Duo 2 in der alltäglichen Nutzung die Power nicht so recht auf die Straße bringt und sich immer wieder kurze Aussetzer und Gedankensekunden gönnnt, hat mit der Software zu tun, die noch immer nicht rund läuft. Im Test kam es immer wieder vor, dass Apps die Ausrichtung nicht verlässlich ändern, im Vollbildmodus nicht korrekt rendern oder das komplette Gerät für einige Momente einfror und keine Wischgesten und Fingertipps annahm. Da sollte Microsoft dringend nachbessern.

Das Duo 2 hat nicht mehr nur eine einzige Kamera an der Innenseite, sondern zusätzlich eine Dreifachknipse außen. Das Kameramodul steht weit aus dem eigentlich so dünnen Gehäuse hervor und ruinierst das ansonsten elegante Design nicht nur optisch. Anders als der Vorgänger liegt das neue Duo weder flach auf dem Tisch noch lässt es sich komplett umklappen, es bleibt ein dicker Spalt, der das Gerät zum unhandlichen Keil formt. Microsoft hat das Kameramodul leicht schräg eingebaut, damit es flächig an der anderen Gehäusehälfte aufliegt. Ob das Duo 2 den direkten

Kontakt zwischen Metallrahmen der Kamera und Gläsrückseite auf Dauer schadlos übersteht, ist jedoch fraglich.

Die Folgen für die Bedienung und das Design durch die neue Kamera wären leichter zu ertragen, wenn sie verlässlich sehr gute Fotos und Videos abliefern würde. Qualitativ sind die Bilder und Videos zwar ein Fortschritt gegenüber der schwachen Knipse des ersten Duo, im Vergleich zu anderen aktuellen High-End-Smartphones jenseits der Tausend-Euro-Grenze macht das Duo 2 aber keinen Stich. Helle Bereiche wie der Himmel verlieren schnell Details, Dunkles säuft ab, die Farbdarstellung zwischen Hauptkamera, Tele und Ultraweitwinkel ist nicht konsistent und die Bildodynamik schwach. Die Kamera-App von Microsoft ist arg simpel gehalten: Beliebte Modi wie Porträt, Nachtaufnahme oder Zeitraffer gesteht der Hersteller der Kundschaft nicht zu. Die Konstruktion des Surface Duo 2 bedingt, dass man die hintere Kamera nur im aufgeklappten Zustand verwenden kann – faltet man das Gerät ganz herum, verdeckt die eine Gehäusehälfte die Linsen. Die Kamera-App verteilt die Inhalte entsprechend: Sucher auf dem einen, Display, Bildanzeige und -bearbeitung auf dem anderen.

Ohne Aufklappen geht nichts

Da das Surface Duo 2 weiterhin kein Außendisplay besitzt, muss man das Gerät für alle Aktionen aufklappen, die über die Regelung der Lautstärke hinausgehen. Durch das ziemlich breite Format ist die Bedienung mit einer Hand selbst dann unkomfortabel, wenn man das Scharnier komplett ausnutzt und nur auf einem der beiden Displays arbeitet.

Für feine Arbeiten, Zeichnungen oder handschriftliche Notizen bietet sich die Kombination mit einem Surface Pen an. Der digitale Eingabestift arbeitet vorzüglich mit dem Surface zusammen und ist eine echte, allerdings nicht ganz günstige Hilfe. Microsoft hat die Stifte in unterschiedlichen Varianten im Sortiment, der für das Duo 2 gedachte Slim Pen 2 kostet 130 Euro.

Wer nur einen Bildschirm nutzt, erreicht mit dem Duo 2 sehr gute Akkulaufzeiten. Im Vergleich zum ersten Duo hielt das neue Modell in unseren Tests bis zu vier Stunden länger durch. Im Vollbildmodus sank die Laufzeit je nach Test zwischen 30 und 40 Prozent – nachvollziehbar bei doppelter Bildschirmfläche. Etwas



Das neue Kameraelement verhindert, dass sich das Surface Duo 2 flach zusammenklappen lässt.

zückig zeigte sich das Duo 2 im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Ladegeräten. Unser 20-Watt-Standard-Netzteil verweigerte den Dienst nahezu komplett, ein 60-Watt-Ladegerät von Realme brauchte über dreieinhalb Stunden für eine komplette Ladung, während ein gleich starkes Netzteil von Vivo es in fast einer Stunde weniger schaffte. Im Zweifel sollte man weitere 55 Euro für das passende Ladegerät von Microsoft auf den Tisch legen.

Das Geld für Netzteil und Stift machen den Bock preislich auch schon nicht mehr fett, das Duo 2 ist ohnehin sehr teuer: Die kleinste Speichergröße kostet 1599 Euro, die größte noch 300 Euro mehr. Viel Geld, das Duo 2 zählt damit zu den teuersten Smartphones auf dem Markt. Fast schon frech allerdings, dass Microsoft für den zweiteiligen Bumper zum Aufkleben, der das Gerät vor Schaden durch Stürze

bewahren soll und beim ersten Duo noch mitgeliefert wurde, nun noch einmal stolze 45 Euro aufruft.

Fazit

Surface-Fans, die im Kosmos der Microsoft-Dienste so richtig zu Hause sind, bekommen mit dem Duo 2 das komplette Paket, allerdings zu einem stolzen Preis. Dass Microsoft die Mängel in der Software noch immer nicht ausgeräumt hat, enttäuscht. Ob sich die Bauart durchsetzen wird, die mit der Position der Hauptkamera sowie der Displaylücke Probleme macht und zur Bedienung immer ein Aufklappen erfordert, ist zumindest zweifelhaft. Wer nach einem Falt-Smartphone sucht, ist derzeit mit dem Galaxy Z Fold3 (Test in c't 20/2021, S. 80) oder dem Galaxy Z Flip3 (c't 24/2021, S. 84) von Samsung besser dran.

(sht@ct.de) ct

Microsoft Surface Duo 2

Android-Smartphone	
Hersteller	Microsoft
Betriebssystem / Patchlevel	Android 11 / September 2021
Updates lt. Hersteller bis	k. A.
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	8 GByte / 256 GByte (229 GByte) / –
5G: DSS / Band 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261 / SAR-Wert ¹	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / – 0,99 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 6 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
SIM / Dual / eSIM	Nano-SIM / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschl. / USB-Anschluss / OTG / DP	✓ (im Einschalter) / – / USB-C (3.2 Gen 2) ✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar	4450 mAh / –
Abmessungen offen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	14,5 cm × 18,5 cm × 0,9 cm / 183 g / –
Abmessungen geschlossen (H × B × T)	14,5 cm × 9,2 cm × 1,5 cm
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP / f/1,7 / –
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	16 MP / f/2,2 / –
Tele Auflösung / Blende / OIS / Vergrößerung	12,2 MP / f/2,4 / – / 2 ×
Frontkamera Auflösung / Blende	12,2 MP / f/2
Displays	
Diagonale / Technik	2 × 5,8 Zoll / OLED
Auflösung (Pixeldichte) / Helligkeitsregelbereich	je 1892 × 1344 Pixel (401 dpi) / 1,48 ... 734 cd/m ²
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	0,7 h / 2,8 h
Laufzeiten lokales Video ² / 4K-Video / 3D-Spiel / Stream	16,9 h / 13 h / 11,8 h / 17 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4917, 12953 / 1113, 3522
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	5805 / 1537
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	30 fps, 72 fps / 69 fps, 141 fps / 44 fps, 100 fps
Preis	1599 € (128 GByte) / 1699 € (256 GByte) / 1899 € (512 GByte)

¹ Herstellerangabe ² gemessen bei 200 cd/m² auf einem Display



Das Imperium schlägt zurück

Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner

Intels Core-i-12000-CPUs „Alder Lake“ betreten in vielen Bereichen Neuland: Sie sind die ersten mit einem Hybriddesign aus schnellen und effizienten Kernen, DDR5-RAM und PCI Express 5.0. Zusammen mit moderner Fertigungstechnik kann Intel damit bei Performance und Fähigkeiten fast immer an AMDs Ryzen-5000-Serie vorbeiziehen. Wie unser Test zeigt, erkauft Intel sich das aber zum Teil mit einem hohen Energiebedarf.

Von Christian Hirsch

Statt eines Rundumschlags von der biligen Office-CPU für 50 Euro bis zum High-End-Modell über 500 Euro bringt Intel die zwölften Generation seiner Core-i-Prozessoren in Etappen an den Start. Die

Wegbereiter bilden das Spitzenmodell Core i9-12900K mit 8+8-Kernen für 700 Euro, der 8+4-Kerner Core i7-12700K für 450 Euro und der Core i5-12600K mit 6+4-Design für 330 Euro. Von diesen übertaktbaren Prozessoren für Hardware-Enthusiasten haben wir den schnellsten Alder-Lake-Prozessor sowie den vergleichsweise günstigen Core i5 getestet.

Die neue CPU-Generation von Intel erfordert unter anderem wegen des neuen Speichertyps DDR5 auch neue Mainboards mit der Fassung LGA1700, die 500 Kontakte mehr enthält als der Vorgänger LGA1200. Deshalb sind Mainboards mit einem Chipsatz der Serie 600 notwendig. Zu Beginn wird es aber passend zu den leistungsstarken Core-i-12000-Prozessoren nur solche mit dem High-End-Chipsatz Z690 geben [1]. Zum Jahresbeginn 2022 folgen dann außer den preiswerteren CPUs auch weitere Chipsätze.

Tiefergelegter Chip

Im Unterschied zu AMDs Ryzen-5000X-Prozessoren mit Chiplet-Design verwendet Intel für Alder Lake weiterhin ein monolithisches, in 10-Nanometer-Tech-

nik (auch „Intel 7“ genannt) gefertigtes Halbleiter-Die mit 209 mm² Fläche.

Das Halbleiter-Die der Core i-12000 ist ebenso wie das aufgebrachte Wärmeleitmaterial flacher als bisher, sodass der Heatspreader dicker wird. Die Gesamthöhe der CPU bleibt somit zwar unverändert, bisherige LGA115x/1200-Kühler lassen sich aber dennoch nicht grundsätzlich weiterverwenden. Durch die größeren Abmessungen des Prozessors wegen der zusätzlichen Kontaktflächen wächst der Abstand der Befestigungslöcher von 75 auf 78 Millimeter. Viele Kühlerhersteller bieten deshalb Montage-Kits für die Fassung LGA1700 an. Manche Mainboards wie die von uns für den Test verwendete Asus ROG Maximus Z690 Hero und Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 haben Langlöcher und nehmen beide Größen auf.

Der Aufbau des Alder-Lake-Dies (siehe Bild auf S. 85) lehnt sich an das der Vorgänger an. An einem 2011 bei Sandy Bridge (Core i-2000) eingeführten Ring-Bus hängen wie an einer Perlenschnur die einzelnen Funktionsblöcke der CPU. Dazu gehört die UHD-770-Grafik mit 32 Ausführungsseinheiten (Execution Units) und Xe-Archi-

tekturen. Letztere hat Intel unverändert vom Vorgänger Core i-11000 „Rocket Lake“ beziehungsweise den Mobilchips „Tiger Lake“ übernommen. Mit 32 EUen eignet sich die integrierte GPU jedoch nur für simple Casual Games. Ihre Stärken liegen stattdessen bei der Videoverarbeitung [2].

Am anderen Ende des Chips ordnet Intel den sogenannten System Agent an. Teil davon ist unter anderem die Display Engine für vier DisplayPort-1.4a- beziehungsweise HDMI-2.1-Ausgänge. Ein weiterer Bestandteil des System Agent ist der PCIe Root Complex. Diesen hat Intel deutlich aufgebohrt. Statt bisher 20 PCIe-4.0-Lanes und acht technisch eng verwandten DMI-3.0-Leitungen (Direct Media Interface) zum Chipsatz können die Alder-Lake-Prozessoren nun Grafikkarten über 16 PCIe-5.0-Lanes anbinden, sodass sich der Durchsatz zu ihnen auf rund 64 GByte/s verdoppelt. Hinzu kommen wie bisher vier PCIe-4.0-Lanes für NVMe-SSDs. Durch den Wechsel auf DMI 4.0 weitet Intel den Flaschenhals zum Chipsatz weiter auf. Pro Richtung sind jetzt 16 GByte/s möglich, was schnellen NVMe- und USB-SSDs zugutekommt, die am Z690-Chipsatz hängen.

Ein dritter Bestandteil des System Agent ist der Speichercontroller, der nun außer mit DDR4-RAM auch mit DDR5-Speicher umgehen kann (siehe S. 90). Ohne Übertaktung unterstützen die Core i-12000 maximal DDR5-4800. Parallel zu DDR5-Mainboards wird es auch Boards für DDR4-RAM geben, denn die neue Spechertechnik kostet zu Beginn pro Gigabyte noch deutlich mehr.

Kernfusion

Zwischen der GPU und dem System Agent ordnet Intel die Prozessorkerne an. Im Unterschied zu bisherigen Desktop-CPUs verwendet der Hersteller erstmals ein Hybriddesign aus leistungsstarken Performance- und sparsamen Effizienzkernen. Der schnellste Alder-Lake-Chip Core i9-12900K besteht aus acht P- und acht E-Kernen. Dem Core i5-12600K hat Intel ein 6P+4E-Design spendiert. Die P-Kerne mit Golden-Cove-Architektur sind eine direkte Weiterentwicklung der Willow-Cove-Kerne der 11. Core-i-Generation und sollen im Schnitt 19 Prozent schneller sein. Für die E-Kerne „Gracemont“ hat sich Intel bei den Billig-CPUs Celeron und Pentium Silver J/N mit Tremont-Architektur bedient und diese massiv aufgebohrt.

Die P-Cores sind erheblich leistungsfähiger und nehmen deshalb viel mehr

Platz auf dem Chip in Anspruch als ein E-Kern. Im Vergleich zu Rocket Lake haben die Golden-Cove-Kerne nun jeweils einen 1,25 MByte statt 512 KByte großen Level-2-Cache. Möglich wird der Zuwachs unter anderem durch die kleineren Strukturen. Die wesentlich kleineren E-Cores sitzen jeweils in einem Viererblock mit einem gemeinsam genutzten 2 MByte fassenden L2-Cache. Solch ein Quartett ist mit 8,7 mm² nur rund 20 Prozent größer als ein einzelner P-Core (7,3 mm²).

Längs in der Mitte vom Die ist der bis zu 30 MByte große Level-3-Cache mit dem Ring Bus untergebracht. Auf den auch Last Level Cache (LLC) genannten Zwischenspeicher können alle Kerne sowie die GPU gleichermaßen zugreifen. Er dient nicht nur dazu, Zugriffe auf den relativ gesehen langsamem Arbeitsspeicher einzusparen, sondern auch zum Austausch von Daten zwischen den Kernen. Der kumulierte Durchsatz soll dabei laut Intel über 1000 GByte/s betragen. Mit 30 MByte Kapazität fasst der L3-Cache beinahe doppelt so viele Daten wie beim Vorgänger Core i9-11900K (16 MByte), was vor allem speicherintensiven Anwendungen wie 3D-Spielen zugutekommt.

Schnelle Kerne noch schneller

Sowohl bei den schnellen P-Kernen als auch bei den effizienten E-Kernen hat Intel zu den jeweiligen Vorgängerarchitekturen massive Änderungen vorgenommen, die dem Trend der Prozessorentwicklung zu immer „breiteren“ Designs folgen: Sie verarbeiten mehr

Befehle gleichzeitig. Apples Firestorm-Kern aus dem ARM-Chip M1 lässt grüßen. Die Golden-Cove-Kerne enthalten einen verbesserten Power-Management-Controller, der nun im Mikrosekunden- statt Millisekundenbereich Taktfrequenz und Spannung anhand der aktuellen Auslastung steuert.

Schon direkt beim Frontend der P-Kerne geht es in die Breite: Die Decoder können pro Zyklus bis zu sechs Mikrooperationen (Micro-Ops, µops) liefern. Sie übersetzen die ankommenden x86er-Befehle in ein bis vier RISC-artige Micro-Ops. Wie die Decoder bei Golden Cove genau aufgebaut sind, verrät Intel aber nicht. Damit sie ausreichend ausgelastet werden, nimmt der Transaction Lookaside Buffer nun doppelt so viel Einträge auf. Er übersetzt die virtuellen Speicheradressen in physische und puffert 256 Einträge von 4K-Speicherseiten beziehungsweise 32 2/4-MByte Seiten. Zudem hat Intel nach eigener Aussage die Sprungvorhersage verbessert. Der zugehörige Branch Target Buffer (BTB) umfasst 12.000 statt bisher 5000 Einträge.

In über 80 Prozent der Zeit sind die energiehungrigen Decoder aber abgeschaltet und vom Strom getrennt. Statt dessen setzt Intel seit vielen Jahren stark auf den Micro-Op-Cache, der bei Golden Cove nun 8 statt bisher 6 Befehle pro Zyklus liefern kann. Er beherbergt zudem 4000 statt 2250 Micro-Ops und zieht mit AMDs Zen-3-Architektur gleich.

Die Micro-Ops reihen sich anschließend in einer Warteschlange ein, bevor sie

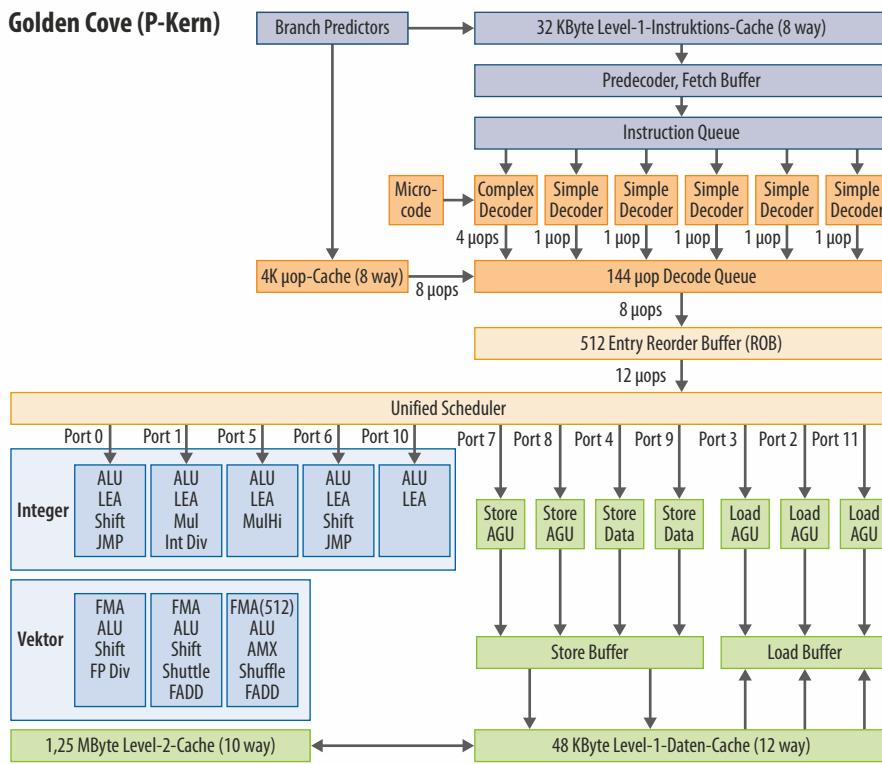
Die-Shot Core i9-12900K

Im Vollausbau bietet das Halbleiter-Die der Alder-Lake-Prozessoren acht P- und acht E-Kerne. Es ist modular angelegt, sodass Intel für schwächere CPUs Kerne und Blöcke des Level-3-Caches weglassen kann. Der rechte Teil mit der UHD-770-Grafikeinheit verschiebt sich dann nach links.

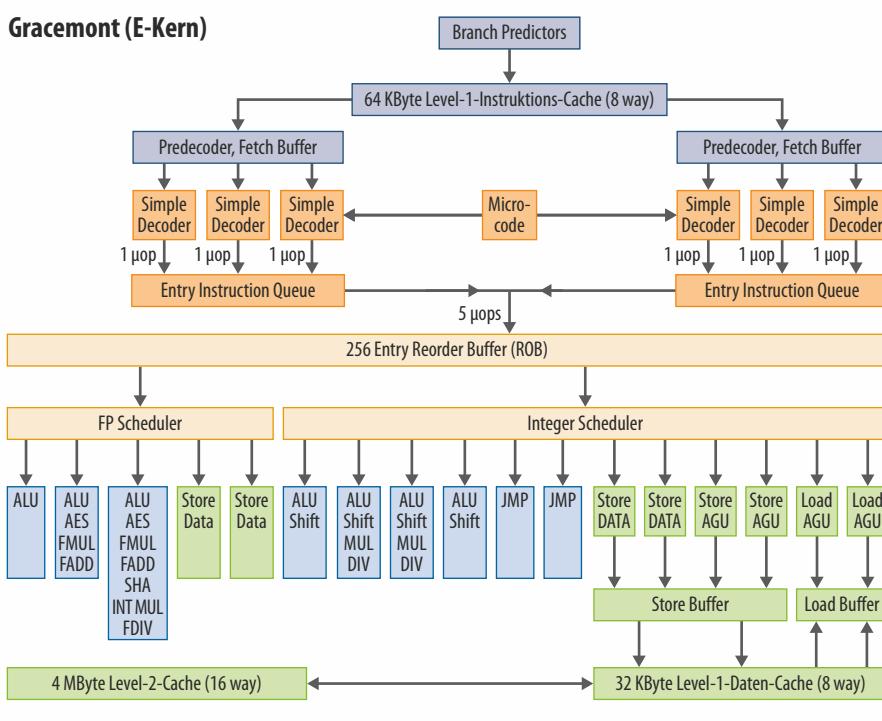


Architekturvergleich der P- und E-Kerne

Intel verwendet für die Hybrid-Kerne der Core-i12000-Prozessoren zwei komplett unterschiedliche CPU-Designs. Die P-Kerne „Golden Cove“ bieten dank leistungsstarker Einheiten eine hohe Singlethreading-Leistung. Die kleineren E-Kerne „Gracemont“ sind hingegen auf hohen Multithreading-Durchsatz bei überschaubarem Energiebedarf optimiert.



Gracemont (E-Kern)



dann im Out-of-Order-Teil weiterverarbeitet werden. Die Queue kann im Singlethreading-Modus statt bisher 70 nun 144 Micro-Ops vorhalten. Mit aktivem Simultaneous Multithreading (SMT) sind es jeweils lediglich 72 Befehle.

Die nachfolgende Allocation-Stufe kann 6 statt 5 Micro-Ops annehmen, die anschließend vom Scheduler statt bisher auf zehn nun auf zwölf Ausführungs-Ports verteilt werden. Dabei sortiert sie der Scheduler für optimale Performance um, wobei der zugehörige Reorder Buffer (ROB) 512 Einträge verwalten kann. Im Unterschied zu Zen 3 und der Gracemont-Architektur der E-Kerne von Alder Lake nutzt Intel für die P-Cores einen einheitlichen Scheduler für Integer- und Gleitkomma-Operationen.

An einem der neuen Ausführungs-Ports hängt eine fünfte Arithmetisch-Logische Einheit (ALU), die wie die anderen vier Einheiten LEA-Instruktionen (Load Effective Address) in einem Taktzyklus abarbeiten, die bei mehrstufigen Berechnungen hilfreich sind. Die Zahl der Vektor-einheiten bleibt unverändert bei drei. Zwei davon können nun aber Additionen schneller und effizienter durchführen (FADD). Hinzugekommen ist eine weitere Address Generator Unit für Ladebefehle, sodass Golden Cove drei 256 Bit breite Datentypen auf einmal laden kann.

Gepimpte Sparkerne

Einen gänzlich anderen Ansatz hat Intel für die energieeffizienten Kerne mit Gracemont-Architektur gewählt. Diese stammen nicht von der Core-Architektur ab, sondern ihre Ahnenlinie geht auf die Atom-Prozessoren zurück.

Für Alder Lake hat Intel das Vorgängerdesign Tremont massiv aufgebohrt. Ziel war es, eine mit der Skylake-Architektur der Core i6000-CPUs vergleichbare Performance zu erreichen, dabei aber mit 40 Prozent weniger Energie auszukommen. Um dies zu erreichen, hat Intel überspitzt formuliert alles weggelassen, was viel Strom und Die-Fläche frisst, zum Beispiel Multithreading. Dennoch setzt Intel auch bei den Effizienzkernen auf ein breites Design.

Das Frontend der E-Kerne unterscheidet sich massiv von den P-Kernen, denn es gibt zwei unabhängige Decoder-Blöcke mit jeweils drei Einheiten. Das ist nicht so leistungsstark wie der 6-Way-Decoder von Golden Cove, kommt aber mit weniger Energie aus.

Damit die Decoder nicht leerlaufen, hat Intel die Gracemont-Kerne mit einem 64 KByte großen Instruktionscache ausgerüstet. Der ist nicht nur doppelt so groß wie bei den Vorgängern, sondern auch im Vergleich zu den P-Kernen. Der BTB fasst 5000 Einträge. Ein Micro-Op-Cache fehlt den E-Cores, stattdessen speichert die CPU im Instruktionscache die Länge der Instruktionen und verwendet diese Informationen beim Dekodieren, wenn derselbe Code erneut auftritt. Das ist nicht so performant, spart aber wiederum Transistoren.

Der Out-of-Order-Abschnitt der Gracemont-Kerne kann fünf Micro-Ops entgegennehmen. Der Reorder Buffer ist mit 256 Einträgen auf Zen-3-Niveau. Nach dem Umsortieren der Befehle verteilt der Scheduler diese auf 17 Ausführungs-Ports. Der Tremont-Vorgänger hatte dagegen nur 10, woran sich ablesen lässt, wie umfangreich die Intel-Entwickler hier Hand angelegt haben. Im Unterschied zu den P-Kernen gibt es zwei getrennte Scheduler für Integer- und Gleitkomma-Einheiten.

Zu den Neuerungen der Gracemont-Kerne gehören eine vierte Integer- und eine dritte Vektor-Einheit. Die Vektor-Einheiten sind wesentlich leistungsfähiger und können nun erstmals auch 256-bittige AVX2-Befehle ausführen, während die Vorgänger auf 128-Bit-SSE-Operationen beschränkt waren. Zudem spendierte Intel den Effizienz-Kernen die für KI wichtigen VNNI-Befehle (Vector Neural Network Instructions), die ursprünglich Bestandteil von AVX512 waren, aber nun eigenständig sind. Damit das Hybriddesign funktioniert, müssen E- und P-Kerne den gleichen Befehlssatz unterstützen, weshalb Intel massiv nachgerüstet hat.

Thread-Verteiler

Moderne Prozessoren müssen hohe Single- und Multithreading-Leistung vereinen, um konkurrenzfähig zu sein. Den ersten Punkt erreichen die Hersteller durch hohe Taktraten und Kerne mit vielen parallelen Einheiten und großen Caches, die allerdings viel Chipfläche beanspruchen. Fürs Multithreading benötigt man viele Kerne,

wodurch die Chips sehr groß werden. Dadurch wiederum steigt die Wahrscheinlichkeit von Defekten bei der Fertigung, verschlechtert also die Ausbeute und lässt die Herstellungskosten ansteigen.

Während AMD dieses Problem mit Chiplets löst, beschreitet Intel mit Alder Lake einen anderen Weg. Für hohe Single-threading-Performance gibt es weiterhin große Kerne, allerdings höchstens acht davon. Zur hohen Multithreading-Performance tragen schwächere, aber deutlich kleinere Effizienzkerne bei. Von diesen lassen sich auf gleicher Fläche wesentlich mehr unterbringen. In unseren Messungen rechnet ein E-Core des Core i9-12900K bei seinem Maximaltakt von 3,9 GHz im Rendering-Benchmark Cinebench R23 etwa halb so schnell wie ein P-Kern bei 5,2 GHz. Weil auf die Die-Fläche eines P-Kerns aber rund 3,3 E-Kerne passen, liefert das effizientere Design flächennormiert beim Multithreading die 1,6-fache Leistung.

Damit das Hybriddesign optimal funktioniert, muss der Scheduler des Betriebs-

SPAREN SIE ZEIT UND GELD IM EINKAUF - E-PROCUREMENT BEI CONRAD.

WILLKOMMEN BEI DER CONRAD SOURCING PLATFORM.
Mehr Informationen finden Sie unter conrad.de/eprocurement

Core i-12000: Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Threads / Takt / Turbo	Cinebench R23 1T	Cinebench R23 MT	Blender Classroom [s]	Flops DP [GFLOPS]
Core i9-12900K (DDR5-4800)	8+8 / 24 / 3,2 / 5,2 GHz ¹	besser ► 2013	besser ► 27517	250	846
Core i9-12900K (DDR4-3200)	8+8 / 24 / 3,2 / 5,2 GHz ¹	2017	27423	250	849
Core i9-12900K (Windows 10)	8+8 / 24 / 3,2 / 5,2 GHz ¹	2014	27597	247	851
Core i5-12600K	6+4 / 16 / 3,7 / 4,9 GHz ¹	1916	17555	398	535
Core i9-11900K	8 / 16 / 3,5 / 5,3 GHz	1672	15364	469	541
Core i5-11600K	6 / 12 / 3,9 / 4,9 GHz	1545	11194	614	424
Ryzen 9 5950X	16 / 32 / 3,4 / 4,9 GHz	1656	25757	234	1110
Ryzen 7 5800X	8 / 16 / 3,8 / 4,7 GHz	1591	15592	412	587

¹ Takt für P-Kerne gemessen unter Windows 11 inkl. aller Patches, 3D-Spiele mit GeForce RTX 3090

systems dafür angepasst sein. Sonst kann es vorkommen, dass unwichtige Hintergrunddienste die schnellen Kerne blockieren und dann das 3D-Spiel anfängt zu ruckeln. Um dem Scheduler zu helfen, hat Intel den Alder-Lake-Prozessoren für diesen Zweck eine Hardwareeinheit namens Thread Director spendiert. Diese überwacht im Nanosekundentakt die verwendeten Instruktionen der laufenden Threads und kategorisiert die Threads in verschiedene Leistungsklassen. Diese „Empfehlungen“ meldet er dem Scheduler des Betriebssystems, der letztlich die Anwendungen auf die verschiedenen Kerne verteilt. Dafür sind größere Änderungen am Kernel notwendig. Ein einfacher Treiber reicht dafür nicht. Wohl aus diesem Grund hat Microsoft nur Windows 11 dafür angepasst.

Ausgehend von einer CPU ohne jegliche Belastung priorisiert die Logik des Thread Director zunächst die P-Kerne, denn sie bieten die maximale Singlethreading-Performance. Der nächste Thread kommt auf den nächsten freien physischen P-Kern und so weiter, bis alle belegt sind. Gibt es keinen freien P-Kern mehr, werden anschließend die E-Kerne belegt. Dabei gibt es eine Rangfolge, welcher Thread auf einen schnellen Kern darf und welcher mit einem langsamen vorlieb nehmen muss: Höchste Priorität haben Threads mit KI-Befehlen, gefolgt von solchen mit Vektorbefehlen (AVX2), dann latenzkritische Programme und zum Schluss Hintergrundprogramme. Erst wenn auch alle E-Cores in Benutzung sind, verwendet der Thread Director per Simultaneous Multithreading (SMT) die logischen Kerne der P-Cores.

TDP ade

Bislang erlaubte Intel seinen Core-i-Prozessoren einer 28 beziehungsweise 56 Sekunden lange Turbophase, in der sie ihre Thermal Design Power von meist 35, 65 oder 125 Watt um einen gewissen Be-

trag überschreiten konnten, bei den übertaktbaren K-Prozessoren bis aufs Doppelte. Allerdings ignorierten viele Board-Hersteller selbst diese recht lockeren Intel-Vorgaben. Wohl auch aus diesem Grund hat Intel mit Alder Lake die Thermal Design Power (TDP) abgeschafft. Ihren ursprünglichen Zweck als Kenngröße für die Dimensionierung des Kühlsystems erfüllte sie schon seit Jahren nicht mehr.

An ihre Stelle tritt nun die Processor Base Power (PBP). Für die drei vorgestellten Alder-Lake-Prozessoren Core i9-12900K, Core i7-12700K und Core i5-12600K sind die 125 Watt PBP aber ebenso irrelevant wie die TDP. Entscheidend für die Spitztleistungsaufnahme ist stattdessen die Maximum Turbo Power (MTP), die die K-Prozessoren laut Intel dauerhaft ausreizen dürfen. Beim Core i9-12900K beträgt sie satte 241 Watt, weshalb wir alle Prozessoren mit einer Wasserkühlung ausgerüstet haben. Den Core i5-12600K schickt Intel mit einer MTP von 150 Watt ins Rennen. Das entspricht grob den 142 Watt, die die Ryzen-Prozessoren mit 105 Watt „TDP“ dauerhaft verbrauchen dürfen.

Kopf-an-Kopf-Rennen

Das Wichtigste zuerst, Intels Hybriddesign funktioniert und überholt AMDs AM4-Topmodell Ryzen 9 5950X bis auf wenige Ausnahmen beim Single- und Multithreading. Das klappt dank der extrem leistungsstarken P-Kerne insbesondere bei Last mit nur einem Thread besonders gut, was vor allem bei Office-Anwendungen aber auch bei vielen Spielen wichtig ist. Im Rendering-Benchmark Cinebench R23 kann der Core i9-12900K dank 5,2 GHz Maximalturbo als erste CPU überhaupt die 2000-Punkte-Marke überwinden. Das entspricht einem Vorsprung von über 20 Prozent zum Ryzen-Konkurrenten und dem Vorgänger Core i9-11900K.

Stehen alle 24 Threads, also die 8 P-Kerne mit SMT und die 8 E-Kerne unter

Volldampf, sind es noch knappe sieben Prozent zu AMDs 16-Kerner mit 32 Threads. Wesentlich größer fällt der Zuwachs zum Achtkern-Spitzenmodell der 11. Core-i-Generation aus, der satte 80 Prozent beträgt. Im Rendering-Programm Blender bleibt es jedoch bei der Führung für Ryzen mit 7 Prozent Vorsprung. Das liegt vermutlich daran, dass die 16 Zen-3-Kerne vor allem bei Gleitkommaberechnungen schneller sind als die Mischung von schnellen und langsamen Kernen bei Alder Lake, denn auch im Flops-Benchmark schneidet der Ryzen 9 5950X um über 30 Prozent besser ab.

Den Wettstreit bei Anwendungen, bei denen primär die Integer-Einheiten gefordert sind, entscheidet der Core i9-12900K für sich. Das gilt für das Komprimieren von Daten mit 7-Zip, fürs Video-kodieren mit Handbrake und den Office-Benchmarks Sysmark 25. Hier hat auch das höhere Transfertempo von DDR5-RAM Vorteile. Bei 7-Zip bringt die neue Speichertechnik ein Geschwindigkeitsplus von fast 50 Prozent. Bei 3D-Spielen sind die Performanceunterschiede sowohl zwischen DDR4 und DDR5 als auch zwischen AMD und Intel geringer.

Testweise haben wir Windows 10 installiert, um zu prüfen, wie die Alder-Lake-Prozessoren sich verhalten, wenn der Thread Director brachliegt. Bei Anwendungen, die entweder nur einen oder alle Kerne voll auslasten, gibt es keine signifikanten Unterschiede, denn dann muss ja auch nichts verteilt werden. Bei Handbrake gibt es jedoch einen enormen Leistungseinbruch, weil der Videokodierer nur auf den langsameren E-Cores läuft.

Im niedrigeren Preissegment kann der 6+4-Kerner Core i5-12600K den 70 Euro teureren Ryzen 7 5800X mit acht Kernen in allen Disziplinen in die Schranken weisen. Interessant ist das Duell auch deshalb, weil beide CPUs ungefähr das gleiche Power-Limit von 150 beziehungsweise 142 Watt haben. Bei der Effizienz schneidet der

7-Zip, Komprimieren [MByte/s]	Handbrake, Production Max / Fast 1080p30 [fps]	Sysmark 25	Metro Exodus, 1080p High [fps]	Assassin's Creed Odyssey, 1080p Hoch [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Peak [W]
besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
96,6	49/117	1877	174	136	32/324
65,5	48/99	1959	174	131	24/306
99,7	16/52	1913	178	146	36/318
70,6	32/90	1827	168	135	32/190
158,4	26/66	1694	155	121	36/262
48,5	21/56	1569	147	115	35/163
73,2	51/73	1504	157	127	33/188
66,2	31/63	1558	163	124	31/178

günstige Alder Lake mit 87 Cinebench-Punkten pro Watt besser ab als der Zen-3-Chip (77,2 CB/W). Bei den beiden High-End-Prozessoren kehrt sich das Verhältnis um. Weil sich der Core i9-12900K bis zu 241 Watt genehmigen darf, liegt seine Effizienz nur bei 91 Cinebench-Punkten pro Watt, während AMDs 16-Kerner sehr gute 142 CB/W schafft. Hier hat Intel wohl die MTP und die daraus resultierende Kernspannung bewusst so hoch wie möglich gedreht, um auf Teufel komm raus am Ryzen 9 5950X vorbeiziehen zu können.

Fazit

Es ist erstaunlich, wie viele Baustellen Intel bei Alder Lake gleichzeitig angegangen ist: Neue Fertigung, erstmals ein Hybriddesign in Großserie, massiv überarbeitete Kerne, neue Speichertechnik und schnelleres PCI Express. Dieses Risiko einzugehen, hat sich unserer Meinung nach gelohnt und die Core i-12000-Prozessoren beweisen, dass sie die Ryzen 5000 in vielen Anwendungen hinter sich lassen können. Da sie zudem 50 bis 70 Euro günstiger als ihre AM4-Pendants

sind, wird AMD wohl in den kommenden Monaten vom derzeit recht hohen Preisniveau herunterkommen müssen.

(chh@ct.de) ct

Literatur

- [1] Christian Hirsch, big.BIGGER, Intels Hybrid-Prozessor Core i9-12900K: Erste Benchmarks, c't 24/2021, S. 38
- [2] Christian Hirsch, Grafik zum Pauschaltarif, 3D- und Videofähigkeiten integrierter Grafikeinheiten von Core-i- und Ryzen-Prozessoren, c't 14/2021, S. 96

VPN → ZTNA!

Der smarte Zero-Trust Network Access für alle Bereiche!



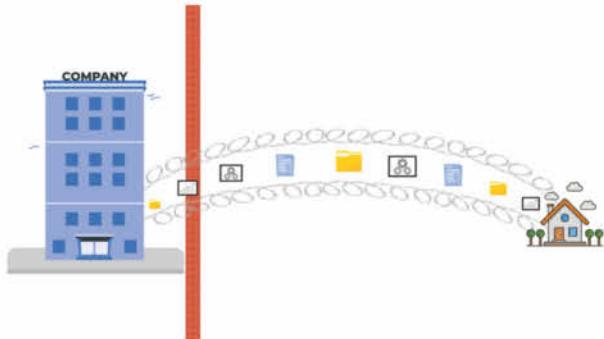
Testen Sie jetzt!

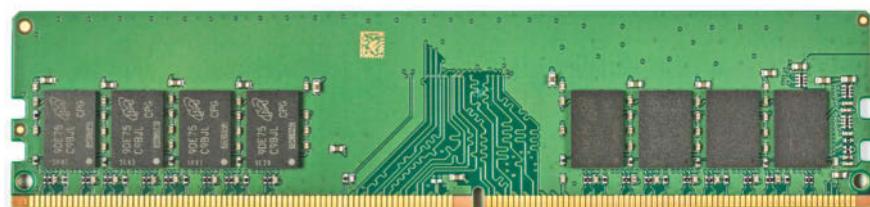
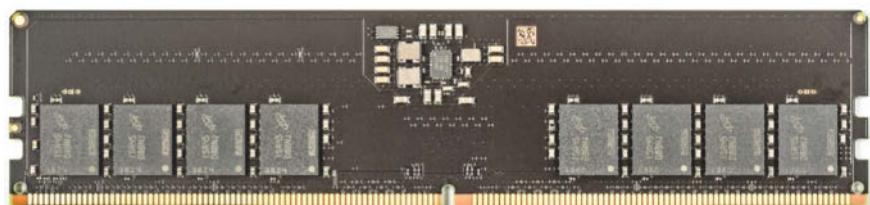


- ✓ Sichere Remote-Arbeit unabhängig vom eigenen Standort (Homeoffice / mobil)
- ✓ Zero-Firewall-Config - Keine offenen eingehenden Ports
- ✓ Unkomplizierte Bereitstellung interner Services für externe Benutzer

Was Sie nicht benötigen!!

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





RAM-Booster

DDR5-Arbeitsspeicher bringt höhere Datentransferraten

Mit Intels Prozessorgeneration Core i-12000 debütiert Double-Data-Rate-(DDR-)RAM der fünften Generation. DDR5 kommt mit mehr Speed und vielen kleinen Verbesserungen.

Von Christof Windeck

SDRAM-Speicherchips mit DDR-Technik gibt es seit mehr als 20 Jahren, nun beginnt der Generationswechsel von DDR4 zu DDR5. Der erste PC-Prozessor, der DDR5-RAM ansteuern kann, ist Intels Core i-12000 (Codename Alder Lake), den wir auf Seite 84 in dieser c't vorstellen. Im kommenden Jahr wird wohl auch AMD mit neuen Ryzens für die Prozessorfassung AM5 zu DDR5 wechseln, und bei Servern kommt der Umstieg dann ebenfalls. Stromsparspeicher nach LPDDR5-Spezifikation (LP steht für Low Power) ist in Mobilgeräten wie dem Samsung Galaxy S20/S21 und Apples jüngsten MacBooks Pro bereits im Einsatz.

Wie jeder bisherige DDR-Generationswechsel ermöglicht auch der von DDR4 zu DDR5 deutlich höhere Taktfrequenzen auf dem Speicherbus und somit höhere Datentransferraten. Das wiederum beschleunigt manche Anwendungen. DDR4-RAM erreicht bei DDR4-3200 das Ende der Fahnenstange, jedenfalls nach den Spezifikationen des Industriegremiums JEDEC. DDR5 soll als DDR5-6400 mindestens die doppelten Transferraten schaffen, später könnte sogar doch DDR5-8200 folgen, also Faktor 2,6 im Vergleich zu DDR4-3200.

Bei diesem Ausblick bleibt jedoch Übertakterspeicher außen vor, und in der Praxis geht es gemächlicher aufwärts: Der Core i-12000 ist höchstens für DDR5-4800 ausgelegt, bei Vollbestückung mit vier Dual-Rank-Modulen (DR-DIMMs) ist nur DDR5-3600 zulässig. Doch schon damit kann er schneller sein als mit DDR4-3200, siehe Seite 84. Künftige Prozessoren dürften DDR5 weiter ausreizen, auch ohne Übertaktung.

Um höhere Taktfrequenzen sowohl zuverlässig als auch mit ähnlicher Leistungsaufnahme wie bisher zu erreichen, lernen SDRAM-Chips und Speichercontroller für DDR5 einige neue Tricks. Dazu

gehören Funktionen für bessere Signalqualität auf den Daten- und Adresssignalleitungen zur Erkennung von Übertragungsfehlern auf dem Speicherbus und eine von 1,2 auf 1,1 Volt gesenkte Spannungsversorgung. Mehr Details dazu finden Sie in [1].

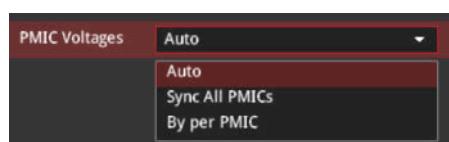
Neue DDR5-Funktionen

Grundsätzlich neu ist bei DDR5, dass sich der wie bisher 64 Bit breite Speicherbus in zwei 32-Bit-Kanäle aufspalten lässt, die weitgehend unabhängig voneinander arbeiten. Ein DDR5-Speichercontroller mit zwei 64-Bit-Kanälen stellt somit vier 32-Bit-Kanäle bereit. Das verspricht Vorteile für Vielkern-Prozessoren, bei denen unterschiedliche Kerne auf jeweils eigene Daten zugreifen.

Die Aufspaltung in 32-Bit-Kanäle führt dazu, dass DDR5-Module mit zusätzlichen Speicherchips für die Fehlerkorrektur per Error Correction Code (ECC) mehr Einzelchips benötigen. Bis zur Generation DDR4 war ein zusätzlicher Chip pro Rank üblich (also 9 statt 8 oder 18 statt 16), nun sind es zwei: 10 oder 20 mit ECC, 8 oder 16 ohne.

DDR5-Speicherchips erhalten ihre Betriebsspannung nicht mehr wie bisher direkt vom Mainboard. Stattdessen hat jedes DDR5-DIMM einen eigenen Spannungswandler, gesteuert von einem Power Management IC (PMIC). Desktop-PC-Mainboards und Notebooks versorgen die Speichermodule mit 5 Volt, Server mit 12 Volt. Den Spannungswandler kann man auf DDR5-DIMMs ohne „Übertakter-Zierbleche“ oberhalb der Speicherchips sehen, siehe Titelbild dieses Artikels. Auch das „elektronische Datenblatt“ alias SPD-EEPROM funktioniert anders: Es kommuniziert nicht mehr per I2C, sondern per I3C, und oft ist auch ein Temperaturfühler eingebaut.

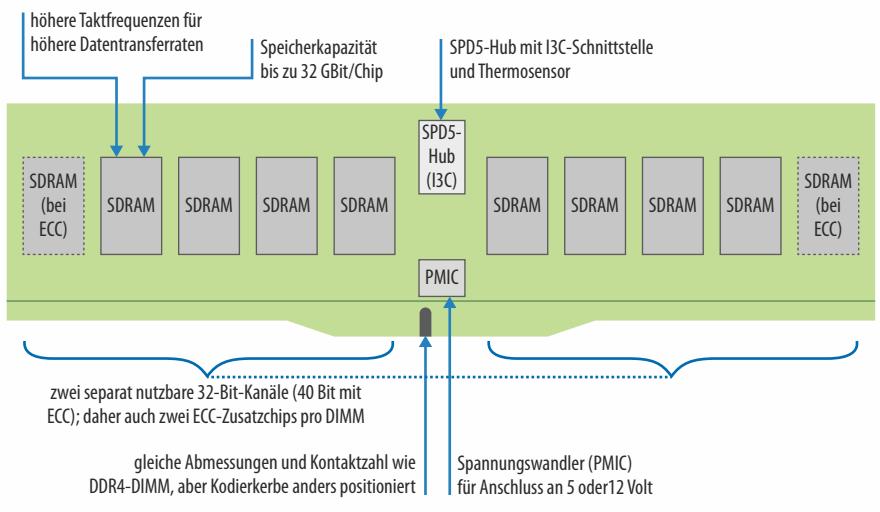
Bei sogenannten „ungepuffertern“ Speicherriegeln (UDIMMs) war in der Generation DDR4 bei 32 GByte Kapazität



Bei Mainboards mit DDR5-RAM finden sich neue Optionen im BIOS-Setup, etwa für die Ansteuerung des Power Management IC (PMIC) für den Spannungswandler.

DDR5-Speichermodule: Änderungen zu DDR4

Ein Speichermodul (DIMM) mit DDR5-SDRAM gleicht äußerlich einem DDR4-DIMM und überträgt ebenfalls je zwei Datenpakete pro Taktzyklus (Double Data Rate). Doch nicht nur Frequenz und Kapazität steigen, es gibt auch zahlreiche weitere Änderungen.



**FLEXIBEL
WIE DEIN LEBEN
WIR SCHÜTZEN,
WAS DIR WICHTIG IST**



Schluss, weil die größten Einzelchips je 2 GByte fassen (16 GBit) und höchstens 16 davon auf ein UDIMM dürfen, anders als bei RDIMMs für Server. Bei DDR5 sind auch 32-GBit-Chips (4 GByte) vorgesehen, also 64-GByte-UDIMMs. Diese sind aber längst noch nicht lieferbar und auch der Core i-12000 ist nicht dafür ausgelegt. Es bleibt also vorerst bei maximal 128 GByte für ein PC-Mainboard mit vier DIMM-Slots.

Ebenso wie bei früheren DDR-Generationswechseln passen DDR5-DIMMs nicht in die Fassungen für DDR4-Riegel. Sie haben zwar weiterhin 288 Kontakte, aber die Kodierkerbe sitzt an einer anderen

Stelle. Der Speichercontroller des Intel Core i-12000 kann alternativ zwar auch DDR4-Module ansteuern, allerdings nur auf Mainboards mit DDR4-Slots. DDR5-Speichermodule wird es ab 2022 auch in einer kleineren „Small Outline“(SO-)Bauform für Notebooks geben (SODIMM). Die meisten aktuellen Mobilrechner nutzen jedoch aufgelöste und daher nicht austauschbare LPDDR-Bausteine.

(ciw@ct.de)

Literatur

- [1] Christof Windeck, Generation 5, Das bringt DDR5-Arbeitsspeicher für PCs, Notebooks und Server, c't 13/2020, S. 116

DDR5-Speicher für Desktop-PCs (ohne ECC, ungepuffert/UDIMM)

Typ	Taktfrequenz	Transferrate pro DIMM	Taktzyklusdauer	typ. CL-Latenz [Takte / Dauer]
DDR5-6400	3,2 GHz	51,2 GByte/s	0,3125 ns	52 / 16,25 ns
DDR5-6000	3,0 GHz	48,0 GByte/s	0,3333 ns	50 / 16,67 ns
DDR5-5600	2,8 GHz	44,8 GByte/s	0,3571 ns	46 / 16,43 ns
DDR5-5200	2,6 GHz	41,6 GByte/s	0,3846 ns	42 / 16,16 ns
DDR5-4800	2,4 GHz	38,4 GByte/s	0,4167 ns	40 / 16,67 ns
DDR5-4400	2,2 GHz	35,2 GByte/s	0,4545 ns	36 / 16,36 ns
DDR5-4000	2,0 GHz	32,0 GByte/s	0,5000 ns	32 / 16,00 ns
DDR5-3600	1,8 GHz	28,8 GByte/s	0,5556 ns	30 / 16,67 ns
DDR5-3200	1,6 GHz	25,6 GByte/s	0,6250 ns	26 / 16,25 ns
zum Vergleich				
LPDDR4X-4267	2,13 GHz	34,1 GByte/s	0,4688 ns	k. A.
DDR4-3200	1,6 GHz	25,6 GByte/s	0,6250 ns	22 / 13,75 ns
DDR5-6800 bis DDR5-8200 sind für die Zukunft angedacht.				

eset

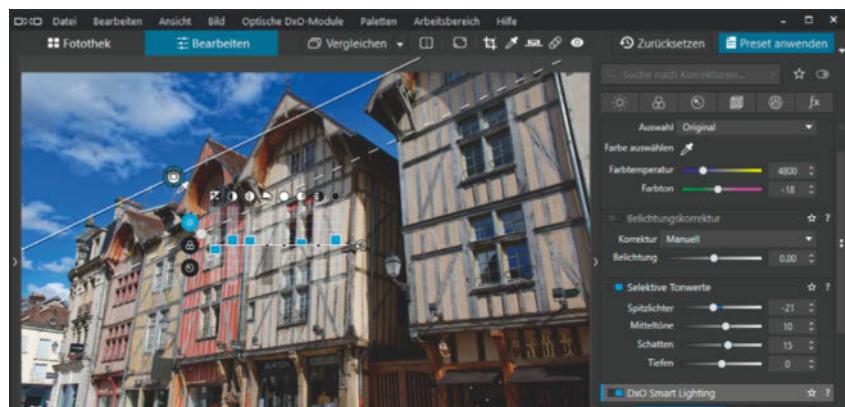
**IT-SECURITY:
EINFACH. SICHER. FÜR JEDEN.**

Die ESET Family Edition schützt große und kleine Surfer – ob bei Homeschooling, Shoppen oder Online-Banking.



Jetzt kostenfrei testen: [ESET.DE/EIS](https://www.eset.de/eis)

MADE IN EU



Automatisch entwickeln

DxO PhotoLab 5 entwickelt Raw-Fotos mithilfe von Korrekturprofilen und KI-Algorithmen. Die neue Version interpretiert Fujifilms X-Trans-Daten und bringt präzise Auswahl-tools für die selektive Korrektur.

Der französische Softwarehersteller DxO analysiert Fotos verschiedener Kamera-Objektiv-Kombinationen und entwickelt daraus Korrekturprofile für den Raw-Entwickler DxO PhotoLab, um Linsenverzerrung und Farbsäume zu beseitigen. Ein Alleinstellungsmerkmal sind die automatischen Bildverbesserer: „Smart Lighting“ korrigiert die Lichtverhältnisse und „DeepPrime“ das Bildrauschen auf Grundlage maschinellen Lernens. „Clear-View Plus“ optimiert den Kontrast und die Sättigung. In allen drei Disziplinen erzielt das Programm Ergebnisse, die man manuell nur schwer oder mit höherem Zeitaufwand hinbekommt. Der Algorithmus DeepPrime profitiert von der Sensoranalyse; erstmals unterstützt das Programm auch X-Trans-Sensoren von Fujifilm.

Die integrierte Bildverwaltung „Fotothek“ liest EXIF-Kameradaten aus und lädt im Anschluss passende Profile. Sie enthält nun einen vollständigen IPTC-Editor, über den man Copyright- und Kontaktinformationen sowie beschreibende Bilddaten ergänzen kann. Aus den Metadaten importiert das Programm Stichwörter, die man per Drag & Drop hierarchisch organisieren kann; dennoch wird die Liste nach kürzester Zeit unübersichtlich. Für Profi- und Pressefotografen ist die IPTC-Unterstützung jedoch eine willkommene Hilfe.

Das „Entwickeln“-Modul hat eine umfangreiche Palette an Reglern zu bie-

ten: Hier stellt man Weißabgleich, Belichtung, Lichter, Schatten und den Kontrast mit Reglern sowie Gradationskurven ein. Bei der HSL-Korrektur fällt das Farbrad auf, in dem man den zu bearbeitenden Farbbereich markiert und anschließend Farbton, Sättigung und Luminanz selektiv einstellt. Zunächst verwirrt das recht neue Bedienkonzept. Hat man das System aber erst einmal verstanden, geht die Korrektur leicht von der Hand.

Über „Lokale Anpassungen“ kann man verschiedene Maskierungsmethoden nutzen, zum Beispiel einen linearen und radialen Verlaufsfilter sowie einen Maskierungspinsel. Einzigartig sind die U-Points: Sie helfen bei der schnellen Motivauswahl, vor allem wenn sich das Auswahlziel kontrastreich vom Hintergrund abhebt. In PhotoLab 5 kann man anhand von Schiebereglern für Farben und Belichtung intelligente Masken erstellen. Eine Variante ist die „Kontrolllinie“, ein linearer Verlaufsfilter, der aber anders als bei Lightroom oder Capture One nicht einfach einen Verlauf übers Bild legt, sondern mit den Einstellungen aus den Kontrollpunkten eine Maske erzeugt, die den Konturen des Motivs folgt. U-Points erzeugen keine saubere Maske für die Fotomontage, eignen sich aber gut für selektive Entwicklung, beispielsweise um den Hintergrund unabhängig vom Motiv aufzuhellen.

DxO PhotoLab 5 kombiniert auf geschickte Weise automatische Bildkorrektur mit klassischen Werkzeugen eines Raw-Entwicklers. Die intelligente Kontrolllinie macht selektive Korrektur wieder ein Stück präziser. (akr@ct.de)

DxO PhotoLab 5 Elite

Raw-Entwickler	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.14
Preis	199 €

Analoge Filmträume

Das Effektprogramm DxO FilmPack 6 simuliert Fotofilme und Entwicklungs-techniken. DxO hat dazu analoge Vor-bilder im Labor analysiert.

DxO FilmPack 6 simuliert rund 80 Schwarz-Weiß-, Farbpositiv- und Farbnegativfilme von Fuji, Ilford, Kodak, Polaroid und anderen namhaften Herstellern in ihren traditionellen Körnungen; eine Essentials-Variante bietet gegenüber der Elite-Version nur halb so viele Filmsimulationen und unterstützt keine Raw-Dateitypen. Die Software läuft selbstständig sowie als Photoshop-, Lightroom- oder DxO-PhotoLab-Plug-in.

Die aktuelle Version teilt die Filme über die sogenannte „Zeitmaschine“ in Epochen ein und informiert darin inspirierend über die Geschichte der Fotografie.

Nach Anwendung eines Films mit dem gewünschten ISO-Wert kann man das Bild weiter bearbeiten: Mitgelieferte Voreinstellungen simulieren Kino-Look und verrechnen Overlays für Lichteinfall, Rahmen und Texturen. Auch der aus Raw-Entwicklern bekannte Dialog für Teiltonung ist enthalten. Die HSL-Korrektur bietet jetzt acht statt sechs Farbkanäle. Bemerkenswert sind klassische Tönungen wie natürlich Sepia, aber auch Eisensulfat.

Die Neuigkeiten gegenüber Filmpack 5 muss man mit der Lupe suchen; ein Upgrade braucht man nicht. Aber die Filmsimulation arbeitet nach wie vor hervorragend. (akr@ct.de)

DxO Filmpack 6 Elite

Fotoeffekte und Filmsimulation	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.14
Preis	129 €



Discounter Strike

Der Gaming-Monitor PEAQ PMO G270-CQK zeigt 2560 × 1440 Pixel, taktet mit 165 Hertz und kostet nur 300 Euro. Der Test offenbarte Schwächen bei dunklen Spielen.

Der 27-Zoll-Monitor der MediaMarkt-Saturn-Eigenmarke PEAQ steht auf einem V-Fuß, dessen zwei Ausleger weit in die Schreibtischfläche hineinragen. Das nüchterne Styling lockern nur zwei rückwärtige RGB-LED-Streifen mit stetigem Farbwechsel auf, die sich nicht regeln, aber immerhin abschalten lassen. Drei digitale Signaleingänge stehen für die Verbindung zum Rechner bereit, der einzelne USB-Port im Displayrücken ist nur für Firmware-Updates gedacht. Mittels AMDs FreeSync Premium passt das Panel seine Bildwiederholfrequenz dynamisch der der Grafikkarte an, G-Sync funktioniert nach manuellem Eingriff im Nvidia-Grafiktreiber ebenfalls.

Das Bildmenü enthält einblendbare Gamer-Goodies wie eine fps-Anzeige oder ein Fadenkreuz; vom sogenannten Schwarzausgleich (Black Equalize) sollte man aber die Finger lassen: Er hellt die dunkelsten Töne auf oder frisst Grau, so dass ein Helligkeitsverlauf im Extremfall schon ab mittleren Graustufen im Schwarz endet. Die inkonsistente Menübedienung nervt: Meist soll man das rückwärtige Steuerkreuz nach rechts umlegen, um eine Auswahl zu bestätigen, ab und an stattdessen wie eine Taste Richtung Gehäuserückseite drücken. Praktisch ist, dass man bereits in der obersten Einstellung im jeweiligen Menüschnitt gewählt sind.

Das gebogene, recht blickwinkelstabile VA-Panel kommt durch die WQHD-Auflösung auf eine Pixeldichte von 109 dpi und zeigt satte Farben, die den erweiterten Farbraum DCI-P3 fast abdecken. Es erzielt einen hohen mittleren Kontrast von 2402:1, im HDR-Modus waren es sogar 3222:1. Für einen HDR-Level der VESA reicht die Maximalhelligkeit 350 cd/m² allerdings nicht.

Der Schirm ist nicht besonders gleichmäßig ausgeleuchtet: Zu den Seiten fällt die Leuchtdichte ab und bei vollflächig weißem Bildinhalt zeigte unser Testexemplar einen dunkleren Strich links der Mitte, der auch in helleren Spieleszenen sichtbar war. Bei bildschirmfüllendem Schwarz schimmerte die Hintergrundbeleuchtung am oberen und unteren Rand an je vier Stellen bogenförmig durch.

165 Hertz erreicht das Panel nur in der unbrauchbaren Overdrive-Stufe „Hoch“. Die Stufe „Mittel“ ist kaum besser, sodass man am besten auf der OD-Stufe „Niedrig“ spielt; dann sind realistisch 100 Hertz drin. Großes Aber: Unabhängig vom Overdrive braucht das Panel lahme 17 bis 27 Millisekunden, wenn es den Bildinhalt von Schwarz zu Mittel- oder Dunkelgrau schaltet. Dunkle Farben schlieren deshalb in der Bewegung immer, beispielsweise beim Sprint durch die teils tristen Trakte des Ältesten Hauses in Control. Da hilft auch das „MPRT“ genannte Blinking Backlight nicht, das lahm schaltende Pixel kaschieren soll, indem es während des Bildwechsels die Hintergrundbeleuchtung ausschaltet. Zudem lässt es sich nicht mit FreeSync und G-Sync kombinieren.

Wegen seiner lahmen Schwarzschatzzeiten ist der PMO G270-CQK für Spieler keine gute Wahl. Für Büroarbeiter gibt es günstigere und bessere Alternativen wie den AOC Q27P1 oder Acers Nitro VG270U. (bkr@ct.de)

PEAQ PMO G270-CQK

Gebogenes Gaming-Display mit WQHD und 165 Hz

Hersteller, URL	PEAQ, peaq-online.com
Displaydiagonale / Auflösung (Pixeldichte)	27" (68,6 cm) / 2560 × 1440 (109 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfrequenz	VA (mattiert, curved 1500R) / 21:9 / 165 Hz
Kontrast minimales / erweitertes Sichtfeld (proz. Abweichung)	2402:1 (29,9 %) / 1319:1 (66 %)
Anschlüsse	HDMI 2.0, 2 × DP 1.2
Maße (B × H × T) / Gewicht	61,2 cm × 43,3 – 52,3 cm × 29,1 cm / 5,3 kg
Preis / Garantie	300 € / 24 Monate

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 16,50 €

www.iX.de/testen

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

www.iX.de/testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



Großer Versprecher

Android-Smartphone Nokia G50 mit 6,8-Zoll-Display

Für 250 Euro gibt es etliche Smartphones mit 5G und ausreichend Leistung fürs Surfen, Mailen und Telefonieren. Sucht man überdies ein schlankes Android mit Update-Versprechen, wird die Auswahl geringer: Das Nokia G50 erfüllt die Anforderungen, schwächtelt aber an anderer Stelle, wie unser Test zeigt.

Von Robin Brand

Auch in Zeiten, in denen man sich an große Smartphones gewöhnt hat, überrascht das G50 mit seinen Ausmaßen. Das liegt am großen 6,8-Zoll-Display, das

von einem unzeitgemäß dicken Rahmen eingefasst ist. Einhändig ist das Smartphone kaum zu bedienen, der obere Teil des Displays ist auch mit einem langen Daumen nicht zu erreichen. Wer gerne Filme auf dem Smartphone schaut oder Magazine liest, dürfte dennoch Gefallen an dem G50 finden.

Trotz mickriger 720p-Auflösung stellt das IPS-Panel Inhalte einigermaßen scharf dar. Auch kleinere Schrift lässt sich gut ablesen, da Nokia kein PenTile-Raster verwendet, sondern eine klassische RGB-Matrix, die keine ausgefranst bunten Ränder an Buchstaben und Objektkanten verursacht. Das farblich kühl abgestimmte Display ist blickwinkelstabil und mit einer maximalen Helligkeit von 500 cd/m² auch in der Sonne ausreichend hell. Das tiefe Schwarz und die hohen Kontrastwerte von OLEDs erreicht es nicht.

Fit für den Alltag

Wie etliche seiner – teils deutlich teureren – Nokia-Geschwister ist das G50 mit Qualcomm's Einsteiger-SoC Snapdragon 480 ausgestattet. In Kombination mit 4 GByte Hauptspeicher reicht das für alltägliche Anwendungen. Hält man aber mehrere ressourcenhungrige Anwendungen im Hintergrund geöffnet, quittiert das G50 das mit der einen oder anderen Gedenksekunde. Alles in allem entspricht die Leistung dem, was man in der Preisklasse erwarten darf. Etwas mehr Rechenpower attestieren Benchmarks den günstigeren Redmi Note 10 5G und Realme 8 5G mit MediaTek Dimensity 700 (c't 14/2021, S. 62). Mit dem integrierten 5G-Chip punkt das G50 in den hierzulande relevanten Bändern. Die ultrakurzwelligen mmWave-Bänder kann es nicht nutzen.

Klassenüblich ist die Kamera mit weitwinkliger Hauptkamera und Ultraweitwinkel. Die dritte Linse, ein 2-MP-Tiefensensor, ist nicht ansteuerbar. Auf dem Papier ist ihre Aufgabe, weitere Bildinformationen beizusteuern. Sie ist wohl aber eher da, um Eindruck zu schinden: Denn deckten wir den Sensor beim Fotografieren ab, hatte das keinen sichtbaren Einfluss auf die Bildergebnisse. Die 48-Megapixel-Hauptkamera ist bei Tageslicht schnappschusstauglich. Die verstärkten Kontraste und knalligen Farben wirken aber unnatürlich. Bei weniger Licht bildet die Kamera deutlich weniger Details ab, schlägt sich aber klar besser als der Ultraweitwinkel. Dieser ist tatsächlich nur im Tageslicht zu gebrauchen. Im schummrigen Licht produzierten wir damit nur noch Pixelbrei.

Dann lieber ohne

In den Laufzeittests fordert das große Display seinen Tribut. In den verschiedenen getesteten Szenarien erreicht das G50 trotz dickem 5000-mAh-Akku zwar gute, aber keine überragenden Werte. Da es allerdings kaum Akku verbraucht, wenn es sich mit ausgeschaltetem Display im Standby befindet, sind für Wenignutzer dennoch zwei Tage Nutzung und mehr drin.

Während Nokia seine teurere X-Serie ohne Netzteil ausliefert, um Ressourcen zu sparen, kommt das G50 mit 10-Watt-Ladeteil. Nach unserem Geschmack hätte sich Nokia das sparen oder gleich ein 18-Watt-Netzteil beilegen sollen. Denn eine vollständige Ladung mit dem beiliegenden Netzteil dauert schnarchlahme 164 Minuten, wohingegen es mit 18 Watt,

die das Smartphone mit besseren Netzteilen entgegennimmt, deutlich schneller geht: 120 Minuten.

Der 128 GByte fassende Flashspeicher des G50 lässt sich per MicroSD-Karte um maximal 512 GByte erweitern. Die Speicher-Karte nimmt dann den Platz der zweiten Nano-SIM-Karte ein. Für kabelgebundene Kopfhörer findet sich eine Klinkenbuchse im Gehäuse, die viele Hersteller mittlerweile wegrationalisiert haben. Über den sehr schwälichen Mono-Lautsprecher will man dagegen nur im Notfall Ton ausgeben. Geschützt gegen Eindringen von Wasser und Staub ist das Gerät nicht.

Nokia liefert das G50 mit fast unberührtem Android 11 aus. In einer Preisklasse, in der abgesehen von Motorola, vor allem chinesische Hersteller mit quietschbunten Bedienoberflächen um Kunden buhlen, ist das fast ein Alleinstellungsmerkmal. Das gilt umso mehr für das Update-Versprechen, das Nokia für das G50 gibt: Es soll zwei Jahre mit Funktionsupdates und drei Jahre lang mit Sicherheitspatches beliefert werden.

Fazit

In der 250-Euro-Klasse ist das Nokia G50 eine ungewöhnliche Erscheinung: Zwar teilt es die in der Preisklasse üblichen Schwächen mit vielen Konkurrenten – mittelmäßige Kamera, kein Schutz vor Staub und Wasser, durchschnittliche Performance – doch es hebt sich an anderer Stelle ab. Das riesige Display macht trotz niedriger Auflösung Spaß bei Filmen. Die damit einhergehenden Dimensionen des Geräts dürften aber viele abschrecken. Positiv ist das unverbastelte Android mit Update-Versprechen. (rbr@ct.de) **ct**

Nokia G50

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Oktober 2021
Updates laut Hersteller bis min. Android-Version / Security-Patches	Android 13 / Sept. 2024
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 480 / 2 × 2 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 619
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	4 GByte / 64 GByte (44,8 GByte) ¹ / ✓ (MicroSD)
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78) / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ (✓ / ✓ / - / ✓) / Cat. 4 (150 Mbit/s / 50 Mbit/s) / 2 × Nano-SIM / 1,149 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen / wechselbar	5000 mAh / 2,7 h mit mitgeliefertem Netzteil / - / -
Abmessungen / Gewicht / IP-Schutzart	17,4 cm × 7,8 cm × 1 cm / 220 g / -
Display	
Größe / Technik	6,8 Zoll (159 mm × 70 mm) / LCD
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1560 × 720 Pixel (249 dpi) / 4,13 ... 496 cd/m ² / 84,5 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	48 MP (8000 × 6000) / f/1,8 / -
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	5 MP (2592 × 1944) / f/2,2 / -
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP (3264 × 2448) / f/2 / -
Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m ² Helligkeit	15,7 h lokales Video / 15 h 3D-Spiel / 16 h Videostream
Coremark Single / Multi	13453 / 60104
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	2347, 6409 / 507, 1574
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	27 fps, 16 fps / 57 fps, 41 fps / 51 fps, 29 fps
3DMark Sling Shot Extreme / Wild Life / Wild Life Extreme	2442 / 986 / 294
Preis	250 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden	¹ in D nur mit 128 GByte erhältlich

WACHENDORFF

Wachendorff Prozesstechnik
65366 Geisenheim | Tel.: +49 6722 9965-544
beratung@wachendorff.de
www.wachendorff-prozesstechnik.de/ipc-ct

Industrie-PC
Panel-PC | Displays | Box-PC

APLEX
Technology



Leistungsstarke Hardware,
speziell für den industriellen Einsatz!

www.wachendorff-prozesstechnik.de/ipc-ct



Nerdistan 

Neuland

 magazin für
computer
technik

Unterhaltungskünstler

Android-Tablet Xiaomi Pad 5 mit Stift

Xiaomi meldet sich mit dem edlen Pad 5 zurück auf dem Tabletmarkt. Mit dem passenden Zubehör taugt das Pad 5 im Test auch für mehr als Berieselung und Spiele.

Von Steffen Herget

Schönes Gehäuse aus Alu, schlichtes Design ohne unnötigen Schnickschnack, schlanke Displayränder – ganz schön schick, was Xiaomi mit dem Pad 5 zum Preis von 400 Euro aus der Tasche zieht. Selbst wenn man beim zweiten Blick den nicht ganz so nahtlosen Übergang vom Alurahmen zum Displayglas bemängelt und sich auf der Rückseite trotz matter Oberfläche schnell Fingerabdrücke breit machen: Das Pad 5 zählt rein äußerlich ohne Zweifel zu den edelsten Geräten auf dem Markt.

Herzstück eines jeden Tablets ist der Bildschirm. Xiaomi hat sich beim Pad 5 für ein 11 Zoll großes Display entschieden, das auch ohne OLED-Technik scharf und kontraststark leuchtet. Je schräger man aufs Display schaut, umso blasser werden allerdings die Farben. Die vom Hersteller versprochene maximale Helligkeit von 500 cd/m² konnten wir nicht nachvollziehen, unser Messgerät bescheinigt dem 120-Hz-IPS-Display bei ausgewogenen Inhalten nur knapp 300 cd/m², bei punktueller Ausleuchtung immerhin bis zu 402 cd/m². Die Farbdarstellung lässt sich zwischen den drei Modi Lebhaft, Gesättigt und Standard umschalten. Die Einstellung „adaptive Farben“ passt die Darstellung je nach Umgebungslicht automatisch an, die Farbtemperatur dürfen Anwender manuell anpassen. So viele Möglichkeiten, die Darstellung an den eigenen Geschmack und verschiedene Nutzungsszenarien anzupassen, bieten längst nicht alle Smartphones und Tablets.

Auch der Sound muss stimmen, wenn es um gute Unterhaltung geht. In den vier Ecken des Pad 5 stecken Lautsprecher, die es erstaunlich krachen lassen können. Sogar eine ganz ordentliche Portion Bass kommt aus dem Tablet, allerdings sollte man die Lautstärke nicht ganz aufdrehen – ab etwa 90 Prozent beginnen die Lautsprecher abhängig von der Musik zu rumpeln. Wer lieber mit Kopfhörern Filme, Spiele oder Musik genießt, muss die entweder über Bluetooth koppeln oder am USB-C-Port anschließen: Eine Klinkenbuchse sucht man an dem Xiaomi-Tablet vergebens. Die Kamera auf der Rückseite sieht nur auf den ersten Blick nach einer Dual-Cam aus, es steckt lediglich ein Objektiv mit 13-Megapixel-Sensor drin. Die an einer der kurzen Seiten eingebaute Frontkamera mit 8 Megapixel ist nichts Besonderes, aber für Videocalls vollkommen ausreichend.

Power und Puste

Genug Leistung für alles, was Spaß macht, hat das Pad 5. Der Snapdragon 860 taktet mit bis zu 2,96 GHz, zumindest auf dem stärksten Rechenkern, die anderen sieben sind langsamer und stromsparender. Das Pad 5 meistert unseren Benchmark-Parcours, ohne in Schweiß auszubrechen, und zeigt auch in der täglichen Benutzung keine Schwächen. Die 6 GByte RAM reichen in aller Regel aus, als Speicher stehen 128 und 256 GByte zur Wahl, wobei die größere Variante derzeit nicht erhältlich ist. Gefunkt wird ausschließlich via Wi-Fi,



eine Version mit Mobilfunk bietet der Hersteller in Deutschland nicht an.

Ein starker Akku sollte nicht weit sein, wo ein großes Display und ein flotter Prozessor drin stecken. Beim Pad 5 ist das der Fall. Der fest eingebaute Lithium-Ionen-Akku bringt es auf eine typische Kapazität von 8720 mAh. Das reichte im Laufzeittest für fast 15 Stunden YouTube-Streaming oder knapp acht Stunden 3D-Spiele, jeweils gemessen bei einer Helligkeit von 200 cd/m². Gute Werte, die um rund 25 Prozent über denen des Nokia T20 (Test in c't 24/2021, S. 86) liegen. Mit einer Ladezeit von über zwei Stunden lädt das Pad 5 allerdings deutlich langsamer als aktuelle Smartphones.

Malen und tippen kostet extra

Das Pad 5 ist mit dem Smart Pen kompatibel. Der Stift, den Xiaomi für 100 Euro verkauft, bringt federleichte 12 Gramm auf die Waage, besitzt zwei Tasten sowie eine austauschbare Spitze. Der Smart Pen unterscheidet wie die ähnlichen Stifte von Apple, Huawei oder Samsung zwischen 4096 Druckstufen, die Abtastrate liegt bei 240 Hz. Gekoppelt und geladen wird drahtlos, in knapp 20 Minuten erreicht der eingebaute Akku den vollen Ladestand und hält acht Stunden durchgehendes Zeichnen durch. Der Magnet, der den Stift an der Seite des Pad 5 festhält, dürfte ruhig kräftiger sein, wir haben den Stift beim Transport am Tablet oft verloren und aus der Tasche hervorkramen müssen. Für Vielschreiber gibt es zudem ein Tastatur-

cover, das derzeit allerdings nicht bei Xiaomi direkt verfügbar ist, sondern nur über Fremdanbieter und Importshops. Es kostet noch einmal knapp 100 Euro.

Der Smart Pen ist im Alltag eine praktische Zugabe für handschriftliche Notizen, Kritzeleien oder kleine Kunstwerke und dient zudem zum Anfertigen von Screenshots. Schade, dass Xiaomi der Software nicht ein paar weitere zusätzliche Features für den an sich gut funktionierenden Stift verpasst hat, denn das war es dann auch schon: Notizen und Screenshots, zu mehr taugt der Smart Pen momentan nicht.

Die Oberfläche Mi UI, die Xiaomi Android 11 überstülpt, ist modern und aufgeräumt, sie erinnert in der Gestaltung der Shortcuts, Menüs und Icons an Apples iPadOS. Das mag nicht besonders originell sein, doch Xiaomi ist nicht der einzige Hersteller, der Apple hier auffällig über die Schulter schaut, und es gibt durchaus schlechtere Vorlagen als das Apple-System. An anderer Stelle findet sich eine weitere Parallele zwischen Apple und Xiaomi, und zwar bei der fehlenden offiziellen Angabe zur Versorgung mit Updates. Während man bei Apple aus Erfahrung von fünf Jahren Softwaresupport ausgehen kann, dürfte das Pad 5 bei Xiaomi deutlich früher aus dem Versorgungsnetz fallen.

Fazit

Ein iPad ist nicht die einzige Antwort auf die Frage nach dem passenden Tablet, selbst wenn Apple mit Langlebigkeit und verlässlichem Support punkten kann. Das Pad 5 hält mit edlem Design, ansehnlichem Display und – sofern man sich Tastatur und Stift dazu leistet – einer gewissen Portion Arbeitskraft dagegen. Die 400 Euro, die Xiaomi für das Tablet aufruft, gehen in Ordnung, mit etwas Geduld bekommt man das Pad 5 im Angebot allerdings immer wieder auch günstiger. Passende Alternativen für weniger und mehr Geld finden sich bei Samsung mit dem Galaxy Tab S7 und den Geräten der günstigeren Tab-A-Serie. (sht@ct.de) **ct**

Xiaomi Pad 5

Android-Tablet

Betriebssystem / Security Level	Android 11 / September 2021
Updates lt. Hersteller bis min.	k.A.

Ausstattung

Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 860 / 1 × 2,96 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 640
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	6 GByte / 128 GByte (111 GByte) / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6 (2) / 5,0 / – / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo,
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C, OTG, kein DP / –
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen / wechselbar	8720 mAh / 2,1 h / – / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzhart	25,5 cm × 16,6 cm × 0,9 cm / 511 g / –

Display

Größe / Technik	11,4 Zoll / IPS-LCD
-----------------	---------------------

Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2560 × 1600 Pixel (265 dpi) / 1,52 ... 296cd/m ² / 90 %
--	--

Kameras

Hauptkamera Auflösung / Blende	13 MP (4208 × 3120), f/2,2
Frontkamera Auflösung / Blende	8 MP (3264 × 2448), f/2,05

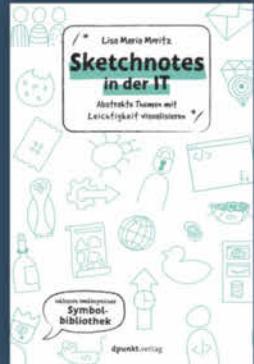
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks

Laufzeiten bei 200 cd/m ² Helligkeit	13,7 h lokales HD-Video / 7,9 h 3D-Spiel / 14,7 h Videostream
Geekbench 4 / 5 je Single, Multi	3630, 11269 / 776, 2725
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	24 fps, 47 fps / 63 fps, 108 fps / 40 fps, 78 fps
Preis	400 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe



124 Seiten · 16,95 €
ISBN 978-3-86490-869-9



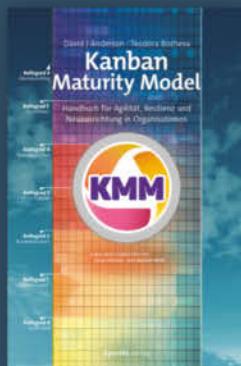
176 Seiten · 22,90 €
ISBN 978-3-86490-830-9



174 Seiten · 24,90 €
ISBN 978-3-86490-850-7



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



648 Seiten · 59,90 €
ISBN 978-3-86490-608-4



316 Seiten · 19,95 €
ISBN 978-3-86490-653-4



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



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

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



Größer ist besser

Mittelformatkamera: Fujifilm GFX50S II

Die vergleichsweise leichte und günstige Mittelformatkamera Fujifilm GFX50S II beeindruckte im Test bei Rauschverhalten und Dynamikumfang – kann mit dem Funktionsumfang vieler Vollformatkameras aber nicht mithalten.

Von Sophia Zimmermann

Für viele Fotografen ist die Bildqualität einer Kamera wichtiger als ihre Geschwindigkeit. Fujifilms spiegellose Mittelformatkamera GFX50S II nimmt gerade einmal drei Bilder pro Sekunde auf, und trotz 50-Megapixel-Sensor schießt sie nur Full-HD-Videos mit maximal 30 Bildern pro Sekunde. In jeder dieser Disziplinen schaffen Vollformatkameras mehr.

Der Mittelformatsensor der Fujifilm GFX-Modelle ist aber um den Faktor 1,6 größer als ein Vollformatchip. Die einzelnen Pixel der GFX50S II sammeln damit mehr Licht ein als die Fotodioden einer Vollformatkamera mit vergleichbarer Auflösung. Das wirkt sich positiv auf Rauschverhalten und Dynamikumfang aus.

Das Gehäuse ist für große Hände gemacht. Wer kleinere Hände hat, wird nicht ohne Verrenkungen alle Bedienelemente erreichen. Auf der Oberseite hat Fujifilm ein

Statusdisplay untergebracht. Die GFX50S II besitzt ein klassisches Moduswahlrad, belegbare Funktionstasten und zwei Einstellräder. Beide Räder haben einen Druckpunkt für zusätzliche Aufgaben: Das vordere kümmert sich um die Blendenöffnung und um die ISO-Einstellung. Das hintere regelt die Belichtungszeit und vergrößert einzelne Fokusfelder. Letztere kann man über einen Joystick direkt ansteuern.

Die GFX50S II ist ein Funktionsmonster inklusive Pixel-Shift-Aufnahmen für hoch aufgelöste Fotos und Programmen für Mehrfachbelichtung. Das Handbuch ist nur auf Englisch verfügbar. Unschön ist, dass ein Ladegerät fehlt. Der Kamera liegt lediglich ein Netzadapter bei.

Messwerte und Bildqualität

Die Fujifilm GFX50S II schnitt auf hohem Niveau im Labor ab. Gemessen haben wir mit dem Kit-Objektiv GF 35-70 mm 1:4.5-5.6. Bei niedrigster Empfindlichkeit von ISO 100 liegt die Kamera bei einem Visual Noise (VN) von unter 1; das Rauschen ist subjektiv nicht wahrnehmbar. Bereits bei ISO 3200 liegt der VN bei knapp unter 2, was auf geringfügig wahrnehmbares Rauschen hindeutet. Bei ISO 12.800 überschreitet sie den Wert von 3; die Fotos zeigen mäßiges Rauschen. Die preislich vergleichbare Vollformatkamera Canon EOS R5 erreicht erst bei ISO 12.800 einen VN von 2. Beim Dynamikumfang liegt die Vollformatkonkurrenz bei

13 Blendenstufen; die GFX50S II nur bei soliden 10 Blendenstufen.

Schaut man auf die Auflösung über die verschiedenen ISO-Werte, wendet sich das Blatt zugunsten der Mittelformatkamera. Ihre theoretisch mögliche Auflösung liegt bei knapp 3100 Linienpaaren pro Bildhöhe (Lp/Bh), und damit hat sie der EOS R5 fast 400 Linienpaare pro Bildhöhe voraus. Bei hohen ISO-Zahlen liefert die Fujifilm-Kamera aber auch eine höhere relative Auflösung: Bei ISO 12.800 erzielt die GFX50S II 93 Prozent, die EOS R5 nur 89 Prozent des theoretisch Möglichen.

Fazit

Die Bildqualität der Fujifilm GFX50S II ist über jeden Zweifel erhaben. Was sie bei hohen ISO-Zahlen zeigt, ist absolut beeindruckend. Selbst bei ISO 25.600 kann man noch einzelne Haare in Porträts erkennen. Doch die 4300 Euro teure Canon EOS R5 zeigt, dass sie selbst bei hohen Sensorempfindlichkeiten ebenbürtig ist. Die GFX50S II entzaubert damit den Mittelformatmythos: Sie liefert nur ein Quäntchen an zusätzlicher Bildqualität, aber auch weniger Funktionen als eine Vollformatkamera in ihrer Preisklasse. (akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Fotografie 5/2021.

Fujifilm GFX50S II

Mittelformatkamera	
Hersteller, URL	Fujifilm, fujifilm-x.com/de-de
Bildsensor	Mittelformat (43,8 mm × 32,9 mm), CMOS (X-Trans)
Sensorauflösung / Pixelgröße	51,4 Megapixel (8256 × 6192) / 5,3 µm
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 - ISO 12.800 (erweiterbar: ISO 50 - ISO 102.400)
Bildstabilisierung	5-Achsen (IBIS) und objektivseitig
Autofokustyp / Messfelder	Kontrastautofokus / 117
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/4000s - 30 s (elektronisch: 1/16.000 s), Bulb: 60 min
Serienbildrate	3 B/s
Videoformat	MOV (MPEG-4 AVC / H.264)
max. Video-Auflösung	1920 × 1080 Pixel (30p)
Sucher / Vergrößerung	OLED (1600 × 768 BP) / 0,77×
Display / Diagonale	LCD (1024 × 768 BP) / 8,1 cm
Display: beweglich / Touch	neigbar / ✓
Speichertyp	1 × SD (HC, XC, UHS-I, UHS-II)
Akku / Aufnahmen	2200 mAh (Li-Ion) / 455 (lt. Hst.)
Gehäusematerial / wasserfest	Magnesiumlegierung / ✓
Objektiv-Bajonett / Cropfaktor	Fujifilm G-Mount / 0,8
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	150 mm × 104 mm × 87 mm / 900 g
Anschlüsse	USB-C 3.2 (20 Gbit/s), HDMI (Typ D), Mikrof., Kopf., Fernbedienung
Wireless	WLAN 802.11b/g/n, Bluetooth 4.2
Preis	4000 €

Videowürfel

4K-Actioncam: DJI Action 2

Eine modulare Actionkamera ist eine gute Idee: Der Nutzer entscheidet, ob er einen stärkeren Akku, ein zweites Display oder nur die Hauptkamera braucht. Die Kamera lieferte im Test eine geringere Auflösung als der Konkurrent von GoPro – das ist aber nicht zwangsläufig etwas Schlechtes.

Von André Kramer

Mit der DJI Action 2 tritt der Drohnenhersteller gegen die GoPro Hero 10 Black an. Die Actioncam ist bei einer quadratischen Grundfläche von knapp 4 Zentimetern Kantenlänge sehr kompakt. Ein etwas tieferes und ebenfalls quadratisches Modul dockt magnetisch an und verbindet sich mit der Kamera über einen 8-Pin-Connector. In der Dual-Screen-Kombo für 519 Euro enthält das Modul einen Akku und ein Front-Display, das das rückseitige Display der Kamera spiegelt; der Power-Kombo für 399 Euro fehlt das Display. Der Akku fasst jeweils 1300 mAh.

Das Kameramodul ist gegen Staub und Spritzwasser geschützt, nicht aber das Zusatzmodul, denn MicroSD-Kartenslot und USB-C-Buchse liegen frei. Das Displaymodul hat außer dem Zusatzakku und dem frontseitigen OLED-Display vier Mikrofone eingebaut, die angesichts der Baugröße etwas dosenhaften, aber passablen Sound liefern.

Handhabung

Die Kamera zeichnet maximal 4K-Video mit bis zu 120 Bildern pro Sekunde auf, wahlweise in den Seitenverhältnissen 16:9 und 4:3. Die GoPro Hero 10 nimmt 5K-Videos auf. Immerhin: Die hohe Bildrate der DJI-Kamera ermöglicht 4,8-fache Zeitlupen bei einer Ausgabe mit 25 Bildern pro Sekunde. Der Blickwinkel von 155 Grad ist eine Idee weiter als bei der GoPro Hero 10. Im Fotomodus löst die DJI-Actioncam 12 Megapixel auf.

In Kombination ist die Kamera etwa so groß wie eine GoPro Hero 10. Sie enthält aber einen größeren Sensor, auf dem sie nur halb so viele Pixelemente unterbringt. Daher ist sie deutlich lichtstärker.

Farben und Kontrast gibt sie auf natürliche Weise wieder und lässt bei schlechten Lichtverhältnissen eher die Schatten schwarz zulaufen, als störendes Bildrauschen zu zeigen.

Beide Akkus zusammen halten bei voller Auflösung und Bildrate gut 25 Minuten. Der Zusatzakku lädt dabei den Hauptakku nach, sodass beim Wechseln oder Abnehmen des Akkus die Hauptkamera weiterläuft. Ein Full-HD-Video mit 60 Bildern pro Sekunde zeichnete sie im Test etwa 70 Minuten lang auf.

Über das rückseitige Touchdisplay wählt man Auflösung sowie Bildrate und schaltet die elektronische Bildstabilisierung „Rocksteady“ ein. Die App DJI Mimo steuert über WLAN oder Bluetooth fern und macht Zeitraffer- oder Zeitlupenaufnahmen. Mit 1080p bei 30 Bildern pro Sekunde kann sie einen Livestream auf Facebook oder YouTube übertragen.

Die Kameraelektronik stabilisiert das Videobild und korrigiert den Horizont nur bis zu einer Auflösung von 2,7K. 4K-Videos können somit sehr schaukelig ausfallen.

Zubehör

Zum Paket gehört ein kleiner Standfuß mit derselben magnetischen Verbindung wie die Kamera-Akku-Kombination. Über ein Standardgewinde kann man ihn auf ein Stativ schrauben. Im Lieferumfang sind außerdem ein USB-C-Kabel sowie eine Halskordel enthalten. Die Verbindung ist wiederum magnetisch und für actiongeladene Szenarien wenig vertrauenerweckend, sondern eher etwas für den Messe rundgang.

Für die DJI Action 2 steht eine kleine Sammlung an Zubehör zur Verfügung wie eine aufsteckbare Makrolinse, zwei unter-



schiedliche Ministative, ein wasserfestes Gehäuse für Kamera und Akkumodul sowie ein schwimmfähiger Griff.

Fazit

Der Doppel-Actionwürfel zeichnet maximal 4K-Video auf und stabilisiert nur bis 2,7K. Die neue GoPro bietet da mehr. Die DJI überzeugt stattdessen mit natürlicher Farbwiedergabe. Bei Full HD macht sie ihre Sache gut – und für soziale Medien reicht das allemal. (akr@ct.de) ct

DJI Action 2

Modulare Actioncam für 4K-Video	
Hersteller, URL	DJI, dji.com/de
Sensorgröße / -auflösung	1/1,7 Zoll CMOS (100 Megapixel)
Videoauflösung HD	1920 × 1080 Pixel (max. 240 B/s)
Videoauflösung 2,7K	2688 × 1512 Pixel (max. 120 B/s)
Videoauflösung 4K	3840 × 2160 Pixel (max. 120 B/s)
Format: Video / Foto	MP4 (H.264/HEVC) / JPEG, Raw
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 – ISO 6400 (Foto u. Video)
Aufnahmewinkel / Objektiv drehbar	155° / –
Bildstabilisierung / Horizontbegradiung	✓ (bis 100 B/s) / ✓ (beide bis max. 2,7K)
max. Videobildrate	100 Mbit/s
Tonaufn. / ext. Mikrofon	AAC (48 kHz) / optional
Ausstattung	
Kamera: Größe (L × B × H) / Gewicht	39 mm × 39 mm × 22 mm / 56 g
Zusatzmodul: Größe (L × B × H) / Gewicht	39 mm × 42 mm × 25 mm / 64 g
Status-Display / Kontroll-Display	– / ✓ (446 × 424 Pixel, 4,5 cm Diagonale)
Kameraakku / Zusatzakku	580 mA / 1300 mA
Anschlüsse / Kartenslot / interner Speicher	USB-C / MicroSD (HC, XC, UHS-I, UHS-II) / 32 GByte
Wireless	WLAN 802.11b/g/n/ac, Bluetooth 5.0
Spritzwasserschutz / Unterwassergehäuse	IP67 (10 m Tauchtiefe) / optional
Zubehör	USB-C-Kabel, Halskordel, Standfuß, Stativclip
Preis (Dual-Screen Combo) / (Power Combo)	519 € / 399 €



B(e)reit für zwei

Hochauflösender Ultrabreitbildschirm Dell U4021QW mit USB-C-Dock

Dells 40-Zöller erfüllt Notebooknutzern, die sich nach einem großen Monitor mit USB-C-Dock sehnen, viele Wünsche. Auch wer zwei Rechner ans Display anschließen will, kommt beim eleganten Breitbildschirm auf seine Kosten, wenngleich die Darstellung nicht ohne Makel ist, wie im Test nicht nur unser Conoscope gezeigt hat.

Von Benjamin Kraft

der Sehabstand zu den Rändern ähnlich wie zur Mitte ist, müssen die Augen weniger nachfokussieren und ermüden nicht so schnell wie bei planen Displays.

Die Ausstattung ist selbst gemessen am Preis von rund 1700 Euro luxuriös: Der U4021QW hat neben zwei HDMI-2.0-Eingängen und einem DisplayPort der Generation 1.4 auch eine Thunderbolt-3-Buchse im USB-C-Format. Sie überträgt über das mitgelieferte aktive Thunderbolt-4-Kabel (kein Tippfehler!) außer Thunderbolt- auch DisplayPort-Signale und USB-Daten mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2) und liefert 90 Watt ans angeschlossene Notebook. Zusätzlich gibt es noch eine USB-B-Buchse zur alternativen Datenanbindung an den Rechner.

Die genutzte Verbindung wirkt sich auf die Datenübertragung aus: Per Thunderbolt 3 angeschlossen schieben die vier USB-A-Buchsen des Hubs 10 Gbit/s über die Leitung und die Bildwiederholrate darf 60 Hz betragen. Per USB-C hängen Datentransfer und Bildwiederholfrequenz von der Gegenstelle ab, denn aus dem Anschluss kann alles von USB 2.0 bis 3.2 Gen 2 und DisplayPort 1.2 oder 1.4 kommen;

im ungünstigsten Fall muss man sich bei voller Auflösung und 60 Hz mit USB-2.0-Geschwindigkeit begnügen und die LAN-Verbindung wird ausgebremst. Via USB-B angebunden fließen Daten ebenfalls mit bis zu 5 Gbit/s, die zweite USB-C-Buchse unten am Display liefert nie mehr als 5 Gbit/s. Die eingebauten Stereo-Lautsprecher klingen ordentlich und scheppern auch bei voller Lautstärke nicht, doch in den Mitten fehlt es ihnen an Präzision, die Höhen lassen Brillanz vermissen. Kurzum: Musikgenuss besser über externe Speaker.

Die umfangreiche Ausstattung macht den U4021QW für Notebooksnutzer zu einer vollwertigen Dockingstation. Außerdem qualifizieren ihn die zahlreichen Eingänge für den KVM-Betrieb, in dem sich zwei an unterschiedliche Signaleingänge angeschlossene Rechner nicht nur abwechselnd den Monitor teilen, sondern auch die an ihm angeschlossenen Eingabegeräte: Die USB-Ports werden den Eingängen zugeordnet, sodass beim Wechsel der Signalquelle auch der USB-Hub umgeschaltet wird. Obacht ist nur geboten, wenn am Hub ein USB-Medium hängt, denn das wird unsanft ausgeworfen und am anderen Rechner angemeldet. Auch die LAN-Verbindung springt beim Umschalten mit.

Die Rechner können sich die Displayfläche auch gleichzeitig teilen. Der Picture-in-Picture-Modus blendet dann in das bildschirmfüllende Bild des einen Rechners das des anderen Systems in einer der vier Ecken entweder als kleinen oder größeren Einsatz ein. Noch mehr Freiheiten gibt der Picture-by-Picture-Modus (PbP), denn neben der Halbierung lässt sich die Fläche auch im Verhältnis 80:20 (4096 × 2160 + 1024 × 2160 Pixel) oder 75:25 (3840 × 2160 + 1280 × 2160 Pixel) teilen. Der Monitor gibt sich gegenüber den angeschlossenen PCs mit der jeweils ausgewählten Auflösung zu erkennen. Auf welcher Seite der schmalere Streifen gezeigt wird, darf man vorgeben.

Eine spannende Spielart ergibt sich, wenn der Monitor in diesem asymmetrischen PbP-Modus über zwei verschiedene Eingänge am gleichen Rechner hängt. Das kann beispielsweise für Let's-Play-Streamer von Interesse sein, die bei 80:20-Aufteilung aus Betriebssystemsicht einen kompletten 4K-Schirm haben, den sie per Screen Capture filmen, während die Bedienelemente und die Vorschau auf dem schmaleren Reststreifen liegen. Für Anwender, die den gesamten Bildschirm nutzen, aber in Zonen unterteilen wollen, um

darin Fenster anzuheften, stellt Dell den Display Manager (DDM) auf der Support-Seite zum Download bereit.

Bildqualitäten

Das gebogene, blickwinkelstabile IPS-Panell deckt mit Werkseinstellung den weiten DCI-P3-Farbraum weitgehend ab, wenn auch mit etwas zu dunklem Blau und minimal zu schwachem Grün. Es verfehlt aber den D65-Weißpunkt, wodurch das Bild leicht grünstichig ist. Per Bildmenü kann man den für Webseiten gebräuchlichen sRGB-Farbraum umstellen. Die maximale Helligkeit fällt mit gemessenen 280 cd/m² nicht besonders hoch aus. Sie übersteigt zwar die 120 cd/m², die bei normalem Umgebungslicht im Büro als ergonomisch gelten, doch fehlen die Reserven, um direkten Lichteinfall zu überstrahlen; dafür sollte der Monitor mindestens 350 cd/m² schaffen. Auch der mittlere Kontrast von 748:1 ist für ein aktuelles Display überraschend gering.

Im Auslieferungszustand ist die Leuchtdichteverteilung nur mittelmäßig, die Abweichung von der Bildmitte beträgt 22 Prozent, vom gemittelten Helligkeitswert immerhin noch 12 Prozent. Aktiviert man im Bildmenü die Funktion Uniformity Compensation, sinken diese Werte auf sehr gute 3,3 und 4,2 Prozent. Allerdings geschieht das nicht ohne Nebenwirkungen, denn dann reicht der Leuchtdichteregelbereich nur noch bis 180 cd/m². Merkwürdig: Diese Spitzenhelligkeit erzielt das kompensierte Display, wenn der Helligkeitsregler bei 75 Prozent steht, darüber sinkt die Leuchtdichte nach und nach auf 120 cd/m². Außerdem steigt der Schwarzwert, was den Kontrast weiter ver-

ringert. Zudem steht die Uniformity-Funktion nur zur Auswahl, wenn man einen der vorgegebenen Bildmodi benutzt und wird im Bildmenü ausgegraut, wenn man im Menüabschnitt „Farbe/Voreingestellte Modi“ den Farbraum manuell wählt. Kalibrieren lässt sich das Display im Uniformity-Modus also nicht.

Um die volle Auflösung bei 60 Hz anzeigen zu können, braucht der Rechner eine halbwegs aktuelle Grafikkarte, die Bildsignale per DisplayPort 1.4 ausgibt. Bei Nvidia sind das alle GPUs seit der GeForce-900-Serie, bei AMD ab den Familien Radeon RX 400 und RX Vega und bei Intel alle integrierten GPUs mit Xe-Architektur. Das gilt trotz Thunderbolt-3-Verbindung auch für Apples MacBooks mit Intel-Chip. Modelle mit Radeons oder mit den neuen M1-Chips schaffen die Darstellung mit 60 Hertz. Die Marotte, per HDMI an Macs YCbCr-Signale zu erwarten und Falschfarben zu zeigen, wenn man im Monitormenü auf RGB-Signal umschaltet, teilt sich der U4021QW mit anderen Dell-Displays.

Fazit

Mit viel Arbeitsfläche, satten Farben, scharfer Darstellung und enormer Flexibilität durch viele Anschlüsse empfiehlt sich Dells U4021QW für mobile Arbeiter, die unterwegs ein kleines, schlankes Notebook, zu Hause aber einen ausgewachsenen Monitor haben wollen. Wer sich nicht am hohen Preis von 1700 Euro, dem nur mittelmäßigen Kontrast und der – gerade mit aktivierter Uniformity Compensation – geringen Maximalhelligkeit stört, bekommt ein gutes Bilddock mit durchdachten KVM- und PbP-Möglichkeiten. (bkr@ct.de) **ct**

Dell UltraSharp U4021QW

hochauflösendes Ultrabreitdisplay mit USB-C-Dock

Hersteller, URL	Dell, dell.de
Displaydiagonale / Auflösung (Pixeldichte)	39,7" (100,8 cm) / 5210 × 2160 (144,2 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfrequenz	IPS (mattiert, curved, 2500R) / 21:9 / 60 Hz
Presets / Farbtemperatur	Standard, Movie, Game, User / 5000 K, 5700 K, 6500 K, 7500 K, 9300 K, 10000 K
Anschlüsse	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 1 × Thunderbolt 3 (USB-C inkl. DisplayPort, USB-PD 90 W, USB 10 Gbit/s), USB-B
Ausstattung	Lautsprecher (2 × 9 W), USB-Hub (4 × USB-A mit 10 Gbit/s, 1 × USB-C 5 Gbit/s und USB-PD 15 W) ²
Höhenverstellg. / Neigung / seitl. Drehung / VESA-Mount	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (100 × 100 mm)
Besonderheiten	Picture-by-Picture mit Seitenaufteilung 50:50, 80:20 und 75:25, KVM
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, Thunderbolt 4, HDMI, USB, Netz; Kurzanleitung
Maße (B × H × T) / Gewicht	94,5 cm × 45,8 - 57,5 cm × 24,8 cm / 13,8 kg
Leistungsaufn. Soft-off / Standby / Betrieb ¹ / max. Hell.	0,1 W / 34 W / 55 W
Leuchtdichteregelbereich	29 ... 280 cd/m ² (18 ... 180 cd/m ²) ³
Kontrast minimales / erweitertes Sichtfeld (proz. Abw.)	748:1 (29,1 %) / 444:1 (70,7 %)
Straßenpreis / Garantie	1700 € / 36 Monate (Send-in)

¹ bei 120 cd/m² ² siehe Text ³ mit Uniformity Compensation

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Mit der neuen Version **ct Desinfec't 2021/22** sind Sie für den Ernstfall bestens gerüstet:

- Vier der neuesten Viren-Scanner
- Notfallsystem, das Ihre Daten retten kann
- Notfallarbeitsplatz
- Verbesserte Hardware-Kompatibilität

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

 shop.heise.de/desinfect21

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

Schlüsselmeister

Smartes Türschloss von Nuki mit integriertem WLAN getestet

Beim Nuki 3 Pro benötigt man keine gesonderte WLAN-Bridge mehr, da das Türschloss selbst eine Verbindung ins Internet herstellt.

Von Stefan Porteck

Das smarte Motorschloss Nuki 3 Pro wird wie seine Vorgänger in der Wohnung über den im Schloss steckenden Türschlüssel geschoben. Zum Lieferumfang gehören zwei Montageplatten: Eine eignet sich zum Verschrauben am Schließzylinder, die andere wird mit doppelseitigen Klebepads direkt auf die Schlossblende geklebt. Anders als bei vorherigen Modellen sind die Platten nicht mehr aus Metall, sondern aus Kunststoff. Auf die Stabilität wirkte sich das in unserem Test aber nicht negativ aus: Das Nuki 3 Pro rastet sicher ein. Gefallen dürfte vielen Interessenten, dass es das Nuki 3 Pro nun auch in Weiß gibt. Bei einer hellen Haustür wirkt es nicht mehr wie ein Fremdkörper.

Technisch ist das Nuki 3 Pro mit nahezu allen Türen kompatibel. Doch Vorsicht: Nicht alle lassen sich von außen schließen, wenn innen ein Schlüssel steckt. Wer bei einem Defekt des Nuki-Schlosses oder mit leerem Akku im Schloss oder Handy kleinen teuren Schlüsseldienst bestellen will, sollte daher lieber ein paar Euro in einen Schließzylinder mit Not- und Gefahrenfunktion investieren.

Schlüssel en masse

Für den Betrieb benötigt man die Nuki-App auf dem Smartphone (Android oder iOS) und muss dieses einmalig via Bluetooth mit dem Nuki 3 Pro koppeln. Läblich: Es ist keine Registrierung beim Hersteller nötig, sodass sich das Nuki 3 Pro ohne Cloudzwang und anonym nutzen lässt.

Nach dem Pairing von App und Schloss ließ sich die Tür über die App öffnen sowie

ver- und entriegeln. Über eine optionale Geofencing-Funktion lässt auch ein automatisches Aufschließen aktivieren: Die App erkennt, wenn man das Zuhause verlässt und wenn man zurückkehrt. Sobald sich das Nuki 3 Pro danach wieder in Bluetooth-Reichweite befindet, sendet die App den Befehl zum Aufschließen. Aufgrund von Stromsparmaßnahmen aktueller Android- und iOS-Versionen klappte das in unseren Tests nicht immer zuverlässig, sodass wir gelegentlich vor der Tür das Handy aufwackeln mussten. Zudem lassen sich für jeden Werktag unterschiedliche Zeitpläne erstellen, an denen das Nuki 3 Pro die Tür automatisch ver- oder entriegelt.

Beim Nuki 3 Pro lassen sich auch weitere Nutzer als Schließberechtigte hinzufügen. Praktisch: Der Zugriff aufs Schloss lässt sich beschränken – etwa auf bestimmte Tage, Uhrzeiten oder eine definierte Dauer. Die Mitbenutzer lädt man beim Nuki 3 Pro über einen Pairing-Code ein, der sich in der App direkt via Messenger oder Mail verschicken lässt. Man kann den achtstelligen Code auch einfach mündlich weitergeben. Wie der Hauptnutzer benötigen Schließberechtigte zwar die Nuki-App, müssen sich aber ebenfalls nicht registrieren.

Immer und überall

Eine Verbindung zum Cloudserver des Herstellers braucht man nur, wenn man das Schloss von unterwegs oder über Sprachassistenten bedienen will. Aber auch dann ist Nuki datensparsam: Außer einer Mailadresse fragte der Hersteller bei der Registrierung keine Nutzerdaten ab.

Beim Nuki 2 benötigte man für die Cloudanbindung noch eine separate Bridge, die sich über Bluetooth mit dem Schloss und über WLAN mit dem Internet verbindet. Das Nuki 3 Pro hat WLAN hingegen gleich ins Schloss integriert.

Da WLAN deutlich mehr Strom verbraucht als Bluetooth, wird das Nuki 3 Pro mit einem Akku-Pack (2500 mAh) ausgeliefert, das bislang als separates Zubehör



erhältlich war. Laut Hersteller reicht eine Ladung ohne die WLAN-Funktion für etwa acht Monate, mit WLAN sollen es vier Monate sein. Das scheint aber nur bei optimalem Empfang zu klappen. In unseren Tests war der Ladestand des Akkus nach zwei Wochen bereits auf rund zwei Drittel herunter. Geladen wird der Akku über eine herkömmliche USB-C-Buchse.

Der integrierte Türsensor des Vorgängers ist beim Nuki 3 Pro entfallen. Stattdessen bietet Nuki nun einen batteriebetriebenen (1x ER14250) externen Sensor zur Erkennung offengelassener Türen an. Er schlägt mit 40 Euro zu Buche, arbeitete bei unseren Tests aber auch zuverlässiger als die bisherige Lösung. Wer darauf verzichten kann, sich über offene Türen per App benachrichtigen zu lassen, braucht den Sensor nicht.

Fazit

Das Nuki 3 Pro lässt sich anders als viele andere smarte Türschlösser ohne Cloud- und Account-Zwang nutzen. Im Vergleich zum Vorgänger gab es Detailunterschiede wie das etwas leisere Betriebsgeräusch und die Auswahl zwischen schwarzem und weißem Gehäuse.

Wer bereits ein Nuki-Schloss und die WLAN-Bridge besitzt, für den lohnt sich der Wechsel nicht. Will man sich aber erstmals ein smartes Türschloss zulegen, bekommt man beim Nuki 3 Pro ein ordentliches Gesamtpaket mit Fernzugriff und Sprachsteuerung, ohne dass eine gesonderte WLAN-Bridge eine Steckdose im Flur blockiert.

(spo@ct.de)

Nuki Smart Lock 3 Pro

Smartes Türschloss

Hersteller, URL	Nuki, nuki.io
Systemanf.	Smartphone mit Android oder iOS, Schließzylinder mit Not- und Gefahrenöffnung
Konnektivität	WLAN (2,4 und 5 GHz), Bluetooth LE
Abmessungen	110 mm × 60 mm × 60 mm (L × B × H)
Batterien	NiMh-Akku (2500 mAh)
Preis	250 €



„heise meets ... Der Entscheider-Talk“ ist der Podcast mit Entscheidern für Entscheider.

Wir besprechen kritische, aktuelle und zukunftsgerichtete Themen aus der Perspektive eines Entscheiders. Gisela Strnad (Heise Medien) begrüßt Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Immer aktuell und nah am Geschehen.

DEMNÄCHST ZU HÖREN

Umsetzung der Agilen Vision im Unternehmen – BOSA NOVA und Nachhaltigkeit*

Jutta Eckstein, Buchautorin, Coach und Trainerin

24.11.2021

IT für Deutschland – Innovativ, Nachhaltig, Sinnstiftend**

Matthias Götz, CTO & Leiter Innovation und Technik, BWI

01.12.2021

Mobilitätskonzepte*

Stefan Imme, CDO VW Financial Services

08.12.2021

Statistisch genesen, aber nicht gesund – Leben mit Long Covid*

Björn Thümler, Niedersächsischer Minister für Wissenschaft und Kultur

08.12.2021

Scheitern will gelernt sein!*

Anna Koark, Buchautorin

22.12.2021

* redaktioneller Podcast

** gesponserter Podcast

Bereits verfügbare Episoden (Auswahl):

Warum ITK Research in Deutschland wichtig ist!*

Peter Burghard, Geschäftsführer techconsult

Datensouveräne europäische Cloud, geht das heute schon?**

Stefan Schäfer, Leiter Global Produktmarketing, OVHCloud

Schule Digital – Was muss noch passieren?*

Dr. Rainer Ballnus, Freie Hansestadt Bremen, Senatorin für Kinder und Bildung, Stabsstelle Digitalisierung

GAIA-X – macht Europa Wettbewerbsfähig*

Andreas Weiss, Leiter Digitale Geschäftsmodelle eco Verband der Internetwirtschaft, Mitglied Technical Committee Gaia-X – Leiter Federal Services

Rightsizing in der Server Technologie – was nicht passt, wird passend gemacht!**

Christoph Maier, CEO der Thomas Krenn AG



Tagesflüsterer

Headset Jabra Evolve2 75 mit ANC und Mikrofonarm im Test

Ein Büro-Headset soll ein gutes Mikrofon haben, ein Kopfhörer zu Hause bei Musik brillieren, und ein mobiler Kopfhörer soll das Rattern der U-Bahn ausblenden. Jabra versucht, das alles in einem Headset zu vereinen.

Von Jörg Wirtgen

Die ungewöhnlich großen On-Ear-Muscheln des Evolve2 75 bestehen aus einem harten Ring und einer weichen Mitte, die größer ist als der innere Bereich mancher enger Over-Ears – zu denen beispielsweise der große Bruder Evolve2 85 gehört. Dadurch trägt sich der Evolve2 75 komfortabel, wenn auch nicht so luftig wie diejenigen Over-Ears mit mehr als vier Zentimeter Innendurchmesser. Er wiegt rund 200 Gramm, das sind 20 Gramm mehr als beispielsweise die On-Ears Evolve2 65 oder Poly Focus 2 und 50 bis 100 Gramm weniger als Over-Ears mit Bluetooth.

Die Muscheln lassen sich um 90° drehen, aber nicht einklappen; besonders klein lässt sich der Evolve2 75 also nicht falten. Dass die dazu nötigen Minischarniere entfallen, kommt andererseits der Stabilität zugute. Eine vergleichsweise hübsche und robuste Transporttasche liegt bei, die zusätzlich das Smartphone oder ein Tablet bis 8 Zoll aufnimmt.

Klanglich liegt der Evolve2 75 eher beim großen Bruder: Kräftige, tief reichende, für die Preisklasse angemessen differenzierte Bässe, klare Höhen, unvergrummelter Gesang, ein etwas bemühtes Stereobühnchen. In der App (Android, iOS) oder der biedereren Windows- und macOS-Anwendung passt man den Klang per Equalizer dem eigenen Geschmack an. Die App führt zusätzlich auf Wunsch eine

Hörprobe durch und erstellt ein individuelles, dann auf neutralen Klang ausgelegtes Profil. Das hinterlegt sie im Kopfhörer, sodass es auch ohne App aktiv bleibt. Die Büro-Headsets samt kleinem Bruder bläst der Evolve2 75 locker weg. Im Vergleich zu den Bluetooth-Kopfhörern derselben Preisklasse à la Audio-Technica M50xBT2, Sennheiser Momentum 3 oder Sony WH-1000XM4 fehlt vor allem Präzision.

Die Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC) sorgt für angenehme Stille auch auf einer Zugfahrt während der Testphase. Sie gehört zu den besseren On-Ear-ANCs; gute Over-Ear-ANCs dämmen effektiver. Per Knopfdruck schaltet man auf den Transparenzmodus, der die Außengeräusche aktiv in die Musik einmischt, falls man mitbekommen möchte, dass Küchengeräte piepen, Paketboten klingeln oder Kollegen klopfen. Sowohl ANC als auch Transparenzmodus lassen sich in der App in fünf Stufen einstellen, zudem kann man beides ausschalten – und konfigurieren, zwischen welchen der drei Modi der Knopf an der linken Muschel umschalten soll.

Keine Störgeräusche

In der rechten Muschel ist der Mikrofonarm untergebracht, mit einem Griff klappt man ihn aus – das geht schneller als beim Evolve2 85, wo man klappen und drehen muss. Das Mikrofon liegt recht weit vom Mund entfernt, filtert dennoch Umgebungsgeräusche hervorragend weg: Kein Raumhall landet in der Aufnahme, kein Tastaturgeklapper, kein Stuhlgequietsche. An der leicht digital verzerrten Stimme merkt man, dass der DSP mehr zu tun hat als bei näher am Mund schwebenden Mikros – der Effekt ist aber weit weniger ausgeprägt als bei In-Ears oder Muschelkopfönen. Für Podcasts reicht die Mikrofonqualität deswegen und wegen des durch Bluetooth beschränkten Frequenzumfangs nicht. Während Telefonaten und Videokonferenzen kann man die eigene



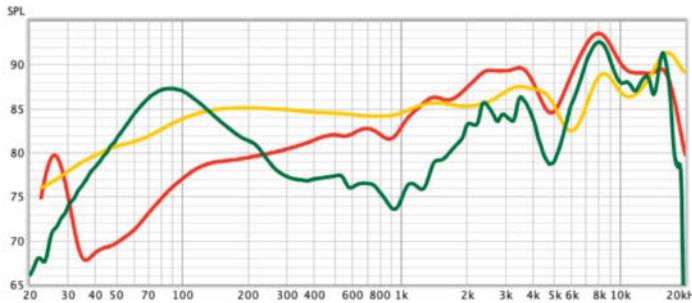
Stimme in mehreren Stufen einblenden, was dem Evolve2 75 besser als vielen anderen Headsets gelingt.

Er verbindet sich per Bluetooth mit zwei Geräten gleichzeitig, sodass beispielsweise eingehende Smartphone-Anrufe die vom PC abgespielte Musik unterbrechen. Wie von anderen Jabra-Headsets gewohnt, kann man das Auto-Abweisen aktivieren: Nimmt man beispielsweise am PC an einer Teams-Sitzung teil, werden währenddessen einkommende Smartphone-Anrufe automatisch abgelehnt. Die Bluetooth-Verbindung brach erst eine Zimmerwand später als bei den meisten anderen Headsets ab.

Alternativ schließt man das Headset per USB-C an; es wird von Windows, macOS, iOS und Android sofort ohne Trei-

Jabra Evolve2 75

On-Ear-Headset mit Mikrofonbügel	
USB / analog	USB-C (Laden, Audio, Mikrofon) / –
Verbindung	Bluetooth 5.2 (Multilink, Codecs AAC, SBC)
Gewicht	201 g
Muschelgröße (B × H)	70 mm × 78 mm (weicher Bereich 44 mm × 50 mm)
Lieferumfang	Transporttasche, Kabel USB-C auf USB-A (1,2 m), Bluetooth-Dongle
Bewertung	
Mikrofon	⊕
Klang	⊕
Geräuschunterdrückung	⊕
Tragekomfort	⊕
Straßenpreis	240 € (290 € mit Ladestation)
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖⊖ sehr schlecht	⊖ zufriedenstellend
	✓ vorhanden
	– nicht vorhanden



Im normalen Modus (rot) fehlt dem Evolve2 75 Bass im Vergleich zu unserer Referenz (gelb, Sennheiser HD600), im V-förmigen Equalizer-Modus „eingeschaltet“ (grün) sieht es bis auf den Subbass besser aus.

berinstallation erkannt – ebenso das Mikrofon, wenn auch nicht mit größerem Frequenzumfang als per Bluetooth. Ungewöhnlich: Bluetooth bleibt aktiv, nun sind also drei Verbindungen gleichzeitig möglich. Ein Analoganschluss fehlt.

Am Mikrofonarm findet man eine Mute-Taste, die auch in Videokonferenzanwendungen funktioniert. Die rechte Muschel hat drei erfühlbare Tasten für Start/Stopp, Lautstärke sowie durch Längerdrücken für Skip und Sprachassistent. Die Taste in der Mitte der rechten Muschel startet oder beendet Anrufe, ist sonst aber funktionslos; nur wenn man per USB oder per mitgeliefertem Bluetooth-Stick verbindet, öffnet sie Teams (oder in der UC-Version des Headsets die entsprechende Software) und beendet Teams-Calls.

Eine LED in den Muscheln zeigt auf Wunsch laufende Gespräche an – als Bitte an Personen in der Umgebung, einen nicht anzusprechen. Wer Gespräche im Gegenteil besonders dezent führen möchte, etwa unterwegs, kann auch mit hochgeklapptem Mikrofonarm telefonieren – dann mit der bei Muschelmikrofonen üblichen Überempfindlichkeit für Störgeräusche.

Legt man den Kopfhörer ab oder um den Hals, stoppt die Musik zuverlässig und spielt beim Aufsetzen weiter; Anrufe schalten das Mikrofon stumm. Ausgelöst wird das durch einen Näherungssensor in den Muscheln; irrit er aufgrund spezieller Brillen-, Frisur- oder Ohrkonstrukte zu häufig, lässt er sich abschalten.

Als Zubehör gibt es eine Ladestation mit USB-Anschluss, in der die linke Muschel magnetisch hält. Zudem sind Ersatzpolster erhältlich. Die Akkus lassen sich allerdings leider nicht wechseln.

Fazit

Guter Klang, gutes Mikrofon, bequemer Sitz, zeitgemäße Bluetooth-Technik, guter Transparenzmodus – da bleibt nicht viel auf der Wunschliste. NFC, kompaktere Packmaße und ein Analogeingang vielleicht; mehr ANC und besserer Klang gehen natürlich immer. Als Over-Ear wäre der Evolve2 75 zwar bequemer, aber schwerer und größer. So kommt er dem idealen Hybriden für Unterwegs, Büro und Unterhaltung sehr nahe.

Die Kontrahenten Evolve2 65 und Logitech Zone Wireless musiziert er an die Wand. Hauptkonkurrent dürfte der Poly Voyager Focus 2 (siehe Test in c't 17/2021, S. 84) mit ähnlicher Bluetooth-, Musik- und Mikrofonqualität sein. Dessen größter Vorteil ist das rechts und links tragbare Mikrofon, zudem wiegt und kostet er weniger. Beim Evolve2 75 bekommt man USB-C statt Micro-USB, das bessere ANC, die praktikablere Steuerung und den besseren Transparenzmodus.

(jow@ct.de)



DIE Jobbörse für IT-Experten*

unter dem Dach von heise online

Im neuen Look: frisch • jung • modern

Und neuen Features:

- Die besten Jobs in der IT – mit über 3.000 Jobangeboten.
- Jobmailer: passende Jobs zu Ihrer Suche finden.
- Stellenanzeigen mobil-optimiert – egal wo und wann. Immer gut lesbar.
- Verknüpfung mit den redaktionellen Rubriken: IT, Mobiles, Entertainment und Wissen.
- Die perfekte Bewerbung mit bewerbung2go erstellen.

* viele Stellenangebote für Fach- und Führungskräfte

**Finden Sie bei uns
Ihren Spitzens-Job in der IT!**

**Schauen Sie vorbei:
jobs.heise.de**



Groß geworden

Android 12 im Funktions-Check

Version 12 verpasst Android den gründlichsten Neuanstrich seit Jahren. Aber auch bei Sicherheit und Datenschutz hat sich einiges getan. Das klingt nach einem großen Wurf, doch der Test offenbarte auch kleine Ärgernisse.

Von Stefan Porteck

Schriften, Icons, Schieberegler und Schaltflächen – alles wirkt wuchtiger als bisher. Mit Android 12 vollzieht Google den umfangreichsten Tapetenwechsel seit 2014.

Mit dem neuen Look „Material You“ will Google die Bedienung vereinfachen. Dafür wachsen die Quicksetting-Schaltflächen in der Benachrichtigungsleiste zu größeren und farbigen Kacheln. Das er-

innert an den Look von iOS. Da nun weniger Schaltflächen auf den Schirm passen, muss man durch die Kachelreihen swipen. Wer die Kachelanordnung nach Wichtigkeit sortiert, kommt nach kurzer Zeit gut damit klar.

Über eine der Kacheln lassen sich verknüpfte Smart-Home-Komponenten bedienen, etwa smarte Leuchtmittel. Eine weitere neue Kachel beherbergt die Auswahl der Zahlungsmittel für Google Pay. Bislang steckten diese beiden Funktionen im sogenannten Power-Menü, das man durch einen Druck des Einschaltknopfes erreichte. Laut Google kam das bei den Nutzern nicht so gut an, weshalb das Power-Menü zu seinen Wurzeln zurückkehrt: Hält man nun den Knopf gedrückt, erscheinen große, runde Schaltflächen, mit denen man das Telefon sperrt, ausschaltet, neu startet oder den Notruf wählt. Im Alltag fanden wir den neuen Ansatz stimmiger. Gut gefallen hat uns auch, dass die Schieberegler, für die

Helligkeit und die Lautstärke, deutlich breiter geworden und sich dadurch weniger fummelig anfühlen.

Automatisches Theming

Neben der verbesserten Bedienung bringt Android 12 einen neuen Anstrich mit oder besser gesagt: viele verschiedene Anstriche. Das Design soll mit dezenten Pastellfarben und weichen Animationen organisch und nicht so technisch unterkühlt wirken, was Google im Vergleich zu Android 11 durchaus gelungen ist.

Es gibt also nicht mehr die eine Farbe, sondern verschiedene dezente Abstufungen. Der Clou daran: Das Farbschema passt sich automatisch dem gerade gewählten Hintergrundbild an. Das geht sogar so weit, dass Widgets ihre Farben ändern, wenn man sie an eine andere Stelle des Homescreens verschiebt.

Ausgedient hat das blaue Aufflammen, wenn man beim Scrollen das Ende erreicht. Stattdessen zeigt sich nun ein Stretch-Effekt, der den Inhalt wie ein Gummiband leicht dehnt. Außer mit weichen Farben spielt Android 12 mit nicht unbedingt nötigen, aber nett anzuschauenden Glow-Effekten: Beim Entsperren läuft eine Helligkeitswelle von der Position des Fingerabdrucksensors aus über den Schirm; Gleicher geschieht beim Anstecken des Ladegeräts.

Insgesamt fanden wir das Material-You-Design in puncto Optik und Bedienung weitestgehend stimmig.

Wichtiges im Blick

Mit der Einführung von Material You hat Google die Widgets wieder für sich entdeckt. Hier fallen an etlichen Stellen der Aufwand und die Liebe zum Detail auf, mit denen die Homescreen-Erweiterungen erstellt wurden. Sie lassen sich durch Halten und Ziehen exakt in der Größe anpassen, und je nach Größe ändern manche Widgets auch ihre Form und einige sogar ihren Funktionsumfang. So blendet beispielsweise das Wetter-Widget umso mehr Informationen ein, je größer man es zieht.

Das prominenteste Widget von Android 11 schickt Google mit Version 12 wohl bald in Rente: Bislang versorgte das „Auf einen Blick“-Widget die Nutzer auf

dem Homescreen mit relevanten Informationen. Es zeigte Wetterinformationen an, erinnerte vor Terminen ans rechtzeitige Losfahren und hatte bei Flügen aktuelle Infos über Terminal und Gate parat.

Zwar lässt sich „Auf einen Blick“ weiterhin auf dem Homescreen platzieren, doch der Funktionsumfang ist nun – zumindest bei Pixel-Smartphones – in den Pixel-Launcher eingezogen. Dort lässt sich in den Einstellungen der sogenannte „Überblick“ einschalten, der dieselben Informationen direkt oben links auf dem Startbildschirm einblendet. Der dynamisch erzeugte Inhalt nimmt wenig Platz ein, wenn es nichts mitzuteilen gibt.

Neu und besser

Erfreulicherweise hat Google die Suchfunktion von Android 12 überarbeitet – bislang blieb diese hinter dem zurück, was man vom größten Suchmaschinenbetreiber der Welt erwarten darf. Öffnet man die App-Übersicht durch einen Wisch nach oben, lässt sich im Suchfeld nicht nur nach Apps suchen, sondern nun auch nach deren App-Verknüpfungen – also einzelnen Funktionen der jeweiligen App. Will man beispielsweise schnell einen Tweet absetzen, braucht man Twitter nicht zu öffnen, sondern tippt nur „Tweet“ ein und springt über die Ergebnisse der Gerätesuche direkt in die gewünschte Funktion.

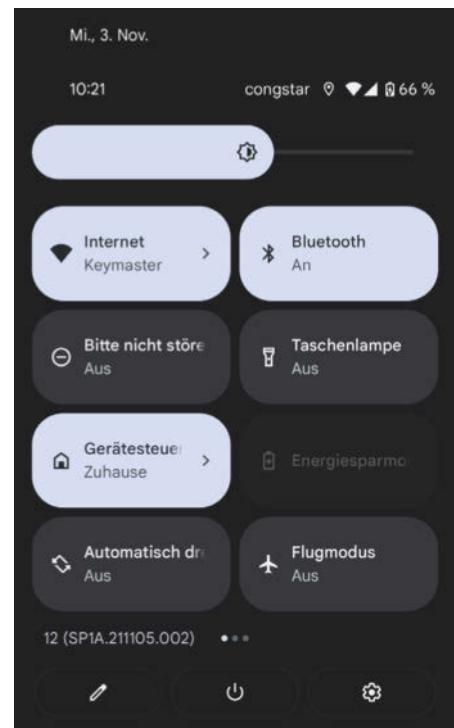
Auch bringt die Suchleiste endlich die Suche nach Kontakten zurück, die unverständlichweise vor einigen Jahren abgeschafft wurde. Sobald man ins Suchfeld einen Namen tippt, lässt sich der gefundene Kontakt mit einem Fingertipp bearbeiten, anrufen oder mit WhatsApp beziehungsweise anderen Messengern direkt anschreiben. Darüber hinaus findet die Suche im App-Menü nun auch lokale Dateien auf dem Smartphone.

All das funktioniert aber nur mit dieser Suchleiste der App-Übersicht. Die dauerhaft unten auf dem Homescreen eingebundene Suchleiste hat einen anderen Funktionsumfang: Sie findet nur installierte Apps und leitet alle anderen Eingaben direkt an die Google-Suche im Web weiter. Warum es in Android weiterhin zwei Suchleisten mit unterschiedlichem Funktionsumfang gibt, bleibt Googles Geheimnis.

Manche Neuerungen fallen erst auf den zweiten Blick auf. Dazu zählt etwa die smarte Bildschirmdrehung. Bislang konnte man das automatische Drehen der Anzeige nur ein- oder ausschalten. Unter Android 12 gibt es eine dritte Option, bei



Android 12 passt Farben automatisch ans Hintergrundbild an. Das geht so weit, dass Widgets je nach Lage auf dem Homescreen unterschiedliche Tönungen bekommen.



Die Quicksettings haben große Schaltflächen, und für die Bedienung des Helligkeitsreglers braucht man keine spitzen Finger mehr.

der sich der Bildschirminhalt nur dann dreht, wenn man es benötigt. Sobald Android erkennt, dass das Smartphone horizontal gehalten wird, überprüft es mithilfe der Frontkamera die Kopfposition des Nutzers. Liegt man auf der Seite im Bett oder auf dem Sofa, dreht Android den Screen nicht. Klingt banal, wer aber das Smartphone häufiger im Bett benutzt, wird das Feature lieben. Apropos liegen: Im Display-Menü findet sich für nächtliches Handy-Daddeln eine Einstellung, mit der sich das Display über das normale Maß auf ein absolutes Minimum abdunkeln lässt, damit es nicht blendet.

Eine weitere praktische Neuerung betrifft den Umgang mit Apps, die länger nicht genutzt wurden. Schon Android 11 entzog ihnen nach einiger Zeit automatisch die erteilten Berechtigungen. Android 12 geht einen Schritt weiter und löscht nach einigen Monaten Inaktivität zusätzlich auch den Cache der Apps, schränkt ihre Hintergrundaktivitäten ein und verhindert, dass sie Benachrichtigungen anzeigen. Das spart Speicherplatz und verlängert die Akkulaufzeit.

Neu und schlechter

Aber nicht alle Neuerungen kommen bei den Nutzern gut an. Viele Nutzer stören

sich in Foren daran, dass die Schaltfläche „WLAN“ nun „Internet“ heißt und die Einstellungen von WLAN und Mobilfunk nicht mehr getrennt verwaltet. Wollte man früher das WLAN temporär ausschalten, reichte dafür ein Fingertipp. Unter Android 12 sind es nun stets zwei Schritte.

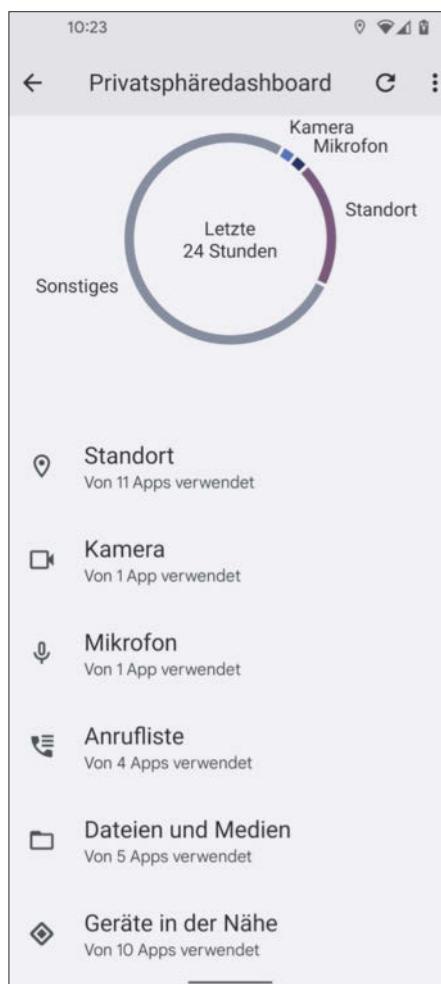
Was ebenfalls fehlt, ist die Hochrechnung, wie weit man bei der persönlichen Nutzungsintensität durchschnittlich mit einem vollen Akku käme. In den Akku-Einstellungen von Android 12 findet sich nur noch die Information, wie lange das Handy mit dem momentanen Akkustand noch durchhält.

An anderer Stelle gab es gute Gründe fürs Abschneiden alter Zöpfe: So erlaubt Android 12 nur noch VPN-Verbindungen über das IKEv2-Protokoll. Das unsichere IKEv1 wurde gestrichen. Sinnvoll, dürfte aber vor allem Nutzer hierzulande ärgern, da die weit verbreitete Fritzbox IKEv2 (noch) nicht unterstützt. So gibt es für Fritzbox-Besitzer keine Möglichkeit mehr, von unterwegs eine VPN-Verbindung ins heimische Netzwerk aufzubauen.

Nutzer smarter (Google)-Lautsprecher werden schnell auf einen großen Nervfaktor von Android 12 stoßen. Sobald man über Google-Cast die Wiedergabe auf externen Lautsprechern aktiviert, lässt sich nicht mehr wie bisher mit der Lautstärkewippe des Smartphones die Lautstärke der Streamingboxen einstellen. Darüber nörgelten schon in den ersten Tagen nach der Veröffentlichung unzählige Nutzer in Googles Bug-Tracker. Wann das alte Verhalten zurückkehrt, ist offen – es zeichnet sich aber ab, dass es wohl länger dauern könnte: Verschiedene US-Medien berichten, dass Google die Lautstärkesteuerung aufgrund eines Rechtsstreits, mutmaßlich mit Sonos, aus Android 12 entfernt habe.

Privatsphäre und Sicherheit

Bereits die vorherigen Android-Versio-nen brachten jeweils neue Funktionen, mit denen Nutzer ihre Privatsphäre besser vor Apps und deren Werbetracking schützen konnten. Was fehlte, war eine zentrale Anlaufstelle, die alle relevanten Einstellungen bündelt. Eine solche reicht Google mit dem Privacy Dashboard nun nach. Es zeigt an, welche Apps in den vergangenen 24 Stunden auf relevante Systemkomponenten und Informationen wie den Standort oder die Kamera zugegrif-fen haben. So erfasst man auf einen Blick,



Das Privacy-Dashboard visualisiert, welche Apps auf sensible Daten oder Smartphone-Komponenten zugegriffen haben.

welche Apps welche Daten abfragen. In der erweiterten Ansicht zeigt das Dashboard für jede Berechtigung einen Zeitstrahl mit den Apps, die davon Gebrauch gemacht haben. Hat man eine daten-hungrige App identifiziert, lassen sich ihr im Dashboard direkt die unerwünschten Berechtigungen entziehen.

Der wohl sensibelste Zugriff ist der auf die Standortdaten. Daran hat Google bei Android 12 zwei wichtige Änderungen vorgenommen. Sobald eine App erstmals nach der Berechtigung fragt, steht es Nutzern frei, den auf wenige Meter exakten Standort freizugeben oder lediglich eine Erlaubnis auf einen einige Kilometer großen Standortradius zu erteilen. Anders als beispielsweise für Navigations-Apps reicht es für Wetter-Apps völlig aus, wenn sie nur ungefähr erfahren, wo sich das Handy gerade befindet.

Zum anderen hat Google ein nerviges Berechtigungsbündel entknotet: Bislang

mussten Apps, die Bluetooth-Scans durchführen wollten, das Recht des Standort-zugriffs anfordern, weil sich über Blue-tooth-Beacons theoretisch der Standort ermitteln lässt. Das ergibt in der Theorie zwar Sinn, verwirrte aber viele Nutzer, die sich fragten, warum ausgerechnet Apps für smarte Türschlösser, Staubsaugerroboter oder die Corona-Warn-App das Recht auf eine Standortabfrage einfordern, obwohl sie das für ihre Funktion vermeintlich gar nicht benötigen. Die Doppeldeutigkeit frustriert App-Entwickler seit Jahren und verunsichert die Nutzer. Android 12 kann solchen Apps eine Berechtigung zum Blue-tooth-Pairing ohne Standortnutzung er-teilen.

Ähnlich delikat ist der Zugriff auf die Kamera und das Mikrofon. Hat man Apps den Zugriff erteilt, ließ sich bislang nicht mehr feststellen, wann sie überhaupt Bil-der oder Ton aufnehmen. Um diese Un-gewissheit zu beseitigen, blendet Android 12 nun dauerhaft ein Icon in der Status-leiste ein, solange die Kamera oder das Mikro aktiv sind. In den Quicksettings finden sich zudem Kacheln, mit denen sich beide Komponenten mit einem Fingertipp ein- und ausschalten lassen.

Fazit

Die Frischzellenkur steht Android 12 sehr gut. Selbst wenn man die automatischen Farbwechsel als Spielerei ansieht, so steigern die überarbeiteten Widgets, die bes-sere Gerätesuche und die größeren Schalt-flächen die Produktivität und minimieren Vertipper. Obendrein ist das Ganze nett anzuschauen.

Die neuen Privacy- und Security-Fea-tures gefallen ebenfalls: Endlich erkennt man auf einen Blick, welche Apps Daten-schleudern sind und kann sie im selben Menü auch sofort in die Schranken weisen. Falls man es vergisst, macht Android das bei länger ungenutzten Apps sogar auto-matisch. Google gelingt der Spagat zwi-schen Übersichtlichkeit für Einsteiger und Optionsvielfalt für Experten.

Und obwohl Google seit zwei Jahren die Android-Versionen offiziell nicht mehr nach Süßigkeiten benennt und auch keine pas-sende Android-Figur mehr vorm Google-Hauptquartier aufstellt, so hat inoffiziell weiterhin jede Android-Version eine Süß-speise als internen Code-Namen. Deshalb darf die wichtigste Info abschließend nicht fehlen: Android 12 heißt Snow Cone – ein in den USA sehr beliebtes Eisdessert. Wohl bekomms. (spo@ct.de) **ct**

Qualitätssicherung bei der Frontend-Entwicklung

23. November, 30. November und 7. Dezember 2021

An den drei Tagen der Online-Konferenz steht jeweils ein zentraler Aspekt der Qualitätssicherung bei der Frontend-Entwicklung im Vordergrund: **Accessibility**, **Performance** und **Testing**. Praxisnahe Vorträge helfen Entwicklern, aktuelle Herausforderungen in diesen drei wichtigen Feldern zu meistern.

Einige Highlights:

- > 23. November:
Accessibility bei Web Components
// Manuel Mauky
- > 30. November:
Wie wird meine React Applikation noch schneller?
// Sebastian Springer
- > 7. Dezember:
Testsuite in bestehender Frontend App nachrüsten
// Mirjam Aulbach



Jetzt
Kombi-Rabatt
sichern

Mehr erfahren: www.ctwebdev.de

Eine Veranstaltung von:



Heise Medien

Gold-
Partner:

Capgemini 
OPTIMAL SYSTEMS
A KYOCERA GROUP COMPANY



Sparsame Spieleinsteiger

Drei Spielergrafikkarten mit AMD Radeon RX 6600 im Test

Die Radeon RX 6600 ist die derzeit günstigste aktuelle Spielergrafikkarte. Wer einen Full-HD-Bildschirm nutzt, dem dürfte die Performance ausreichen, aber inklusive der hübschen Raytracing-Effekte, die die Karten in Hardware beschleunigen, wird es knapp.

Von Carsten Spille

Die Radeon RX 6600 ist eine Grafikkarte der unteren Mittelklasse für Spieler. Mit 8 GByte hat sie eine für ihre Leistungsklasse angemessene Speicheranpassung und arbeitet sehr sparsam. Dennoch hat sie genügend Wumms, um auch schicke 3D-Welten moderner Spiele in Full-HD-Auflösung flüssig dazustellen. Ihre modernen Display-Anschlüsse binden vier 4K-Bildschirme zugleich an und die Video-Decoder entlasten die CPU bei der Wiedergabe etwa von Netflix- oder YouTube-Inhalten. Die Radeon RX 6600 hat nur ein Problem: Leider ist sie derzeit wegen Chipmangels und anhaltender Goldgräberstimmung bei den Kryptowährungen nicht unter 540 Euro zu kriegen und auch ihre unverbindliche Preisempfehlung von 340 Euro ist im Vergleich zu früheren Generationen überzogen.

Wer aber gerade eine neue Grafikkarte braucht oder wen die Preise aus anderen Gründen nicht abschrecken, findet kaum günstigere Grafikkarten mit aktueller Technik und vergleichbarer Performance. Drei der besser verfügbaren Versionen der Radeon RX 6600 haben sich bei uns zum Test eingefunden: Powercolors Hellhound, die Sapphire Pulse und die Speedster SWFT vom Hersteller XFX. Sie haben mehr gemeinsam, als sie trennt: Ausstattung, Taktraten und Leistungsaufnahme sind vergleichbar, aber bei der Lautstärke und der Spieleleistung gibt es kleinere Ausreißer nach oben wie nach unten.

Alter Bekannter

Alle drei Karten verwenden dasselbe technische Grundgerüst: Den AMD-Grafikchip Navi23, den die Chipschmiede TSMC

mit 7-Nanometer-Technik herstellt und der Taktraten um die 2,5 GHz erreicht. Es entspricht weitgehend dem Silizium, welches der Hersteller AMD auch schon für die RX 6600 XT verwendete [1]. Von den 2048 Shader-Rechenkernen in 32 Compute Units sind allerdings nur 1792 Stück in 28 CUs aktiv. Auch die Textur- und Raytracing-Einheiten sind entsprechend weniger geworden, da sie integraler Bestandteil der CUs sind: Von 128 TMUs und 32 RT-Beschleunigern sank so die Zahl auf 112 und 28.

Beim Speichersubsystem inklusive der Raster-Endstufen haben die Hersteller im Vergleich zur Radeon RX 6600 XT nur die Taktraten angepasst: Anstelle von 256 GByte/s laufen jetzt nur noch 224 GByte/s über die 128 parallelen Datenleitungen zum Speicher. Das Verhältnis von Speicherübertragungsrate zu Rechenleistung ist bei der RX 6600 etwas günstiger als bei der XT-Variante.

Auch der Last-Level-Cache auf dem Grafikchip wurde nicht angetastet. Nach wie vor fasst er 32 MByte – bei anderen Grafikchips liegt er eher im Bereich von lediglich 4 bis 6 MByte. Der wegen seiner

Größe von AMD auch Infinity Cache genannte LLC fängt viele Zugriffe auf den Grafikspeicher ab. Je niedriger die Auflösung, desto ausgeprägter dieser Effekt. In höheren Auflösungen verlieren die Radeon RX 6600 daher mehr Spieleleistung als etwa ihre Vorgängermodelle oder vergleichbare GeForce-Karten, wie wir in [1] anhand des XT-Modells zeigten.

Taktspielchen

Zugunsten der um 28 Watt niedrigeren Total Graphics Power (TGP), der nominalen Leistungsaufnahme also, sind die Taktraten speziell unter Volllast deutlich geringer.

Im Vergleich zu den RX-6600XT-Karten ist der Maximalboost der Radeon RX 6600 zwar nur um 4,5 Prozent von 2607 auf 2491 MHz gefallen. Dem laut AMD typischen Boosttakt in Spielen ging es mit 16 Prozent weniger (2428 auf 2044 MHz) und dem Basistakt gar mit 21 Prozent Abschlag (2064 auf 1626 MHz) deutlich stärker an den Kragen. Das bedeutet, dass die Grafikkarten den Takt sehr hoch halten können, solange sie nicht voll ausgelastet sind. Inklusive der unterschied-

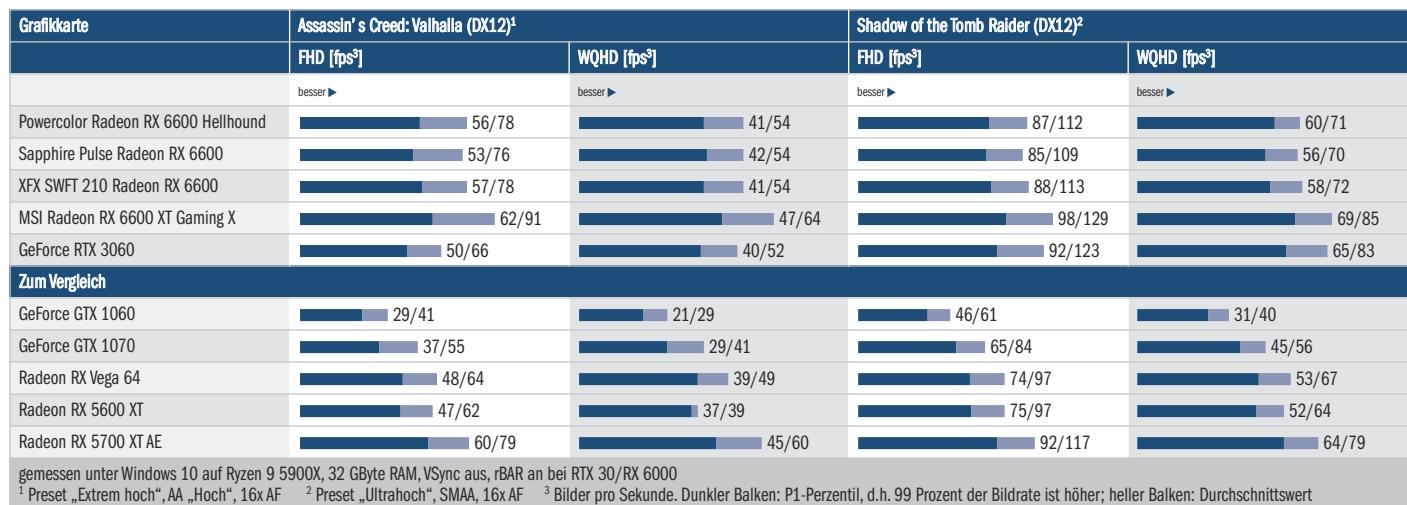


Funktional identisch: Die Anschlussblenden der drei Karten haben jeweils einen HDMI-2.1- und drei DisplayPort-1.4-Anschlüsse, um insgesamt vier 4K-Bildschirme gleichzeitig anzusteuern.

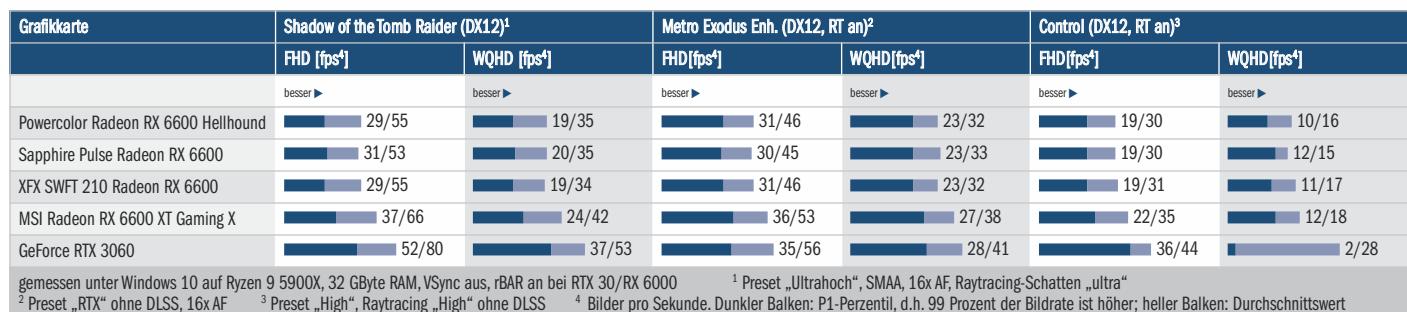
lichen Menge der Recheneinheiten liegt auch der Performanceunterschied zum stärkeren XT-Modell dann auch nur bei rund 16 Prozent. Unter Volllast, nahe der TGP-Grenze von 100 Watt, sind es dann schon 25 Prozent.

Wir können allerdings etwas Entwarnung geben: AMD war übervorsichtig mit der Angabe der Basistaktraten. Denn selbst im für seine Stromfresserqualitäten

Spieleleistung ohne Raytracing



Spieleleistung mit Raytracing





PowerColor Radeon RX 6600 Hellhound

Die Leistung der Hellhound ist auf ordentlichem RX-6600-Niveau. Die große Kühlkonstruktion steht der sparsamen Karte gut zu Gesicht: Sie bleibt im Test am leisesten unter Volllast. Die Regelung der im Leerlauf und bis 51 °C stillstehenden Lüfter könnte um den Einschaltpunkt herum etwas weniger hektisch sein – gut, dass man sie aus dem geschlossenen Gehäuse heraus kaum hört. Die hellblaue LED-Beleuchtung lässt sich mit einem etwas fummelig zu erreichenden Schieber hardwaremäßig abschalten – nur auf der Rückseite leuchtet dann noch eine kleine LED in der Backplate.

Die Leistung der Hellhound ist zusammen mit XFX's SWFT 210 auf ordentlichem RX-6600-Niveau und genügt für flüssiges Gaming in Full-HD-Auflösung. Wie bei allen Grafikkarten ist der aktuelle Straßenpreis deutlich überzogen.

- ➡ sehr leise unter Last
- ➡ LED-Beleuchtung abschaltbar
- ➡ Lüftersteuerung etwas hektisch

Preis: circa 570 Euro



Sapphire Pulse Radeon RX 6600

Die Pulse-Karten sind Sapphires Basismodelle, die ohne aufwendige Kühlkonstruktionen und bunt blinkende LED-Beleuchtung auskommen müssen. Das gilt auch für die RX 6600. Ihre beiden Lüfter legen bei 60 °C mit einem etwas kernigen Drehgeräusch los und ziehen auf 1300 U/min an, nur um sich dann recht schnell wieder bei 1200 Umdrehungen einzupendeln. Die Karte wird etwas wärmer als die Modelle von Powercolor und XFX und hängt im Stresstest knapp 100 MHz oder 5 Prozent zurück, sodass die Sapphire-Karte knapp die langsamste des Trios ist – den Unterschied kann man messen, aber nicht in Spielen spüren.

Wegen der höheren Temperatur müssen ihre Lüfter schneller drehen und sie ist die lauteste im Test. Die Spulen fiepen bei mittlerer Last und sehr hohen Bildraten – was etwa in Spielmenüs auftritt – weniger als bei den anderen Testkandidaten. Zugleich ist sie unter Volllast sehr sparsam.

Wie bei allen Grafikkarten ist auch ihr aktueller Straßenpreis viel zu hoch.

- ➡ 3 Jahre Garantie
- ➡ sparsamer Betrieb
- ➡ langsamste RX 6600 im Test

Preis: circa 630 Euro



XFX Speedster SWFT 210 Radeon RX 6600 Core Gaming

Die Speedster SWFT kommt ohne „i“ und ohne LED-Beleuchtung aus, hat dafür aber ein Dual-BIOS. Die sekundäre Firmware hatte bei unserem Testmuster allerdings nur Backup-Aufgaben, die Chance auf eine veränderte Abstimmung lässt XFX ungenutzt. Die Lüfter haben keine Mühe, die Grafikchipstemperatur im Zaum zu halten. Im Teillastbereich ist die Steuerung etwas nervös, eine längere Nachlaufzeit würde helfen.

Im Stresstest Furmark müssen die Lüfter auf bis zu 1440 U/min hochdrehen, sind dabei aber laufruhig, sodass hauptsächlich das Rauschen zur Lautheit beiträgt. An die Powercolor-Karte kommt die SWFT 210 in dieser Disziplin nicht heran, ist aber leiser als der Proband von Sapphire. Das Zischeln unter Teillast ist vorhanden, aus dem geschlossenen Gehäuse aber nicht hörbar. Auch die XFX SWFT 210 ist deutlich zu teuer.

- ➡ gute Kühlung
- ➡ Dual-BIOS (ungenutzt)
- ➡ stromdurstiger als die Konkurrenz

Preis: circa 540 Euro

berüchtigten Stresstest Furmark schafften die Testkandidaten noch 1947 bis 2076 MHz. Damit liegen sie nahe des typischen Boosttaktes und schaffen eine Rechenleistung von rund 8,3 Billionen Rechenschritten bei einfachgenauen Gleitkommazahlen (FP32).

Der positive Effekt der 28 Watt geringeren TGP: Durch die abermals gesenkten Leistungsaufnahme können auch kompakte Kartenmodelle mit zwei Lüftern so

gut gekühlt werden, dass sie selbst unter Volllast ziemlich leise bleiben. Am besten macht das im Test die Hellhound von Powercolor und bleibt aus dem geschlossenen Gehäuse heraus kaum hörbar, während die Sapphire- und die XFX-Karte ihre Lüfter etwas schneller drehen müssen, was man in ruhiger Umgebung erlauschen kann.

Auch bei der Leistungsaufnahme liegen die drei Testkandidaten dicht beisam-

men. Die Paradedisziplin ist wie schon bei der RX 6600 XT das Nichtstun. Mit rund 5 Watt bei einem einzigen Full-HD- oder 4K-Display sind die Karten ziemlich sparsam. Sobald es allerdings zwei oder mehr nicht baugleiche Monitore werden, geht es rauf mit der Leistungsaufnahme auf 22 bis 23 Watt. Unter Dauer-Volllast bleiben die Karten mit 123 bis 136 Watt sparsam. Für die Spitzenwerte von bis zu 230 Watt für wenige Millisekunden brauchen aber

doch alle einen acht- anstelle eines sechspoligen PCIe-Anschlusses.

Performancevergleich

Wer sich heute für die Radeon RX 6600 interessiert, besitzt vielleicht schon eine Spielergrafikkarte, ist also ein klassischer Aufrüster, der sich fragt, ob die neue Karte den Preis wert ist. Die Radeon RX 6600 ist in 3D-Spielen in etwa so schnell wie das vier Jahre alte High-End-Modell RX Vega 64, die zum Marktstart über 500 Euro kostete. Auch die etwas modernere Radeon RX 5600 XT hängt sie in Full-HD-Auflösung mühelos ab und zeigt Nvidias alter GeForce GTX 1070 die Rücklichter – an eine Radeon RX 5700 XT kommt sie jedoch nicht heran.

Je höher die gewählte Auflösung, desto geringer wird der Vorsprung. In 4K wendet sich das Blatt im Vergleich zur Vega64 gar. Die teurere Radeon RX 6600 XT ist in Spielen unabhängig von der Auflösung rund 20 Prozent schneller – das ist bereits spürbar.

Wer hingegen auch eine Nvidia-Grafikkarte in Betracht zieht, wird auf die preislich vergleichbare GeForce RTX 3060 schielen. Die hat auf dem Papier den Vorteil von 4 zusätzlichen GByte Grafikspeicher, braucht aber merklich mehr Strom. In Spielen hält die Radeon speziell

in Full-HD-Auflösung und ohne Einsatz von Raytracing-Effekten noch gut mit. In ihrem Vorzeigetitel Assassin's Creed Valhalla zieht sie gar mit der nochmals deutlich teureren GeForce RTX 3070 gleich. In anderen Spielen wie Shadow of the Tomb Raider hingegen bleibt die RX 6600 um einige Prozentpunkte hinter der GeForce RTX 3060. Dieser Abstand vergrößert sich zuungunsten der Radeon, sobald man Raytracing-Effekte hinzuschaltet. Dann kann sich die GeForce RTX 3060 um rund 22 Prozent in Metro Exodus Enhanced und um 40 bis 45 Prozent in Control respektive Shadow of the Tomb Raider absetzen. Bei der Radeon reicht es dann nicht immer für die untere Spielbarkeitsgrenze von 30 Bildern pro Sekunde.

Auf der Habenseite steht der sehr sparsame Betrieb bei Teillast. Einfachere, aber beliebte Spiele wie DOTA 2 laufen in Full HD vollkommen flüssig, und wenn man die vertikale Synchronisation auf 60 Hertz aktiviert, können die RX 6600 ihren Takt so weit senken, dass die Lüfter meistens stillstehen und die Karte nur 25 bis 30 Watt braucht.

Fazit

Die Radeon RX 6600 zeigen alle Qualitäten, die man von Mittelklasse-Karten

für Spieler erwartet: flott in gemäßigten Auflösungen, genug Speicher, sparsam im Betrieb und noch leise unter Last. Wer mehr Wert auf herkömmliche Rastergrafik als auf Raytracing legt, der würde mit dem Griff zur RX 6600 nichts falsch machen. Raytracing-Fans sind mit der GeForce RTX 3060 besser bedient. Ein großes Manko bei allen Grafikkarten: die derzeitigen Preise. Sie sind völlig überzogen, mehr als 500 Euro sind für eine Karte dieser Klasse einfach zu viel. Unter normalen Marktbedingungen sollte die Karte unter 200 Euro kosten.

Von den drei RX-6600-Modellen im Test macht die Powercolor-Karte am wenigsten falsch. Sapphire lässt etwas Performance liegen, führt aber die kompaktesten Abmessungen ins Feld. XFX könnte sich mit seinem Dual-BIOS hervortun, wenn etwa eine leisere Lüftereinstellung hinterlegt würde. Am leisesten im Testfeld arbeitet die aus dem geschlossenen Gehäuse kaum hörbare Hellhound von Powercolor auch dank ihres großen Kühlers.

(csp@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Teure Effizienz, Mittelklasse-Spielergrafikkarte AMD Radeon RX 6600 XT, c't 19/2021, S. 102

Spielergrafikkarten mit AMD Radeon RX 6600

Modell	Radeon RX 6600 XT Hellhound	Pulse Radeon RX 6600	Speedster SWFT 210 Radeon RX 6600 Core Gaming
Hersteller, URL	Powercolor, powercolor.com	Sapphire, sapphiretech.com/de-de	XFX, xfxforce.com
Modellnummer	AXRX 6600 8GBD6-3DHL	11310-01-20G	RX-66XL8LFDQ
BIOS-Version / UEFI-tauglich	020.003.000.030.000000 / ✓	020.003.000.030.000000 / ✓	020.003.000.030.000000 / ✓
Shader / TMU / ROP	1792 / 112 / 64	1792 / 112 / 64	1792 / 112 / 64
GPU-Takt: Basis / Gaming / Turbo	1626 / 2044 / 2491 MHz	1626 / 2044 / 2491 MHz	1626 / 2044 / 2491 MHz
nominelle TDP / Stromversorgung	130 W / 1 × 8-Pin	130 W / 1 × 8-Pin	130 W / 1 × 8-Pin
Schnittstelle / Bauform / Lüftertyp	PCIe 4.0 x8 / 2 Slot / axial	PCIe 4.0 x8 / 2 Slot / axial	PCIe 4.0 x8 / 2 Slot / axial
Abmessungen (T × B × H) / Gewicht	44 mm × 134 mm × 222 mm / 750 g	42 mm × 124 mm × 194 mm / 504 g	41 mm × 130 mm × 243 mm / 614 g
Ausstattung			
Display-Ausgänge	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1
Lüfteranzahl × Durchmesser / Zero-Fan-Modus ¹	2 × 97 mm / ✓	2 × 86 mm / ✓	2 × 95 mm / ✓
Besonderheiten	Backplate, LED-Lüfterbeleuchtung (per Schieber abschaltbar)	Backplate	Backplate, Dual-BIOS (pri./sek. mit identischen Einstellungen)
Technische Prüfungen			
3DMark Time Spy / Firestrike Extreme / Port Royal	8819 / 10595 / 3851 Punkte	8609 / 10353 / 3748 Punkte	8879 / 10668 / 3877 Punkte
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	23481 Punkte	23615 Punkte	23695 Punkte
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Peak ²	5,2 (22) / 123 / 222 W	4,8 (23) / 125 / 230 W	5,6 (23) / 136 / 227 W
Lautheit 2D ¹ / 3D	<0,1 / 0,4 sone	<0,1 / 1,2 sone	<0,1 / 1,1 sone
Bewertungen			
3D-Leistung FHD / WQHD / 4K (mit Raytracing) ³	⊕ (O) / O (⊖) / ⊖ (⊖⊖)	⊕ (O) / O (⊖) / ⊖ (⊖⊖)	⊕ (O) / O (⊖) / ⊖ (⊖⊖)
Geräuschenwickl. Leerlauf / Last ¹	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / O	⊕⊕ / O
Garantie	2 Jahr (nicht übertragbar, Abw. über Händler)	3 Jahre (Abwicklung nur über Händler)	2 Jahre (Abwicklung nur über Händler)
Straßenpreis	570 €	630 €	540 €

¹ Lüfter stehen im Leerlauf still

² ruhender Windows-Desktop mit einem (vier) angeschlossenen Monitor(en) / Mittelwert im 3DMark 11GT 1 / kurzzeitige Spitzenwerte

³ bezogen auf die gewählten Einstellungen

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut O zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden



Duell der Holzkönige

Online- und Computerschach an echten Brettern

Schach boomt. Online schubsen täglich Millionen Spieler mit ihrer Maus Figuren über den Bildschirm. Schöner setzt man allerdings an einem echten Brett matt. Wie gut das klappt, testen wir mit zwei elektronischen Brettern von DGT und Millennium an zwölf Schachprogrammen für PC und Smartphones.

Von Hartmut Gieselmann

chess.com finden Sie zu jeder Tages- und Nachtzeit mehrere zehntausend Schachfreunde, um auf Knopfdruck etwa eine Blitzpartie in fünf Minuten gegen einen gleichwertigen Gegner zu spielen. Und seitdem Computer das königliche Spiel dominieren, sind Schach-Engines wie Stockfish unentbehrliche Helfer, um Partien zu analysieren und die eigenen Schwächen zu beheben.

Die Computerisierung raubt dem Schach jedoch seinen Charme. Auf Bildschirme zu starren und Mäuse zu schubsen macht nicht halb so viel Spaß, wie echte Holzfiguren auf einem echten Schachbrett zu bewegen. Auftritt DGT und Millennium: Die beiden Hersteller bieten mit der e-Board-Reihe und dem Supreme Tournament 55 hochwertige Schachfiguren und -bretter zur Preisen zwischen 280 und knapp 900 Euro an, die sich per USB oder Bluetooth mit einem Rechner oder Smart-

phone verbinden lassen. Sensoren unter der Brettfläche erkennen die Positionen der mit passiven Elektronikbauteilen ausgerüsteten Figuren und übermitteln sie an den Rechner. Dank elektrischer Schwingkreise (DGT) und einem RFID-System (Millennium) werden die Figuren individuell erkannt und lassen sich ganz natürlich bewegen, ohne irgendwelche Felder drücken zu müssen.

Die Bretter führen gegnerische Züge jedoch nicht automatisch aus. Es gibt zwar von anderen Unternehmen Ansätze mit Elektromagneten und anderen Mechaniken, in der Praxis scheitern sie bislang jedoch an hohen Kosten und fehlender Zuverlässigkeit. An den Brettern von DGT und Millennium müssen Sie also die Züge des Gegners selbst ausführen. Die DGT e-Boards zeigen diese Züge entweder auf einer zugehörigen digitalen Schachuhr an oder geben sie am PC per Sprachausgabe

Egal, ob Sie Schach erst lernen, nach langer Zeit wieder einsteigen oder als Profi Turniere spielen: Online-Schach hat das Bild des Denksports in den vergangenen Jahren verändert. Auf lichess.org und

aus. Beim Millennium Tournament 55 sitzen LEDs in den Ecken jedes Feldes. Hat der Gegner gezogen, leuchtet das Zielfeld rot auf. Das ist vor allem bei Blitzpartien von Vorteil, denn die Sprachausgabe braucht jeweils 2 bis 3 Sekunden, bis sie einen Zug angesagt hat.

Beide Bretter lassen sich durch offene, von den Herstellern dokumentierte Schnittstellen sowie Plug-in-Treiber in Schachprogramme einbinden. Wir haben alle zwölf derzeit verfügbaren Programme und Online-Dienste untersucht, darunter kommerzielle Angebote wie Aquarium, Fritz, Hiarcs und Shredder sowie kostenlose Apps wie Arena, Chess for Android, Lucas Chess oder White Pawn. Die Ergebnisse finden Sie in den Tabellen auf Seite 119.

Da viele Schachprogramme nur von einem einzelnen Entwickler programmiert werden, bleibt für die Implementierung der Treiber und APIs für die Elektronikbretter oft nicht genügend Zeit. Viele Details müssen stimmen: Erkennen die Programme auch Züge, wenn man Figuren über das Brett schleift? Lassen sich die Seiten von Schwarz und Weiß tauschen? Kann man Positionen auf dem Brett übergeben? Klappen Sprachausgabe, LED- und Uhrenanzeige?

Wir haben deshalb zwei Bretter der beiden Hersteller mit zwölf Schachprogrammen und Online-Servern auf fünf Betriebssystemen (Windows, macOS, Linux, Android und iOS) getestet. Im Folgenden erklären wir die Setups der einzelnen Programme, geben Tipps zum reibungslosen Betrieb und zeigen Grenzen auf.

Die Programme bestehen aus einer grafischen Bedienoberfläche und bringen Schach-Engines mit unterschiedlichen Spielstärken mit. Wenn ein Programm eine Schnittstelle wie etwa das Universal Chess Interface (UCI) unterstützt (siehe Tabellen S. 119), können Sie auch andere Engines wie etwa die kostenlose Stockfish 14.1 laden. Stockfish gewann die jüngste Computerschachweltmeisterschaft (TCEC) und fegte auch bei einem kleinen Engine-Blitzturnier im Rahmen dieses Tests alle anderen Engines vom Brett. Links zu allen Programmen, Engines und Treibern finden Sie unter ct.de/ywf1.

DGT mit dem PC verbinden

Der niederländische Hersteller DGT ist seit Jahren der Standardausrüster für nationale und internationale Schachturniere. Meist werden über DGT-Bretter Partien

aufgezeichnet und im Internet und Fernsehen übertragen. Dazu lassen sich Dutzende Bretter mit seriellen und USB-Schnittstellen mit einem PC verkabeln. Bluetooth ist auf Turnieren hingegen nicht erlaubt, weil ein Verbindungsabbruch fatale Folgen hätte.

Anbinden lassen sich die DGT-Bretter über zwei Treiber: über das Rabbit-Plug-in für Windows oder LiveChess für Windows, macOS und Linux. Sie stellen per USB-Port oder Bluetooth eine Verbindung zum Brett her und zeigen zur Kontrolle die aktuelle Stellung auf dem Brett an. Sollte die Verbindung kein grünes Licht geben, half bei unserem Testbrett, das USB-C-Kabel ab- und anzustecken.

In der Konfigurationsoberfläche des Rabbit-Treibers können Sie verschiedene Einstellungen vornehmen. Wichtig ist „Use Start/Stop setup“ in „Settings/Configure Driver/Extra“, um neue Stellungen auf dem Brett an Schachprogramme zu übermitteln. Dazu nehmen Sie die Könige vom Brett und bauen alle Figuren auf. Abschließend setzen Sie die Könige ein – als letztes den in der Farbe, die am Zug ist. Bei der Grundaufstellung ist das nicht nötig. Das DGT-Brett erkennt diese automatisch – inklusive Seitenwechsel von Weiß und Schwarz. Sie können die weißen Figuren also auf beiden Seiten aufbauen und müssen das Brett nicht drehen. DGT-Bretter mit Randbeschriftung sind deshalb unpraktischer, sobald Sie die Koordinaten A bis H und 1 bis 8 verinnerlicht haben.

Damit Sie Figuren nicht ab- und aufsetzen müssen, sondern auch ziehen („übers Brett schleifen“) können, stellen Sie eine passende Zeit in der „Stabletime“ ein. Sie gibt die Zeitspanne an, die Figuren auf dem Brett unverändert stehen müssen, bevor ein Zug übermittelt wird. Ist sie zu kurz, denkt das Brett, Ihr Bauer wäre auf dem Weg von e2 nach e4 auf e3 stehen geblieben. Wenn Züge scheinbar „abbrechen“, setzen Sie die Zeit hoch. Der Ausgangswert von 400 Millisekunden hat in unseren Tests gut geklappt – zumindest mit dem Rabbit-Treiber unter Windows. Bei Online-Partien über LiveChess (siehe unten) und auf Android wurden schleifende Züge hingegen nicht sauber erkannt, dort sollten Sie die Figuren stets hochnehmen und auf dem Zielfeld wieder absetzen.

Von den Schachprogrammen unter Windows unterstützen Fritz, Shredder und Arena das Rabbit-Plug-in mit allen Funktionen, inklusive Seitenwechseln, Stel-

lungseingabe, Sprachausgabe und Uhrenanzeige. Aquarium brachte seine eigene DGT-Implementierung mit, bei der die Uhr DGT 3000 nicht reagierte. Lucas Chess nutzte eine ältere Treiberversion von 2010 und erlaubte in der Version 1.28a keine Übernahme von Stellungen auf dem Brett, Sprachausgabe oder Uhrenanzeige. Entwickler Lucas Monge will die Stellungseingabe auf Nachfrage von c't in einem Update nachreichen. Unter Android klappte hingegen die DGT-Anbindung mit „Chess for Android“ und „White Pawn“ tadellos. Unter Linux ist die Beta-Version von Arena die beste Wahl.

Online mit DGT

Während der Rabbit-Treiber ausschließlich mit Windows-Schachprogrammen läuft und in einer Abwandlung von Graham O'Neill unter Android und Linux zum Einsatz kommt, erlaubt das kostenlose DGT LiveChess Online-Partien im Browser unter Windows, macOS und Linux. LiveChess organisiert Dutzende Bretter zu einem Turnier und streamt die Stellungen über einen Webserver ins Netz, sodass man sie im Browser verfolgen kann. Am besten klappte das im Test mit Chrome.

Über den LiveChess-Server lassen sich die DGT-Bretter auch mit den Online-Diensten Lichess.org und Chess.com verbinden. Beide erlauben kostenlose Partien mit Zeitvorgaben. Auf Lichess.org sind ungewertete Partien ab 5 Minuten plus 5 Sekunden pro Zug (5+5) mit Elektronik-Brettern möglich. Gewertete Partien, deren Ergebnisse in das Ranking eingehen, brauchen mindestens 15 Minuten Bedenkzeit plus 10 Sekunden pro Zug



Die Qualität geschnitzter Schachfiguren erkennt man vor allem am Springer: Links das Modell von Millennium, rechts das Ebony-Set von DGT.



DGT e-Board mit Figuren

DGT bietet seine e-Boards in drei verschiedenen Furnierausführungen und sechs Holzfigursätzen an, die sich frei kombinieren lassen. Ebenso kompatibel sind das Smartboard und DGT-Figuren aus Kunststoff. Anschluss und Stromversorgung per USB-C klappen sogar an einem Android-Smartphone oder -Tablet. Eine Bluetooth-Option mit Akku ist ebenfalls erhältlich. Die Preise liegen je nach Kombination zwischen 280 und 880 Euro. Für unser Testmodell (Walnuss-Brett ohne Randbeschriftung, USB-C, Ebony-Figuren, ungewichtet) zahlten wir 540 Euro – inklusive dem beiliegenden älteren Fritz 14.

Das Brett mit Walnussfurnier ist deutlich schwerer als das Millennium-Brett. Die Ebony-Figuren sind sehr filigran geschnitten – insbesondere der Springer. Für Bauernumwandlungen liegt je eine zweite Dame bei. Die Erkennung auf dem Brett funktionierte einwandfrei und schlägt bereits einen Zentimeter über der Brettoberfläche an. Eine Randbeschriftung vermissten wir nicht, weil Schwarz und Weiß eh oft die Seiten wechseln und man das große Brett nicht fortlaufend drehen will.

Bei Partien mit USB-Strom speichern die Bretter die jüngsten 500 Züge und geben sie am Rechner im PGN-Format aus. Grundstellungen erkennen sie automatisch als Start einer neuen Partie.

Per Miniklinkenkabel lässt sich die Schachuhr DGT 3000 oder DGT Pi (mit eingebautem Schachcomputer Pico-chess) anschließen. Letzterer erlaubt einen Stand-alone-Betrieb mit Brett. Die Uhren übertragen ihre Zeiten an das jeweilige Schachprogramm (Modus 1-24). Schaltet man in den Modus 25, zeigen die Uhren Züge vom Programm an.

- 👉 edle Figuren und Bretter
 - 👉 Desktop-Support inkl. Fritz
 - 👉 kein iOS, macOS nur Web-Partien
- Preis: 280 Euro bis 880 Euro



Millennium Supreme Tournament 55 mit ChessLink

Das Supreme Tournament 55 (775 Euro) wird über das separat erhältliche ChessLink-Modul (90 Euro) und das mitgelieferte Netzteil mit Strom versorgt. ChessLink stellt eine Verbindung per Bluetooth und USB zu Smartphones und PCs her. Apps koppeln direkt per Bluetooth LE und nicht über die System-Setups in Android und iOS. Das Modul funktioniert auch mit Chess Genius Exklusive (650 Euro) oder The King Performance (350 Euro). Zusätzlich sind ein Akkupack (Chessvolt, 65 Euro) und ein Stand-alone-Schachcomputer (Chess Classics Element, 250 Euro) erhältlich. Unser Testbrett mit Holzfiguren und ChessLink kostet 865 Euro.

Im Brett aus Walnussfurnier stecken rot leuchtende LEDs in den Ecken der Felder. Die Leuchtstärke stellt man über einen Sensorkontakt an der vorderen Brettkante ein. Das Brett ist deutlich leichter als das DGT-Board. Der Kontrast der braunen und gelblichen Felder fällt nicht so hoch aus wie bei DGT. Die Holzfiguren sind aufwendig geschnitten, aber nicht so filigran verarbeitet wie der Ebony-Satz von DGT. Zwei Extradamen liegen auch hier bei.

Bei Blitzpartien ist die LED-Anzeige schneller zu erfassen als die Sprachausgabe oder das Uhrendisplay von DGT. Abseits der Chesslink-App des Herstellers erkennen andere Mobil-Apps aber keine schleifenden Züge, sodass man die Figuren ab- und aufsetzen sollte. Zwischen zwei Partien kam es immer wieder zu grellen Blinkorgien, bis alle Figuren wieder richtig in der Grundaufstellung standen.

Auf Desktop-Systemen lässt sich nur offline spielen. Auf Windows und macOS ist dazu der Hiarcs Chess Explorer das Programm der Wahl.

- 👉 LEDs für schnelles Blitzschach
 - 👉 läuft auch unter iOS
 - 👉 keine Online-Partien am Desktop
- Preis: 865 Euro

(15+10). Chess.com kennt keine Zeitgrenzen und erlaubt selbst Bullet-Partien mit 1 Minute Gesamtbedenkzeit für jeden Spieler (1+0). In unseren Tests wurde das auf den Brettern jedoch zu hektisch, weshalb Sie auch bei Chess.com mindestens 5+5 einstellen sollten.

Lichess.org bietet für DGT-Bretter eine eigene Sprachausgabe, die die Text-To-Speech-Engine des Betriebssystems nutzt. Die wenigen englischen Begriffe können Sie in der zugehörigen Textdatei einfach gegen deutsche ersetzen. Chess.com hat bislang keine Sprachausgabe. Zwar gibt es dafür ein Chrome-Plug-in. In unserem Test sagte es jedoch nur die Zielfelder an, nicht aber die Figuren, sodass wir immer wieder zum Bildschirm schauen mussten.

Ein grundsätzliches Problem bei Online-Partien auf einem echten Schachbrett ist die Farbzuweisung. Sie wollen schließlich vor einem Match wissen, ob Sie die Figuren am Brett richtig herum aufgebaut haben und nicht erst bei Anstoß das große und schwere verkabelte Turnierbrett hektisch drehen. Genau das ist aber bei Chess.com unvermeidbar, da der Server Schwarz und Weiß zufällig verteilt und nicht wartet, bis Sie Ihr Brett richtig in Stellung gebracht haben.

Über das Schachprogramm Fritz können Sie ebenfalls auf einem DGT-Brett online spielen, auf der Plattform Playchess.de. Dort dürfen Sie nur bei ungewerteten Partien die Farbe vorab wählen (klicken Sie unten links im Fester auf „Angebot“). Für die DGT-Unterstützung müssen die Partien mindestens eine Bedenkzeit von 3+1 oder 10+0 gewähren. Im Test mussten wir allerdings lange warten, bis ein Gegner unser Partieangebot annahm.

DGT mobil

Auf Lichess.org kann man die Farbe vorab wählen und die Figuren vorher richtig aufbauen. Das klappt auch unter Android sehr gut mit der White-Pawn-App. „Chess for Android“ erlaubt Online-Partien auf FICS (Free Internet Chess Server) und ICC (Internet Chess Club). Hier kann man Farbe und Bedenkzeit auswählen, allerdings fluteten beide Server die Android-App mit Match-Anfragen, die durch Pop-up-Fenster die laufende Partie störten.

An Android-Smartphones und Tablets lassen sich DGT-Bretter per USB-C direkt ohne weitere Stromversorgung betreiben. Unter iOS klappt das bislang nicht. Eine Lösung ist für das kommende

Mobil-Brett DGT Pegasus geplant, das noch vor Weihnachten für rund 250 Euro auf den Markt kommen soll. Die zugehörige kostenlose Pegasus-App soll laut DGT später auch die bisherigen e-Boards unter Android und iOS unterstützen, um auf Lichess.org und Chess.com online spielen zu können. Ebenso arbeitet der Hersteller an einer neuen API für bisherige e-Boards, die verschiedene Betriebssysteme inklusive iOS unterstützt.

Millennium mobil

Millennium aus München bietet für seine Schachbretter ein sogenanntes ChessLink-Modul mit USB und Bluetooth an. Eine kostenlose ChessLink-App für Android und iOS erlaubt einfache Partien auf Lichess. Im Test war die Bluetooth-Verbindung schnell und stabil. Auch geschleifte Züge wurden – im Unterschied zu allen übrigen Android- und iOS-Apps – sicher erkannt. Dank der LED-Zuganzeige machten selbst 5+5-Blitz-Partien Spaß. Wir konnten sie spielen, ohne vom Brett auf einen Bildschirm schauen zu müssen.

Fritz spielt sehr gut auf DGT-Brettern und ist vollgepackt mit Spezialfunktionen, die die Bedienung allerdings etwas unübersichtlich machen.



Die White-Pawn-App für Android und iOS kommuniziert ebenfalls mit dem ChessLink-Modul. Mit ihr kann man Online-Partien auf Lichess und Offline-Spiele gegen die Schach-Engine Stockfish spielen. In der getesteten Version 1.17 kann man zwar eine komplette Stellung zum Fortführen einer Partie eingeben, bei einem Seitenwechsel von Schwarz auf Weiß blinkte das Millennium-Brett jedoch wie eine Kirmes, weil die App die Figuren auf falschen Feldern wählte.

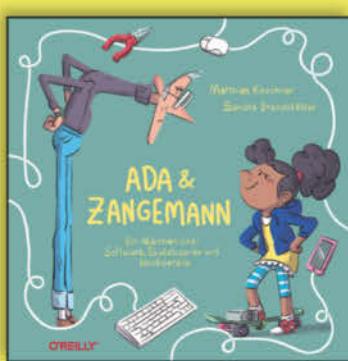
Für Offline-Partien gegen Schach-Engines greift man deshalb besser zu „Chess for Android“ oder Hiarcs für iOS und iPadOS. Auch hier sollte man die Figuren setzen und nicht über das Brett schieben.

Millennium an Desktop-PCs

Für Desktop-PCs bietet Millennium keine separaten Treiber oder Apps an, Online-Partien sind hier nicht möglich. Schachprogramme können ChessLink

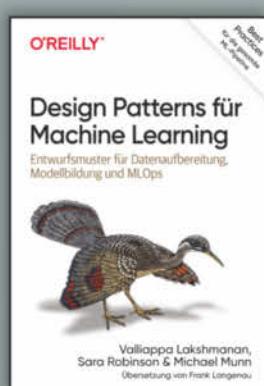
O'REILLY® Know-how für Praktiker

Noch mehr Auswahl:
www.oreilly.de

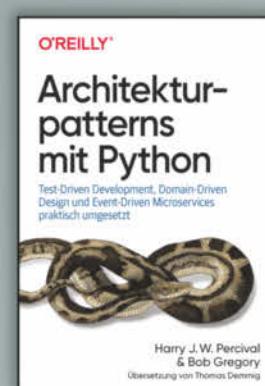


ISBN 978-3-96009-190-5
Hardcover, in Farbe, 16,90 €

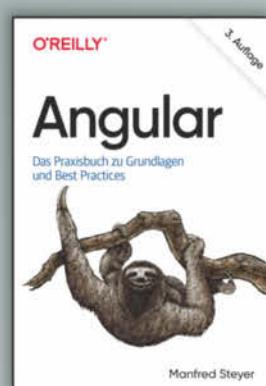
Ein modernes Märchen für Kinder ab 6 Jahren, das die Geschichte vom berühmten Erfinder Zangemann und dem Mädchen Ada, einer neugierigen Tüftlerin, erzählt. Ada beginnt mit Hard- und Software zu experimentieren und erkennt dabei, wie wichtig der eigenständige, freie Umgang mit Software für sie und andere ist. Von Matthias Kirschner, Präsident des FSFE; illustriert von Sandra Brandstätter.
Weihnachtstipp!



ISBN 978-3-96009-164-6
ab 35,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-165-3
ab 29,99 € • E-Book | Print | Bundle



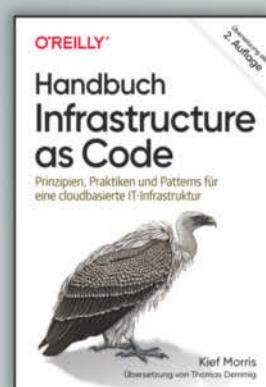
ISBN 978-3-96009-166-0
ab 27,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-162-2
ab 39,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-176-9
ab 29,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-170-7
ab 35,90 € • E-Book | Print | Bundle



Auf dem kosten- und werbefreien Online-Dienst Lichess.org können Sie Ihre Partien im Nachgang mit Stockfish analysieren.

jedoch für Offline-Partien und Spielanalysen über dessen API einbinden. Am besten funktionierte das im Test mit Hiarcs Chess Explorer (HCE). Das Programm reagierte flott und direkt auf alle Züge – auch auf geschleifte. Bei Spielanalysen sprang Hiarcs gleich in die richtige Abzweigung, wenn wir alternative Züge ausprobierten.

Für die übrigen Schachprogramme existieren bislang nur inoffizielle Treiber und Plug-ins, die noch ihre Tücken haben. Am besten funktioniert hier noch eine Windows-DLL von Graham O'Neill, die man in die Programmverzeichnisse von Shredder und Arena kopiert. Lucas Chess

bringt die Treiber von Haus aus mit, konnte aber wie bereits erwähnt keine Stellungen von Brettern importieren. In Shredder kann man mit der DLL die Seiten von Schwarz und Weiß wechseln und neue Stellungen vom Brett in die Software übergeben. Bei Arena klappte das allerdings nicht. Aquarium 2021 kommuniziert direkt über die API mit ChessLink. Im Test ließen sich aber keine Stellungen übertragen, und die LEDs zeigten Computerzüge nicht richtig an.

In Fritz lässt sich das Millennium-Brett bislang nur über die UCI-Schnittstelle für Schach-Engines einbinden. ChessLink ist dann für Fritz eine weitere Schach-

Engine, mit der die Software Züge austauscht. Das hat allerdings den Nachteil, dass man das Millennium-Brett in Fritz nur in einem Engine-Turnier, nicht aber bei normalen Analyseaufgaben nutzen kann. Ebenso lassen sich keine Züge zurücknehmen oder neue Stellungen auf dem Brett aufbauen.

Fazit

Wenn Sie gegen Computer oder menschliche Gegner online spielen wollen, hängt es vom Betriebssystem und Schachprogramm ab, welches Brett das Richtige für Sie ist. Damit Sie sich besser zurechtfinden, listen wir in der Brett-Tabelle die Schachprogramme auf, die je nach Betriebssystem am besten funktionierten.

DGT-Bretter bekommt man mit sehr schönen Holzfiguren, und sie lassen sich ohne Netzteil per USB-C an Rechner und Android-Smartphones/Tablets anschließen. Auf letzteren müssen Sie Figuren jedoch hochnehmen und absetzen, damit die Züge richtig erkannt werden. Am komfortabelsten läuft die Kombination mit Fritz unter Windows. Online-Partien klappten im Test am besten mit Lichess.org – entweder im Chrome-Browser oder auf einem Android-Smartphone mit der White-Pawn-App. Die größten Nachteile der DGT-Bretter sind, dass sie bislang unter iOS nicht laufen und es unter macOS keine passenden Offline-Schachprogramme gibt. Bei letzterem helfen auf Intel-Systemen immerhin Bootcamp oder Parallels Desktop aus, um beispielsweise Fritz in Windows zu laden.

Das Millennium-Brett ist erste Wahl, wenn Sie mit Mobilgeräten schnell auf Lichess blitzen wollen. Dank LED-Anzeige bekommt man gegnerische Züge schneller mitgeteilt als bei der Sprachausgabe oder Uhrenanzeige von DGT. Die spartanische ChessLink-App von Millennium funktioniert mit Lichess.org tadellos, andere Mobil-Apps erkennen geschleifte Züge aber noch nicht richtig. Unter Windows und macOS funktioniert Hiarcs Chess Explorer (HCE) am besten mit den Millennium-Brettern. Im Vergleich zu Fritz ist HCE übersichtlicher zu bedienen, wenn auch die Analyse- und Spielfunktionen nicht ganz so umfangreich ausfallen. Größter Nachteil ist bei Millennium, dass man an Desktop-Rechnern nicht online spielen kann und Fritz die Bretter nicht offiziell unterstützt – das gilt auch für die neue Version Fritz 18, die uns kurz vor Veröffentlichung als Beta vorlag.

Elektronische Schachbretter

Name	e-Board / Smartboard	Supreme Tournament 55
Hersteller, URL	DGT, digitalgametechnology.com	Millennium, computerchess.com
Anschlüsse	USB-C, Bluetooth (optional), Miniklinke für DGT 3000	über separates ChessLink (USB, Bluetooth)
Stromversorgung	USB-C	Netzteil, Chessvolt (optional)
Material Brett / Figuren	verschiedene Holzsorten oder Kunststoff	Walnuss-Funier / Buchsbaum, Akazie
Sensorik	LC-Schwingkreise	RFID
Feldgröße	55 mm	55 mm
PGN-Speicher	500 Züge	–
Schachcomputer	DGT Pi (optional)	Chess Classics Element (optional)
Uhr-Anbindung	DGT 3000, DGT Pi (optional)	–
Zuganzeige	DGT 3000, DGT Pi (optional)	81 LEDs
Sprachausgabe	Schach-App, DGT Pi (optional)	Schach-App
Software	Rabbit-Treiber (Windows), LiveChess (Windows, macOS, Linux), Fritz 14 (Windows)	Chesslink (Android/iOS)

App-Empfehlungen

Windows offline / online	Fritz / lichess.org (Chrome-Browser)	Hiarcs Chess Explorer / –
macOS offline / online	– / lichess.org (Chrome-Browser)	Hiarcs Chess Explorer / –
Linux offline / online	Arena / lichess.org (Chrome-Browser)	Lucas Chess R / –
Android offline / online	Chess for Android / White Pawn	Chess for Android / ChessLink
iOS offline / online	– / –	Hiarcs / ChessLink

Bewertungen und Preise

Material (Brett/Figuren)	<input type="radio"/> bis <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Zuganzeige	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
Setup	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Preis	Brett & Figuren: 280 € bis 880 €, DGT 3000: 65 €, DGT Pi: 240 €	Brett & Figuren: 775 €, ChessLink: 90 €, Chessvolt: 65 €, Chess Classics Element: 250 €
<input checked="" type="radio"/> sehr gut	<input type="radio"/> gut	<input type="radio"/> zufriedenstellend <input type="radio"/> schlecht <input type="radio"/> sehr schlecht
		<input checked="" type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden

Weil es bei der Anbindung beider Bretter zwischendurch zu Störungen kommen kann, sollten Sie das angeschlossene Smartphone, Tablet oder den Rechner stets griffbereit haben, um die Synchronisation der Stellung zu prüfen.

Elektronische Schachbretter sind derzeit offenbar so beliebt, dass die Hersteller kaum mit der Produktion hinterherkommen. Aufgrund der hohen Nachfrage dürfen jedoch immer mehr Entwickler die Bretter in ihre Schachprogramme einbau-

en, sodass die Zahl kompatibler Programme und Online-Server in den kommenden Monaten weiter steigt. (hag@ct.de) 

Schach-Apps, Treiber: ct.de/ywf1

Schach-GUIs für Desktop mit Brettunterstützung

Name	Aquarium 2021	Arena	Fritz 17 / Fritz 18 Beta	Hiarcs Chess Explorer	Lucas Chess R	Shredder
Hersteller, URL	ChessOK, Convecta Ltd., chessok.com	Martin Blume, playwitharena.de	Chessbase, chessbase.com	Mark Uniacke, hiarcs.com	Lucas Monge, lucaschess.pythonanywhere.com	Stefan Meyer-Kahlen, shredderchess.com
Version	14.0.0	3.5.1 (von 2015)	17.24 / 18.RC7	1.11	1.28a	Classic 5, Shredder 13
Betriebssysteme	Windows	Windows, Linux (Beta 3.10)	Windows	Windows, macOS	Windows, Linux	Windows, macOS, Linux, iOS, Android
Online-Server	—	—	Playchess.de (ab 3+1)	—	—	—
Engines, APIs	Rybka, Delfi, Crafti, UCI, Winboard	UCI, Winboard	Fritz, UCI	Hiarcs, UCI	UCI	Shredder, UCI, Winboard
DGT e-Board	USB/Bluetooth	Rabbit-Plugin	Rabbit-Plugin	—	Rabbit-Plugin (Version 1.51)	Rabbit-Plugin (nur Windows), Linux
schleifende Züge	✓	✓	✓	—	✓	✓
W/S-Tausch	✓	✓	✓	—	✓	✓
Stellungseingabe	✓	✓	✓	—	—	✓
Sprachausgabe	✓	✓	✓	—	—	✓
Clock-Anzeige	—	✓	✓	—	—	✓
Millennium ChessLink	USB/Bluetooth	O'Neill-DLL (USB), UCI (USB)	UCI (USB)	USB, Bluetooth	O'Neill-DLL (USB)	O'Neill-DLL (Windows, USB)
schleifende Züge	✓	✓	—	✓	✓	✓
W/S-Tausch	✓	—	—	✓	✓	✓
Stellungseingabe	—	—	—	✓	—	✓
Bewertungen und Preise						
Funktionsumfang	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕
Online-Partien	—	—	⊕	—	—	—
DGT-Support	⊕	⊕⊕	⊕⊕	—	○	⊕⊕ (Windows)
Millennium-Support	○	⊖	⊖⊖	⊕⊕	○	⊕⊕ (Windows)
Preis	20 € bis 90 €	kostenlos	80 €	60 €	kostenlos	30 € bis 100 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden

Schach-GUIs mobil/Web mit Brettunterstützung

Name	Chess for Android	ChessLink	Hiarcs	White Pawn	chess.com	lichess.org
Hersteller, URL	Aart Bik, aartbik.com	Millennium, computerchess.com	Mark Uniacke, hiarcs.com	Khadim Fall, WhitePawn.app	chess.com	Thibault Duplessis, lichess.org
Version	6.3.1	2.0.0	13.8.5	1.1.7	4.3.5	7.13.1
Betriebssysteme	Android	Android, iOS	iOS, iPadOS	Android, iOS	Android, iOS, Web	Android, iOS, Web
Onlineserver	FICS, ICC (dauernde Connect-Anfragen)	lichess.org (ab 5+5 oder 8+0)	—	WhitePawn, lichess.org (ab 5+5 oder 8+0)	chess.com	lichess.org (ab 5+5 oder 8+0)
Engines, APIs	UCI, Winboard, Xboard, OEX	—	Hiarcs	Stockfish, OEX (nur Android)	Stockfish, Komodo	Stockfish
DGT e-Board	USB, Bluetooth	—	—	nur Android (USB, Bluetooth)	LiveChess (Web)	LiveChess (Web)
schleifende Züge	—	—	—	—	—	—
W/S-Tausch	✓	—	—	✓	—	✓
Stellungseingabe	✓	—	—	✓	—	—
Sprachausgabe	✓	—	—	✓	✓ (Chrome-Plug-in)	✓
Clock-Anzeige	✓	—	—	✓	—	—
Millennium ChessLink	Bluetooth	USB, Bluetooth	USB, Bluetooth	USB, Bluetooth	nur Android (Bluetooth)	—
schleifende Züge	—	✓	—	—	—	—
W/S-Tausch	✓	✓	✓	—	—	—
Stellungseingabe	✓	—	✓	✓	—	—
Bewertungen und Preise						
Funktionsumfang	⊕	⊖⊖	○	⊖	⊕	⊕
Online-Partien	⊖	⊕⊕	—	⊕	○	⊕⊕
DGT-Support	⊕	—	—	⊕ (Android)	⊖	○ (Web)
Millennium-Support	⊕	⊕⊕	⊕	○	⊖	—
Preis	kostenlos	kostenlos	10 Euro	kostenlos	kostenlos, 5 bis 13 €/Monat	kostenlos

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden



Bild: Thomas Kuhlenbeck

Unterschrieben und besiegelt

Dienste für private und geschäftliche digitale Fernsignaturen

Schriftliche Äußerungen werden durch eine Unterschrift verbindlich – durch Tinte auf dem Papier oder durch eine digitale Signatur. Doch so schnell ein Dokument am PC verfasst und per E-Mail verschickt ist, so mühsam war es bisher, das auch digital zu unterzeichnen. Heute geht das nahtlos mit den Diensten aus diesem Test.

Von Hans-Peter Schüler

Wir stellen die besten Lösungen für digitale Unterschriften vor, die ohne spezielle Hardware und kommerzielle Zertifikate bei Geschäftspartnern auskommen. Wir haben nur Kandidaten getestet, die den Anforderungen der DSGVO entsprechen: Adobe sign, dvelop sign, FP-Sign, Scrive, Signius Professional und Harmony sowie Skribble. Mit diesen Diensten und Portalen lassen sich Unterlagen zur rechtskräftigen Online-Unterschrift für beliebige Unterzeichner vorlegen und digital weiterverarbeiten.

Ausgeklammert haben wir den Dienst inSign der IS AG, die für fortgeschrittene Signaturen ein spezielles Verfahren mit biometrischer Schrifterfassung ohne Zertifikate verwendet. Dieser Ansatz hat so viele Besonderheiten, dass wir darauf in einem der kommenden Hefte gesondert eingehen werden.

Eine digitale Unterschrift soll das unterzeichnete Dokument nachweislich vor unbemerkten Veränderungen schützen. In der richtigen Variante gewährleistet sie außerdem, dass etwa ein unterschriebener Vertrag auch als solcher anerkannt wird. Verglichen mit konventionellen Unterschriften haben die elektronischen Absegnungen drei Vorteile:

- Elektronische Unterschriften lassen sich nur mit extremem Aufwand fälschen.
- Auch wenn sich die Partner nicht persönlich gegenübersetzen, braucht der Ablauf von Dokumentenvorlage, Unterzeichnung und Rücksendung nicht mehrere Tage für den doppelten Postweg, sondern im Idealfall nur Minuten.
- Je nach gewählter Form garantiert eine elektronische Unterschrift die Authentizität des Unterzeichners so zuverlässig, dass Dokumente auch zur digitalen Vorlage bei Behörden taugen.

Einige Anbieter von Signaturdiensten differenzieren sprachlich zwischen elektronischen und digitalen Signaturen. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird eine Signatur ohne Angaben zur Identität des Unterzeichners als einfache elektronische Signatur (EES) bezeichnet. Anders als ein „nur“ elektronisch unterschriebenes Dokument oder ein mit „Doktorschrift“ unterzeichnetes Blatt Papier offenbart ein digital signiertes Schriftstück auch, wer da unterzeichnet hat. Digitale Unterschriften gibt es in den Varianten FES und QES. Bei einer fortgeschrittenen elektronischen Signatur (FES) stammt die maßgebliche Information typischerweise aus einem fälschungssicheren Zertifikat mit dem Namen des Unterzeichners. Das gilt auch für eine qualifizierte elektronische Signatur (QES), doch bei dieser muss außerdem ein Trust Center aus der europäischen Zulassungsliste EUTL gewährleisten, dass das Zertifikat tatsächlich für die angegebene Person ausgestellt worden ist.

FES und QES können die Unterschrift auf einem physischen Dokument in unterschiedlichen Situationen ersetzen: Etwa für zivilrechtliche Vereinbarungen werden digitale Unterlagen mit einer FES genauso anerkannt wie herkömmliche Unterlagen. Im Streitfall dient die Unterschrift als Anscheinsbeweis und wird nachträglich bewertet. Wenn dagegen vom Gesetz eine Vorlage in Schriftform verlangt wird, taugt als Ersatz nur ein digitales Dokument mit QES. Danach, wie sie zustande kommt, ähnelt eine QES einer notariellen Beglaubigung; trotzdem erfordern manche Anlässe wie der Verkauf einer Immobilie, dass die Beteiligten persönlich bei einem Notar erscheinen. Auch in bestimmten anderen Fällen, die ohne Notar auskommen, werden keine digitalen Unterlagen akzeptiert, etwa für Bürgschaftserklärungen oder zur Kündigung von Arbeitsverhältnissen.

Qualifizierte Signaturen sind immer, fortgeschritten normalerweise (mit der Ausnahme von Siegelsignaturen, mehr dazu weiter unten) an natürliche Personen gebunden.

Massentauglich

Unterschreibbare Dokumente lassen sich in den Formaten PDF sowie den aktuellen Formaten von MS Office und LibreOffice erzeugen. Für den universellen Einsatz empfiehlt sich aber nur PDF; unterschriebene Formulare in anderen Formaten sind entweder nur mit MS Office oder mit

LibreOffice verwendbar. Um ein Dokument für den Empfänger unterschreibbar zu machen, platziert man darauf ein Unterschriftsfeld. Dieses nimmt beim Unterzeichnen die unsichtbare digitale Signatur auf und außerdem eine Grafik mit dem Namenszug des Unterzeichners. Die Grafik kann aus einer echten Stifteingabe resultieren oder den Namen des Unterzeichners symbolisch in einem handschriftähnlichen Font darstellen. Sie dient ausschließlich zur Visualisierung.

Die Voraussetzungen zum Leisten einer digitalen Unterschrift waren bislang ein Hindernis für deren breite Akzeptanz. Typischerweise bauen diese Unterschriften auf Zertifikate und/oder Chipkarten samt unterstütztem Lesegerät, die man zusätzlich beschaffen und bezahlen muss. Mit unseren Testkandidaten aufbereitete Unterlagen kann dagegen Jedermann entweder auf einem Webportal oder per Webdienst unterzeichnen – das heißt, er beauftragt einen Dienstleister, in seinem Namen eine digitale Unterschrift unter das jeweils vorgelegte Dokument zu setzen.

Dabei muss sich der Dienstleister sicher sein, dass der Auftrag wirklich vom Unterzeichner kommt und nicht von einem kriminellen Doppelgänger. Diese Sicherheit verschafft sich der Dienstleister über zwei Arbeitsschritte. Der erste ist ein einmaliges sogenanntes Onboarding. Darin prüft er die Identität seines Auftraggebers und legt ein Zertifikat – einen fälschungssicheren Datensatz zu dieser Person – an. Der zweite Schritt ist die bei jedem Unterschriftvorgang erforderliche sichere Anmeldung. Damit bestätigt der Unterzeichner dem Dienstleister, dass dieser das betreffende Zertifikat in seinem Namen verwenden darf.

Eine besondere Form der digitalen Unterschrift ist die sogenannte Siegelsignatur. Sie beweist nur, dass das besiegelte

Dokument von einem Zeichnungsberechtigten der bezeichneten Firma oder Dienststelle stammt. Ein konkreter Sachbearbeiter muss sich darin nicht verewigen.

Identitäts-Check

Für das angesprochene Onboarding gibt es mehrere Möglichkeiten, von denen nicht jeder Signaturanbieter alle unterstützt: Man kann sich dafür online mit seinem Personalausweis ausweisen – entweder mit dem Smartphone und der App zum digitalen Ausweis, oder in einer Videositzung.

Bei diesem sogenannten Video-Ident vergleicht ein Mitarbeiter des Signaturanbieters einen gültigen Lichtbildausweis mit dem Videobild des Antragsstellers. Nach unseren Erfahrungen ist das Verfahren durchaus praktikabel. Es erfordert hohe Konzentration und meist mehrere Anläufe, kann aber in einer Viertelstunde über die Bühne gehen. Alternativ kann man sich mithilfe seines digitalen Bankzugangs ausweisen, indem man darüber einen symbolischen Betrag an eine festgelegte Zieladresse überweist. Wenn das gelingt, übernimmt der Signaturanbieter die von der Bank geprüften Angaben zum Kontoinhaber.

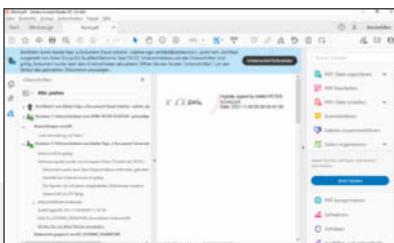
Mit den genannten Methoden lassen sich auch Nachweise über einen Identitäts-Provider wie Verimi oder den Dienst Sign-me der Bundesdruckerei bewerkstelligen. Mit einer so bestätigten Identität gelingen spätere Onboardings in wenigen Mausklicks.

Unterzeichnen

Digitale Unterschriften schützen mit kryptografischen Verfahren sowohl den Inhalt des signierten Dokuments als auch – so weit vorhanden – die Angaben zum Unterzeichner vor nachträglichen Änderungen. Wohlgemerkt: Trotz digitaler Unterschrift bleibt das Dokument für Jedermann lesbar, sofern es nicht zusätzlich verschlüsselt



Bei der Online-Identifikation per Videositzung wird außer dem Konterfei des Anwenders dessen Lichtbildausweis aus vielen Perspektiven betrachtet.



Adobe Sign

Der Dienst Adobe Sign des PDF-Erfinners bietet sich als naheliegender Kandidat für digitale Signaturen an. Mit der Komponente der Acrobat-Plattform lassen sich Dokumente auf einer eigenständigen, im EU-Gebiet gehosteten Infrastruktur digital unterschreiben. Verfasser von Dokumenten können einfache Signaturen ohne aufwendiges Onboarding erstellen. Zusätzlich gibt es die Option, sich für fortgeschrittene und qualifizierte Signaturen bei einem von mehreren Trust Centern zu registrieren und sich mit einem Onboarding dort auszuweisen. Selbst für einfache Signaturen ohne namentlich ausgewiesenen Unterzeichner liefert Adobe Sign ein per Trust Center qualifiziertes Siegel, das die Unversehrtheit des Dokuments noch sicherer gewährleistet als andere Siegel, die lediglich vom Signaturdienstleister zertifiziert sind.

Partnern, die ebenfalls unterschreiben sollen, schickt der Dienst per E-Mail und optional weitere Authentifizierungsfaktoren wie SMS-TAN oder Abfrage einer Ausweisnummer einen Link zum betreffenden Dokument. Der Verfasser kann vorgeben, über welche Trust Center sich der Unterzeichner ausweisen kann; andere Dienste kooperieren jeweils nur mit einem Trust Center. Adressaten, die bei keinem der vorgesehenen Trustcenter registriert sind, werden zum Onboarding bei einem dieser Center aufgefordert. Kosten dafür rechnet Adobe mit dem Sign-Abonnenten ab. Die Prozedur verlief im Test jedoch über viele Zwischenschritte und erschien uns vergleichsweise umständlich.

- ⬆️ in Adobe Acrobat integriert
- ⬆️ wählbare Trust Center
- ⬇️ umständliche Registrierung

Preis: 17,84 Euro / Monat (für Einzelanwender)



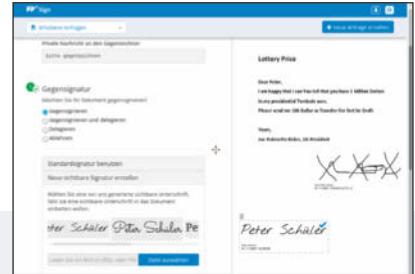
d.velop sign

d.velop sign ist die auch einzeln verfügbare Signaturkomponente des cloud-gestützten Dokumentenmanagementsystems d.velop documents. Zum Anbringen qualifizierter digitaler Unterschriften und fürs Onboarding von Anwendern nutzt sie in Eigenregie den Dienst Sign-me der Bundesdruckerei. Außerdem bietet die Firma Siegelsignaturen an, die sich ohne aufwendiges Onboarding nutzen lassen, wenn man nur auf die vom Dokumentenurheber genannte E-Mail-Adresse zugreifen kann. Um eine solche Unterschrift zu erhalten, unterrichtet der Urheber den Unterzeichner per E-Mail und teilt ihm optional ein Passwort mit, damit dieser das betreffende Dokument auf dem Server sichten und unterzeichnen kann.

Die Software organisiert hochgeladene Dokumente auf einem Portal, wo man sie mit Unterschriftfeldern versehen und von wo man anschließend die vorgesehenen Unterzeichner benachrichtigen kann. Die Dokumente stehen auf dem Portal für maximal 12 Monate zum Sichten, Signieren und für weitere Arbeitsschritte bereit, sofern man nicht zusätzlich das Dokumentenmanagement von d.velop nutzt. Neue Anwender von d.velop sign bekommen auf Anhieb ein Dashboard zu sehen, das über signierte Dokumente, Vorlagen zur Unterschrift und weitere Aufgaben informiert. Hinter diesen Stichpunkten kommen reichhaltige Verwaltungs- und Workflowfunktionen sowie Layoutoptionen für Unterschriftvorlagen zum Vorschein, für die d.velop ausführliche Online-Anleitungen bereitstellt.

- ⬆️ umfangreiche Workflow-Funktionen
- ⬆️ ausführliche Anleitungen
- ⬇️ Authentifizierung kostenpflichtig

Preis: ab 180 Euro / Jahr (bis zu 60 Signaturen) (auf Anfrage)



FP-Sign

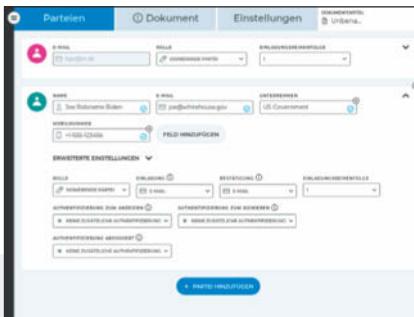
Der Dienst FP-Sign kommt ohne aufwendiges Onboarding aus, stellt in dieser Konstellation aber für jeden Anwender nur Siegelsignaturen mit seinem Namen aus. Diese gewährleisten zwar den Ursprung bei FP-Sign, geben aber wenig Sicherheit über die Identität des Anwenders. Das gilt gleichermaßen für den Urheber eines Dokuments, der sich beim Anbieter Mentana Claimsoft registriert haben muss, wie für aufgerufene Unterzeichner. Sowie man ein PDF- oder MS-Office-Dokument hochgeladen und einen oder mehrere Unterzeichner festgelegt hat, kann man die Anfrage absenden. Die Software wandelt die Vorlage, sofern erforderlich, in ein PDF-Dokument um, benachrichtigt dann jeden Partner und schickt ihm einen Link, über den er sich mit einem individuellen Passwort anmelden und die gewünschten Unterschriften leisten kann. Erstbenutzer erhalten mit dieser Mail ein temporäres Passwort.

Jeder Anwender kann auf seiner Profilseite einen Stellvertreter festlegen und bekommt außerdem eine Statistik aufgezeigt, wie viele Signaturen er mit dem Dienst angefordert und erhalten hat, und wie viele davon noch ausstehen, geleistet oder verweigert worden sind.

Um ein Dokument mit FP-Sign qualifiziert zu signieren, muss man sich über einen der Identitätsdienste Sign-me oder Swisscom ausweisen und dafür zuerst ein Onboarding bei diesem Dienstleister absolvieren.

- ⬆️ elegante Bedienführung
- ⬆️ prägnante Antwortstatistik
- ⬇️ begrenztes Signaturangebot

Preis: 19,95 Euro / Monat und Nutzer, QES exklusive



Scrive

Nutzer des schwedischen Diensts Scribe kommen auf zweierlei Arten zu signierten Dokumenten: Über Scribe online können sie PDF-Dokumente hochladen und auf dem Server per Webbrowser um ein oder mehrere Unterschriftfelder ergänzen. Alternativ können sie bei Scribe go mit einem virtuellen Drucker oder einem MS-Office-Plug-in druckbare Dateien in signierbare PDF-Dokumente verwandeln, die automatisch ebenfalls auf den Server hochgeladen werden. Sowie ein Dokument fertig aufbereitet ist, kann der Signierungsprozess gestartet werden. Die beteiligten Partner erhalten dann E-Mails mit der Aufforderung zum Unterzeichnen des Dokuments.

Fürs unverzichtbare Onboarding baut Scribe als eine Alternative zu Videositzungen auf die Identitätskontrolle durch Banken. Man überweist dazu per Software einen symbolischen Cent-Betrag. Bis auf wenige gelistete Institute unterstützen diesen Weg laut Scribe alle europäischen Banken.

Die Optionen, Unterschriftfelder auf einem Dokument zu layouten, fanden wir etwas weniger reichhaltig als bei anderen Diensten. Dokumente bleiben nach der Unterzeichnung standardmäßig auf dem Server erhalten, sodass sich der Fortschritt des Workflows dort beobachten und auch nachträglich überprüfen lässt. Außerdem werden die Abläufe unabhängig von einer extern gehosteten Blockchain archiviert, die nachträgliche Manipulationen und das Entfernen von Aufzeichnungen auch dann ausschließt, wenn Scribe den Dienst einstellen sollte.

- ⬆️ einfaches Onboarding und Signieren
 - ⬆️ sichere Archivierung
 - ⬇️ mäßig vielseitiges Signaturlayout
- Preis: ab 15 Euro / Monat und Nutzer



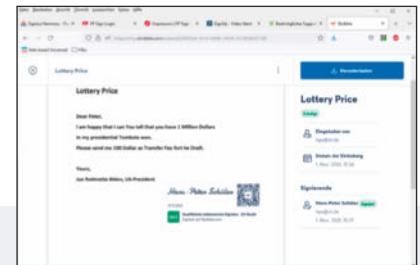
Signius Professional / Harmony

Der Dienst Signius baut bei seinem in c't 21/2021, S. 82 vorgestellten Webdienst Signius Professional ebenso wie bei dem Hybridsystem Harmony auf eigene Routinen fürs Onboarding seiner Nutzer. Außer mit dem Dienst Verimi kann man sich über eine hauseigene App direkt mit seinem elektronischen Personalausweis identifizieren oder in einer Videositzung mit einem Signius-Mitarbeiter.

Signius Harmony, das wir uns in einer Vorabversion für Windows ansehen konnten, errechnet den benötigten Hash lokal und lädt nur diesen zum Signius-Server. Der erzeugt daraus und aus den bei ihm hinterlegten, durchs Onboarding zertifizierten Angaben des Benutzers dessen digitale Unterschrift für das Dokument. Diese liefert er dann ans lokale Programm zurück und die Signius-Software bindet sie auf dem Anwender-Rechner ins zugehörige Dokument ein. So muss das Dokument den Rechner des Verfassers zumindest für dessen Unterschrift nicht verlassen – praktisch etwa für elektronische Rechnungen, die niemand gegenzeichnen muss. Signius offeriert keinen grafischen Dokumenteditor, mit dem man die digitalen Unterschriften auch mit visuellen Namenszügen ergänzen könnte.

Wenn Partner nacheinander unterzeichnen sollen, informiert Signius Professional diese nach der Reihenfolge der Unterschriftfelder.

- ⬆️ schnörkelloses Onboarding
 - ⬆️ Dokumentenupload vermeidbar
 - ⬇️ keine Workflows bei Harmony
- Preis: ab 5 Euro / Monat bis 10 FES



Skribble

Sobald man bei diesem schweizerischen Dienst ein Konto eingerichtet hat, kann man damit einfache elektronische Unterschriften leisten und außerdem per Mausklick die Erhöhung des Sicherheitsstandards auf das Niveau einer fortgeschrittenen oder qualifizierten Signatur veranlassen. Um das Niveau einer qualifizierten elektronischen Signatur zu erschließen, erfragt die Software von neuen Nutzern die Ausweisdaten, Handynummer und eine Bankverbindung, die sie mit der angegebenen Bank abgleicht. Außerdem instruiert sie den Benutzer, ein Konto beim ID-Provider Swiss Trust einzurichten und über den Dienst Klarna 10 Cent digital zu überweisen. Nach etwa 10 Minuten hatten wir das erledigt und konnten ein erstes Dokument qualifiziert signieren. Der Prozess ging leichter über die Bühne als die auch hier wählbare Video-Identifikation. Für die Unterschrift benötigt man jeweils die Logindaten für Swiss Trust und eine per SMS zugestellte TAN.

Anwender können ihre Unterschrift auf Dokumenten mit etwas zusätzlichem Text ergänzen und den Handschrift-ähnlichen symbolischen Namenszug durch eine authentische Bilddatei ersetzen. Weitere Optionen wie zum Delegieren einer Unterschrift fanden wir erst nach einem Hersteller-Hinweis.

Der Skribble-Server sortiert hochgeladene Dokumente nach ihrem Unterschriftenstatus. Für jedes Dokument listet er die Daten der Unterschrift-Vorlage und Unterschrift.

- ⬆️ QES in kleiner Zahl kostenlos
 - ⬆️ einfach erstellbare Formulare
 - ⬇️ Signier-Optionen wenig augenfällig
- Preis: ab 1,10 Euro / FES

Fachbegriffe

Begriff	Erklärung
EES	Einfache elektronische Signatur, mitunter als „elektronische Signatur“ bezeichnet. Sie schützt Dokumente vor Manipulation, gibt aber keinen Hinweis auf die Identität des Unterzeichners.
FES	Fortgeschritten elektronische Signatur. Sie schützt das Dokument und identifiziert den Unterzeichner.
QES	Qualifizierte elektronische Signatur. Sie entspricht der FES, ist aber zusätzlich durch ein Trust Center beglaubigt.
Siegelsignatur	Signatur, die ohne gesicherte Angabe einer Person eine ausstellende Firma oder Behörde identifiziert
eIDAS	EU-Verordnung 910/2014 über elektronische ID- und Authentifizierungs-Services
EUTL	European Union Trusted List, Liste in der EU zugelassener Trust Center

selt oder auf einem Server per Passwort geschützt wird. Die Authentizität eines unterschriebenen Dokuments hängt von zwei Voraussetzungen ab: davon, dass niemand unberechtigten Zugriff auf die verwendeten kryptografischen Schlüssel erhält, und dass sich die Zugehörigkeit der Unterschrift zum Unterzeichner prüfen lässt. Ein verbreiteter Angriff besteht darin, ein Dokument etwa bei der Zustellung per E-Mail abzufangen, eine Kopie mit gefälschtem Inhalt anzufertigen und diese mit einer echt anmutenden, aber nicht zum wahren Urheber gehörigen Unterschrift zu signieren. Das lässt sich dadurch verhindern, dass man der Unterschrift ansehen kann, wer für die Identität des Unterzeichners geradestehet.

Das digitale Unterzeichnen funktioniert im Grundsatz immer gleich: Aus dem Dokument wird ein Hash errechnet, der sich bei jeder nachträglichen Veränderung ebenfalls ändern würde. Zum Unterzeichnen benötigt der Unterzeichner ein Schlüsselpaar. Was mit einem der beiden Schlüssel chiffriert worden ist, lässt sich nur mit dem jeweils anderen Schlüssel dieses Paares entziffern. Einen dieser Schlüssel hält der Besitzer unter Verschluss, den anderen veröffentlicht er. Der öffentliche Schlüssel ist Bestandteil eines Zertifikats, das außerdem Informationen über die Identität des Inhabers enthält. Mit dem geheimen Schlüssel, auf den nur er selbst zugreifen kann, kodiert der Zertifikat-Besitzer den Hashwert des Dokuments sowie die Personenangaben und hängt das Ergebnis zusammen mit dem öffentlichen Gegenstück aus seinem Schlüsselpaar typischerweise ans Dokument an.

Um die Unversehrtheit des Dokuments zu prüfen, öffnet der Empfänger es mit einem geeigneten Dateibetrachter wie

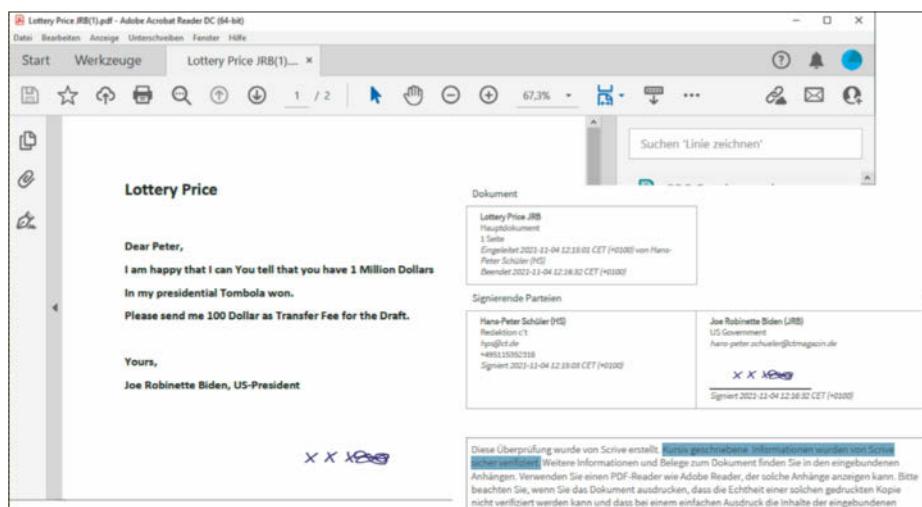
dem Adobe Reader. Der entschlüsselt unter Verwendung des mitgelieferten öffentlichen Schlüssels die Angabe des Unterzeichners und den mitgelieferten Hash. Außerdem errechnet er seinerseits einen Hash für das geöffnete Dokument. Wurde dieses nach der Unterzeichnung verändert, unterscheiden sich aktueller und mitgeschickter Hashwert, und der Dateibetrachter erkennt die Unterschrift als ungültig. Ein Fälscher, der den geheimen Schlüssel des Unterzeichners nicht kennt, kann weder den veränderten Hashwert noch die Angabe des Unterzeichners so verschlüsseln, dass er sich mit dem enthaltenen öffentlichen Schlüssel rekonstruieren lässt. So ist es dem Betrüger auch nicht möglich, daraus eine gefälschte Unterschrift zu erzeugen; er kann schlimmstenfalls die ganze Unterschrift entfernen und durch eine fingierte ersetzen, die aber durch den Signierdienst nicht als authentisch ausgewiesen wird.

Das Zertifikat mit den Angaben zum Unterzeichner verweist außerdem fälschungssicher auf die Instanz, die es ausgestellt hat – im genannten Szenario auf den Signaturdienstleister oder auf den Angreifer. Den enthaltenen Angaben kann man nur dann trauen, wenn man auch dieser Instanz vertraut. Wichtig ist, wie gut diese Instanz geprüft hat, dass der Unterzeichner auch wirklich die Person ist, deren Namen in der Unterschrift auftaucht. Bei Verfahren, die bei einem Unterzeichner nur die E-Mail-Adresse und optional ein Passwort abfragen, resultiert in der Regel eine Siegelsignatur. Der kann man die ausstellende Instanz, zum Bei-

spiel den Dienstleister entnehmen, aber wie sorgfältig der die Authentizität des Unterzeichners geprüft hat, erkennt man als Dokumentenempfänger nicht. Bei der Prüfung einer solchen Signatur wird typischerweise nur die E-Mail-Adresse des Unterzeichners als gesichert ausgewiesen, nicht aber dessen Name. Die namentliche Identität des Unterzeichners bestätigt ein seriöser Aussteller nur nach einer gründlicheren Prüfung durch ein Onboarding. Bei einer qualifizierten Signatur muss die Identität – ebenfalls nach Onboarding – durch ein Trust Center aus der EUTL-Liste überprüft und durch dessen Zertifikat bestätigt werden.

Den ersten Schritt, die Errechnung eines Hashwerts, kann theoretisch die Software beim Anwender übernehmen. Signius Harmony macht davon Gebrauch, indem es den Hash lokal beim Anwender ermittelt und nach sicherer Anmeldung des Nutzers auf den Signius-Server hochlädt. Dort entsteht aus dem Hash und den Angaben zum Anwender eine digitale Signatur. Diese wird zum Client heruntergeladen, und der bindet sie ins zugehörige Dokument ein.

Die meisten Signaturanbieter errechnen aber den erforderlichen Hash in der Cloud mit ihrer eigenen Software. Das bedeutet, dass der Anwender das komplette Dokument hochladen muss, oder dass er es von vornherein auf dem Portal erstellt. Geschäftsleute müssen beim Einsatz dieser Dienste gemäß der DSGVO einen Vertrag zur Auftragsdatenverarbeitung mit dem Signaturanbieter abschließen. Außerdem dürfen die Daten ausschließlich



Die Unterschrift sagt: Joe Biden, doch im Prüfbericht bestätigt der Signaturdienst Scrite nur die E-Mail-Adresse der Unterzeichner, nicht deren Namen. Ob der Tombolagewinn trotzdem echt ist?

in Ländern mit ausreichenden Datenschutzbestimmungen gespeichert und verarbeitet werden, also zum Beispiel nicht in den USA.

Arbeitsabläufe

Signaturanbieter binden Unterschriftfelder fast immer in PDF-Dokumente ein. Ausnahmen für signierte MS-Office-Dokumente oder branchenspezifische Formulare kennen wir nur im Zusammenhang mit maßgeschneiderten Unternehmenslösungen.

Editoren, mit denen man auf einem Portal Unterschriftfelder anlegt, geben dem Anwender einige Stellschrauben für die geplanten Abläufe an die Hand – zum Beispiel dazu, ob nur bestimmte Personen unterzeichnen dürfen, ob der Empfänger eines Dokuments die Aufforderung zur Unterschrift delegieren darf, oder ob etwa die Unterschrift eines Vorstands die von mehreren weniger hoch gestellten Sachbearbeitern ersetzen kann.

Anbieter wie d.velop oder Scrive stellen Dokumente nach der Signierung im Namen des Hochladers standardmäßig in ein Managementportal und schicken zusätzliche Kopien an Empfänger, die als Gegenzeichner vermerkt sind. Diese Part-

ner können dann ebenfalls auf dem Portal unterschreiben.

Zulieferer, die nur digitale Unterschriften auf ihren Rechnungen an einen Großkunden benötigen, können sich den Aufwand mit einem separaten Dokumentenportal ersparen. In diesem Fall ist es für den Empfänger besonders wichtig, sich die Herkunft der Unterschrift anzeigen zu lassen.

Wenn dagegen mehrere Unterschriften für ein Dokument ins Spiel kommen, macht sich ein solches Portal schnell bezahlt: Dann müssen sich Partner keine unvollständig unterschriebenen Dokumente zum Gegenzeichnen zuschicken, sondern können ihre Unterschriften alle auf derselben Dokumentkopie leisten. Die Kosten für solche angeforderten Unterschriften trägt in diesen Fällen der Urheber des Formulars. Allerdings muss jeder Partner vor der Unterschrift ein Onboarding beim Portalanbieter hinter sich gebracht haben, damit dieser die Identitäten aller Unterzeichner bestätigen kann.

Auf dem Portal ist der Status des Dokuments für berechtigte Nutzer jederzeit ersichtlich, und außerdem erstellt die Portalsoftware einen sogenannten Audit Trail, der jeden Arbeitsschritt mitsamt Zeitstempeln fälschungssicher belegt.

Fazit

Die Zeiten, in denen man digital nur mit Expertenwissen und speziellem Equipment unterzeichnen konnte, sind vorbei. Moderne Dienste funktionieren universell, komfortabel und ohne Medienbruch für die Identitätsprüfung. Abgesehen vom brandneuen Signius Harmony, mit dem sich Dokumente auch ohne kompletten Upload in die Cloud signieren lassen, verarbeiten alle Dienste nur Unterlagen, die man zuvor in der Cloud deponiert hat. Sind mehrere Unterschriften für ein Dokument vorgesehen, lässt sich der Fortschritt des Ablaufs bei d.velop sign und Scrive besonders prägnant verfolgen. Signius gefiel uns außerdem durch die schnörkellos in Eigenregie abgewickelten Onboardings, Adobe Sign durch die breite Auswahl akzeptierter Trust Center.

Darüber hinaus unterscheiden sich die Testkandidaten durch ihre Preismodelle; Skribble offeriert sogar bis zu zwei kostenlose qualifizierte Signaturen pro Jahr – ideal für Privatleute, die nur ausnahmsweise einmal eine solche Signatur benötigen.

(hps@ct.de) ct

Im Text erwähnte Links: ct.de/yu6x

Signerdienste

Dienst	Adobe Sign	d.velop sign	FP Sign	Scrive	Signius Professional / Harmony	Skribble
Anbieter, URL	Adobe, adobe.com/de/sign	d.velop, d-velop.com	FP Mentana-Claimsoft, fp-sign.com	Scrive, scrive.com	Signius, signius.eu	Skribble, skribble.com
Dokumente						
signierbare Objekte	PDF	PDF bis 50 Mbyte, XML	Word, Excel als PDF; PDF bis 25 MByte	druckbare Dateien als PDF; PDF bis 10 MByte	druckbare Dateien als PDF; PDF bis 10 MByte	Google Docs und Word als PDF; PDF bis 40 MByte
Auswahl	Upload	Upload	Upload	Upload, MS-Office-Plug-in oder virt. Drucker	Upload, MS-Office-Plug-in oder virt. Drucker	Upload
Ort der Unterzeichnung	Portal	Portal	Portal	Portal	Portal	Portal
Unterschriften						
Nutzer-Authentifizierung	per E-Mail und Passwort für EES, für FES und QES über wählbare Trust Center	Ausweis-App, Sign me (Bundesdruckerei)	E-Mail-Adresse (Siegel) / Sign me (Bundesdruckerei) oder Swisscom	Verimi, Banküberweisung (eID Hub)	Ausweis-App, Verimi, Video	Banküberweisung, Verimi, Video
fortgeschr./qualif. Signatur	✓ / ✓	✓ / ✓	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Schriftzug	authentisch	authentisch oder symbolisch	authentisch oder symbolisch	-	-	authentisch oder symbolisch
Zeitstempel / Audit Trail	✓ / ✓	✓ /	✓ / -	✓ (+ Blockchain)	✓	✓ / ✓
Identitätsprüfung f. FES / QES	Onboarding des Trust Centers	E-Mail-Adresse (Siegel) / Onboarding (FES, QES)	E-Mail-Adresse (Siegel) / Onboarding	Onboarding / Onboarding	Onboarding / Onboarding	Onboarding / Onboarding
Datenschutz						
exponierte Daten	komplettes Dokument	komplettes Dokument	komplettes Dokument	komplettes Dokument	komplettes Dokument / nur Hash (Harmony)	komplettes Dokument
Speicherort	unbestimmt	Deutschland	Deutschland	EU-Gebiet	Deutschland	Schweiz
Bewertungen						
Signaturen	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊕
Authentifizierungen	⊕	○	⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Dokumentenumgang	○	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕
Preismodell u. Preise	17,84 € / Monat (für Personen)	29,90 € / Monat bis 120 QES / Jahr (kleinere Kontingente auf Anfrage) + 10 € / Authentifizierung	Business: 19,95 € / User u. Monat; QES gegen Aufpreis	Essential: 15 € / Monat und Anwender Business: 30 € / Monat und Anwender	5 € / Monat bis 10 FES; 9 € / Monat bis 50 FES; 7 € / 5 QES	ostenlos (max. 2 QES / Monat), darüber hinaus 1,10, 1,90 oder 2,40 je EES, FES oder QES

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ verfügbar – nicht verfügbar



Robogarten 365

Ein Jahr gärtnern mit dem FarmBot

Wer sich vom FarmBot bei der Gartenarbeit helfen lässt, ist ein „Early Adopter“. Als Früh-einsteiger in die Technik des Robotergärtnerns haben wir nach einem Jahr einiges zu erzählen.

Von Pina Merkert

Ein Gemüsegarten macht richtig Arbeit. Selbstgezogenes Gemüse ist aber auch großartig, weil es saftig ist, unberührt von Giften und nachhaltig, weil es nicht um die halbe Welt verschifft wird. Der FarmBot versprach, uns die häufigsten Arbeiten abzunehmen, wofür wir nur einen riesigen Bausatz mit Schrittmotoren, Aluprofilen

und Energieketten zusammenschrauben mussten [1]. Für c't-Redakteure ein unverstehliches Angebot! Wer nicht ganz so gern bastelt, kann bei einer rationalen Abwägung aber durchaus zu einem anderen Ergebnis kommen [2].

Umso wichtiger ist es da, unsere Erfahrungen zusammen mit dem Boden im Hochbeet sacken zu lassen. Wir haben in einem Jahr mit dem FarmBot nämlich Freude und Leid erlebt, was sowohl für als auch gegen einen Cyber-Garten spricht.

Vollschrift-Nervensäge

Unser FarmBot steht in einem ruhigen Vorort, umringt von wohlwollenden Nach-

barn, die alle keine Terrasse in Richtung unseres Gartens haben. Woher wir das wissen, obwohl wir teilweise von dichten Hecken umwuchert werden? Die Nachbarn sind nicht mit Fackeln und Mistgabeln bei uns aufgetaucht, nachdem wir dem FarmBot eine Jätsequenz programmiert hatten [3].

Die Schrittmotortreiber auf dem Farmduino 1.5 waren nämlich im Vollschriftmodus konfiguriert und sangen das Lied vom letzten Nerv (ein metallisch-disharmonischer Ton), wenn die Z-Achse im Schneckentempo hoch- und runterfuhr. Das Gestocher vom Jätprogramm war nämlich nicht sonderlich effektiv, was wir mit mehr Stochern auszugleichen versuchten.

Frisch aus
c't Nerdistan

Die Erfahrung gipfelte bei einem sommerlichen Familienbesuch mit Kuchen auf der Terrasse: Die Gäste wollten die Kuriosität auf dem Hochbeet natürlich in Aktion sehen und so ließen wir den FarmBot jäten. Die ersten zwei Minuten fanden alle die Darbietung toll. Danach wechselte das Thema, während die Kulisse aus unmelodischem Schrittmotor-Singsang blieb. Während die Mienen sich immer gequälter eintrübten, überprüften wir noch mal auf dem Notebook das Webinterface des FarmBots: Nein, es gibt keine Möglichkeit, eine gestartete Sequenz ohne Nothalt abzubrechen. Die Nervensägerei wird noch volle anderthalb Stunden weitergehen.

Nach dieser Erfahrung standen leise Schrittmotortreiber ganz oben auf der Prioritätenliste. Die im Farmduino 1.5 sind fest verlötet und in dem Board nur per UART konfigurierbar. Ein leiser Betrieb war deshalb nur möglich, wenn die FarmBot-Entwickler ihre Firmware updaten würden. Die waren auf Nachfrage auch willig, mussten aber noch einen Fehler beseitigen, bevor sie ein Update bereitstellen konnten.

Mainboardtausch

Aus Angst vor den Fackeln und Mistgabeln der Nachbarn durchsuchten wir das FarmBot-Forum nach einer Lösung. Die fand sich mit dem Vorläufer-Mainboard 1.4, das gesteckte Schrittmotortreiber aufnimmt. Wir bestellten das Board aus den Restbeständen eines tschechischen Händlers und bestückten es mit TMC2208, die im Modus mit Step/Dir-Interface einen leisen Betriebsmodus mit nur zwei Mikroschritten erlaubten. Nach geringen Änderungen am Kabelbaum lief das Board auch in unserem FarmBot. Y- und Z-Achse krochen aber langsamer als gewohnt, was sich auch durchs Einstellen der Mikroschritte in den Motoreinstellungen nicht beheben ließ. Wir haben die Theorie, dass die Farmduino-Firmware beim Versenden der Schrittbefehle nicht mehr hinterher kam und die Verdoppelung der Geschwindigkeit einfach nicht umsetzen konnte.

Langsame Achsen wären kein allzu großes Problem gewesen, wenn die X-Achse ordentlich funktioniert hätte. Sie verklemmte sich aber vorhersagbar, wenn wir die Motoren wie in der Doku beschrieben an unterschiedliche Treiber X1 und X2 hingen. Mit einem Y-Kabel an einem

Treiber wurde es besser, da die Motoren dann wenigstens gleichzeitig Schritte verloren und sich das Portal nicht verzog. Der Motorstrom eines TMC2208 war aber einfach zu gering, um das anderthalb Meter lange Portal verlässlich zu bewegen. Wir versuchten Motortreiber vom Typ TMC2209, die höhere Ströme liefern können. Die lassen sich aber minimal auf acht Mikroschritte konfigurieren, wodurch die Bewegung wegen des Problems mit der Frequenz an Schrittbefehlen von der Firmware einfach viel zu langsam wurde.

Letztlich mussten wir über den Sommer mit einem Kompromiss auskommen: Ein DRV8825 lieferte im Vollschrittmodus gerade so genug Strom, dass sich die

X-Achse mit Portal einigermaßen bewegte, lärmte aber, weil er kein „SilentStep“ beherrscht. Aber immerhin sang der FarmBot nun nur noch beim Verfahren der X-Achse. Wir passten die Sequenzen dann an, damit sie die laute Achse möglichst wenig bewegten.

Z-Ausfall

Im Spätsommer waren wir zwei Wochen lang weg vom Beet und der FarmBot durfte sich im Härtetest beweisen. Vom anderen Ende der Republik behielten wir die Bodenfeuchtigkeit im Auge, starteten Gießprogramme und ließen die Situation im Hochbeet systematisch fotografieren. Hin und wieder schickte die Mutter eine Kurznachricht aus dem Garten: „Lass den FarmBot noch mal zusätzlich gießen, der Boden ist trocken.“ Nicht hingehen, aber

c't kompakt

- Der FarmBot ist ein 1,5 × 3 Meter großer Gartenbau-Roboter in der Bauform einer CNC-Portalmaschine.
- c't hat die kuriose Maschine aufgebaut und ein Jahr lang damit Gemüse und Salat angebaut.
- Unter anderem mit Anregungen aus unserem Test haben die Entwickler die Maschine verbessert. Trotzdem ist der FarmBot bisher nur für Bastler geeignet.

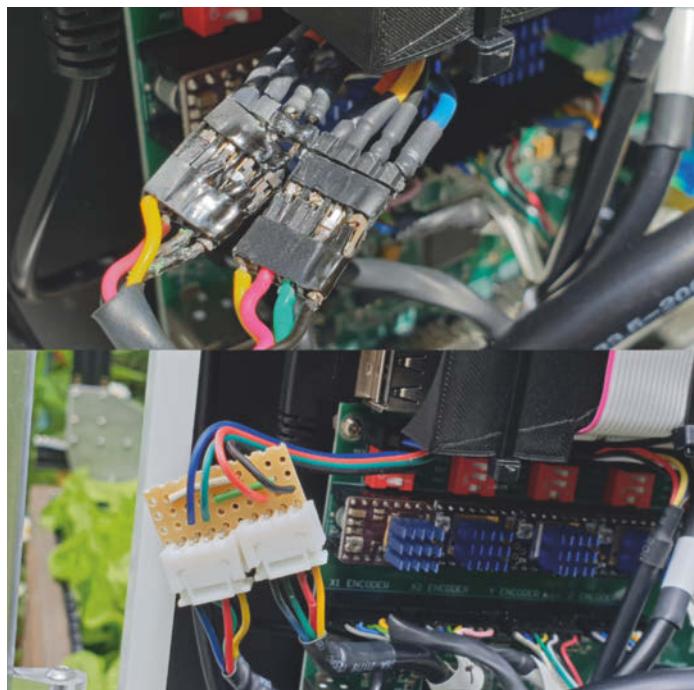
trotzdem gärtner zu können, das geht nur mit einem Roboter.

Ohne Mechanik-Expertin in der Nähe fiel dann auch noch die Z-Achse aus. Niemand war vor Ort, um den Schaden zu reparieren, und die Aktivitäten des FarmBot mussten auf ein Minimum zurechtgekürzt werden: Ohne Z-Bewegung gingen keine Bodenfeuchtemessungen mehr, Gießen und Fotos waren aber noch möglich.

Kurz darauf brachten die Entwickler das lang ersehnte Update für den leisen Betrieb ab Farmduino 1.5 heraus. Also stand ein weiterer Mainboard-Umbau an. Danach lief endlich auch die X-Achse leise und sogar etwas verlässlicher aufgrund des etwas höheren Motorstroms. Alle Probleme löste der Umbau aber nicht, denn nun bewegte sich die Z-Achse nur noch nach unten. Bis zum Ende der Gartensaison konnten wir dieses Problem noch nicht lösen. Der Z-Motor liegt für Tests über den Winter schon ausgebaut auf dem Lötplatz.

Suchbild: Der FarmBot hat einen „Verbrecher“ (spanische Nacktschnecke) auf frischer Tat ertappt, als er routinemäßig in der Nacht das ganze Beet abfotografierte.





Dupont-Stecker erzeugten für die hohen Ströme der Schrittmotortreiber einen so großen Widerstand, dass sie verschmachten. Ein neues Y-Kabel und JST-XH-Stecker beseitigten die Brandgefahr.



Wenn die Schrittmotoren zu viele Schritte verloren, verklemmte sich das Universal Tool Mount. Diese Szene kam über das Jahr dreimal vor; kleinere Schrittverluste gab es fast täglich.

Hoher Kohl

Bei der Bepflanzung des Beets war die Idee, es zu dritteln und links nur Schwach- und rechts nur Starkzehrer einzupflanzen [4]. In den folgenden Jahren ließe sich die Reihenfolge dann durchtönen, wodurch der Boden nicht zu stark ausgelaugt würde. Die Starkzehrer sollten vor allem Blumenkohl und Brokkoli werden.

Für viele Hochbeete mag das ein hervorragender Plan sein. Beim FarmBot scheiterte er an der Mechanik und unserer Gier. Wir wollten die knappe Pflanzfläche natürlich besonders effizient ausnutzen. Das spielerische Webinterface des FarmBot lädt auch geradezu dazu ein, die Pflanzen im Beet perfekt bis in die Ecken zu puzzeln.

Wir wurden Opfer unseres eigenen Erfolgs. Der Kompost im Beet strotzte vor Nährstoffen und die Kohlpflanzen wuchsen wie wild. Am Anfang war das toll, aber

nach einer Weile kollidierten die riesigen Kohlblätter mit den Seitenwangen des Portals. Fast täglich mussten wir Blätter abschneiden oder kürzen, damit sich der FarmBot noch bewegen konnte.

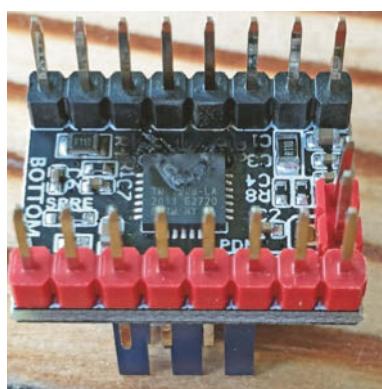
Nach ein paar Wochen war sogar der Kohl in der Mitte vom Beet ein Problem, weil seine Spitze das Werkzeug vom ganz nach oben gefahrenen Tool-Mount abstreifte. Ohne Gießwerkzeug schießt das FarmBots Wasserstrahl mehrere Zentimeter tiefe Löcher in die Erde – das wissen wir jetzt.

Nach unseren Erfahrungen empfehlen wir nur niedrige Pflanzen im Roboter-Hochbeet. Palmkohl, Blumenkohl, Brokkoli und Romanesco wachsen ohne regelmäßiges Abschneiden zu hoch. Auch bei Zucchini kann es schon knapp werden. Außerdem sollten Sie vom Gartenbuch abweichen und alle Pflanzen, die breit

werden können, in die Mitte setzen. Mit einem Ring aus Salat und Kräutern bekommen Sie das Beet ausreichend gut gefüllt, ohne ständig die Klingen zu schwingen.

Werkzeugentwicklung

Dass die von den FarmBot-Entwicklern erdachte Methode, Unkraut mit Stochern von oben zu bekämpfen, zumindest bei unserem Lehmboden nicht funktionierte, zeichnete sich schnell ab. Mit dem FarmBot Genesis sind dank wechselbarer Werkzeuge auch andere Waffen gegen Wildwuchs möglich, als ein vertikales Plastikmesser; direkt umsetzen konnten wir unsere Ideen aber nicht. Viele der Pins am Universal Tool Mount (UTM) sind in der Standardausstattung nicht verdrahtet und so gab es diesen Sommer noch keine Möglichkeit, Servos anzusteuern oder Sensoren mit seriellem Anschluss auszulesen.



Ein TMC2209 ging im Farmduino 1.4 spontan in Flammen auf. Glücklicherweise nahm das Board keinen Schaden.



Die Riemen der X-Achse kamen des Öfteren unter die Räder. Um dieses Verklemmen zu verhindern, ergänzten wir eine 3D-gedruckte Riemenführung direkt am Rad.

Wir haben deswegen Kontakt mit den Entwicklern aufgenommen und mit ihnen zusammen überlegt, wie wir Tools mit seriellem Interface anbinden können. Die Wahl fiel letztlich auf RS-485, weil dieses Protokoll auch für lange Leitungen ausgelegt ist. In den Raspi wird dafür ein USB-Adapter gesteckt und die Zeit- und Signalleitung mit den freien UTM-Pins J und K verbunden.

Die seriell-Unterstützung ist inzwischen im FarmBotOS verfügbar. Wir entwickeln momentan einen Sensor für die Bodentemperatur und einem Laser-Entfernungssensor zum automatischen Ausmessen der Pflanzenhöhe. Ohne die Höhe genau zu kennen, sind die meisten Ideen für bessere Jätwerkzeuge ohnehin nicht umsetzbar.

Ausblick

Die Entwickler haben den FarmBot mit drei nennenswerten Updates 2021 deutlich verbessert. Trotzdem ist er weiter eine große Spielwiese für technikbegeisterte CNC-Schrauber. Wer ein ausentwickeltes Produkt erwartet, wird enttäuscht werden.

Ein Blick ins FarmBot-Forum zeigt, dass rund um die Welt immer mehr technikbegeisterte Gärtner einen FarmBot bauen. Da finden sich auch Designs, die vom offiziellen Bausatz abweichen und diverse andere Teile aus der Welt der CNC-Maschinen einsetzen. Das macht Hoffnung, denn die Nema17-Schrittmotoren des FarmBot sind unserer Meinung nach unterdimensioniert. Als wir die Entwickler mit unserer Einschätzung konfrontierten, wollten sie nicht widersprechen. Der FarmBot ist vor mehr als acht Jahren gestartet und damals waren stärkere Nema23-Motoren nicht so günstig verfügbar wie heute.

Das größte Verbesserungspotenzial versprechen neu entwickelte Werkzeuge, mit denen der FarmBot mehr Aufgaben übernehmen kann. Momentan kann er vollautomatisch Bodenfeuchte messen und gießen, was die meiste Arbeit abnimmt. Dieser Grad an Automatisierung lässt sich aber auch mit einem Tropfschlauch und OpenSprinkler automatisieren [5]. Damit sich der komplexe Bewegungsapparat lohnt, müsste der FarmBot mehr können. Die Kameraüberwachung

weist hier in die richtige Richtung, Unkrauterkennung und Jäten sind aber beide noch nicht gut genug für den Alltagseinsatz. Mit freien Pins am Tool-Mount, einem ungenutzten Schrittmotor-Treiber auf dem Mainboard und einem mächtigen API [6] hat der FarmBot aber reichlich Potenzial für Erfindungen.

Während unser FarmBot in den Winterschlaf geht, werden wir den Lötkolben anheizen. Das Technikabenteuer Roboter-Gärtner hat nämlich gerade erst begonnen ...

(pmk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Pina Merkert, Gartenbaustelle, Tipps für den Bau eines FarmBot, c't 9/2021, S. 122
- [2] Pina Merkert, Gemüsegarten freihändig, So schlägt sich der FarmBot im Praxiseinsatz, c't 10/2021, S. 108
- [3] Pina Merkert, Gärtnerintelligenz, FarmBot: Roboter programmieren ohne Code, c't 10/2021, S. 104
- [4] Marie-Luise Kreuter, Der Bio-Garten, 6. Auflage, BLV Verlag München, ISBN 3-405-12805-6, S. 91
- [5] Jan Mahn, Besser bewässern, c't 14/2020, S. 77
- [6] Pina Merkert, FarmBots Bildersammlung, Noch besser Roboter-Gärtner mit dem FarmBot-API, c't 15/2021, S. 132

Video von der ersten Ernte: ct.de/yaeh



Nachdem wir das Hochbeet im Sommer abgeerntet hatten, füllten wir Kompost nach, da sich der Boden im Hochbeet um circa 5 Zentimeter gesenkt hatte.



Um bei der Folgebepflanzung die Keimzeit einzusparen, kaufen wir Jungpflanzen beim Gartencenter. Statt zu säen, drückte der FarmBot Löcher an die digital geplanten Standorte.



Der FarmBot gießt hier das im Sommer neu bepflanzte Beet an. Gemüse konnten wir übers Jahr dreimal ernten, Salat fünfmal.



Romanesco (vorne) passt auch nicht unters Portal. Rote Bete (hinten) macht dagegen keine Probleme.

Zahlen, Daten, Fakten

Seltene Erden

Wer von „Seltene Erden“ spricht, meint meist die sogenannten Sel tenerdmetalle – 17 chemische Elemente aus der Gruppe der Lanthanoide sowie der 3. Nebengruppe des Periodensystems. Der Bedarf daran wächst stetig.

Erze mit einem Anteil an Seltene-Erden-Oxiden (SEO) kommen durchaus häu-

fig vor, allerdings ist der SEO-Anteil sehr gering – daher die Bezeichnung „selten“. Aus den Oxiden, die früher „Erden“ genannt wurden, gewinnt man schließlich die Metalle. Beim Erzabbau sind die Arbeiter gesundheitlichen Risiken ausgesetzt und die Umwelt wird häufig stark belastet. China hat ein Quasi-Monopol beim Export.

Als das Land 2010 die Exportquote vorübergehend stark senkte, kam es zu einer Lieferkrise.

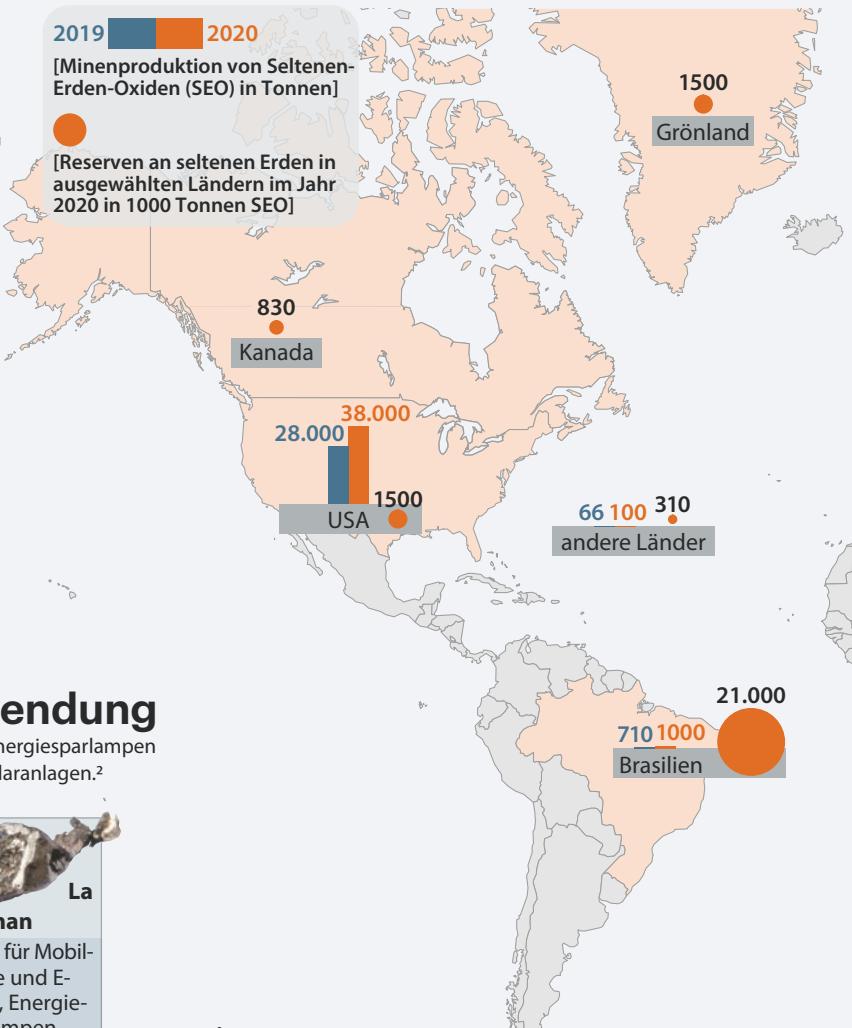
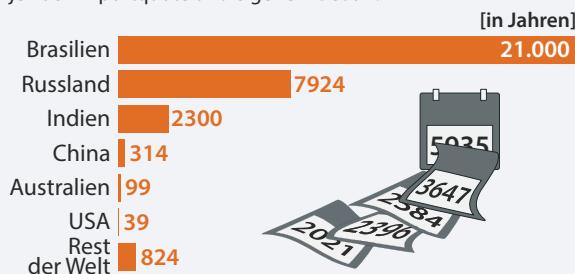
Je nach Vorkommen, Exportquote und eigenem Bedarf eines Landes reichen die Reserven unterschiedlich lange. Noch gibt es keine Recycling-Kreisläufe für Seltene Erden. (dwi@ct.de) **ct**

► Produktion und Reserven

Seltene Erden kommen rund um den Erdball in der Erdkruste vor, werden aber nur in wenigen Ländern abgebaut. Der US-amerikanische Geological Survey (USGS) schätzt die weltweiten Reserven aller Seltene-Erden-Oxide (SEO) aktuell auf 120.000.000 Tonnen.¹

► Vorräte und Bedarf

Laut USGS reichen die Reserven weltweit noch mehrere hundert Jahre, allerdings gibt es regional große Unterschiede, je nach Exportquote und eigenem Bedarf.¹



► Seltene Erden und ihre Verwendung

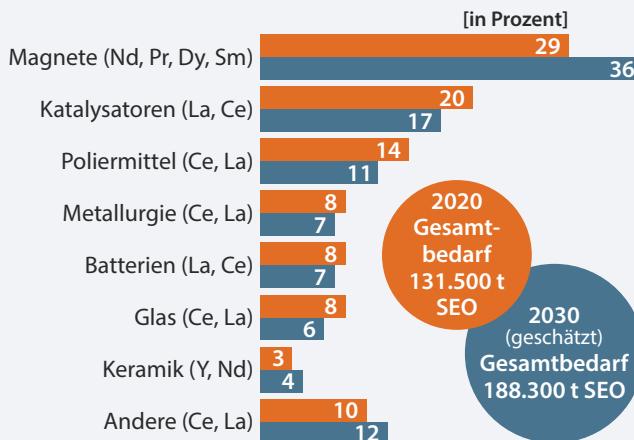
Seltene Erden befinden sich in vielen Alltagsgegenständen wie Energiesparlampen und Mobilgeräten, aber beispielsweise auch in Windkraft- und Solaranlagen.²

Element	Ordnungszahl/ Symbol/Name	Verwendungs- beispiel
Scandium	21 Sc	Quecksilber-hochdruck-lampen

Element	Ordnungszahl/ Symbol/Name	Verwendungs- beispiel
Cer	58 Ce	Legierungen, Zündsteine

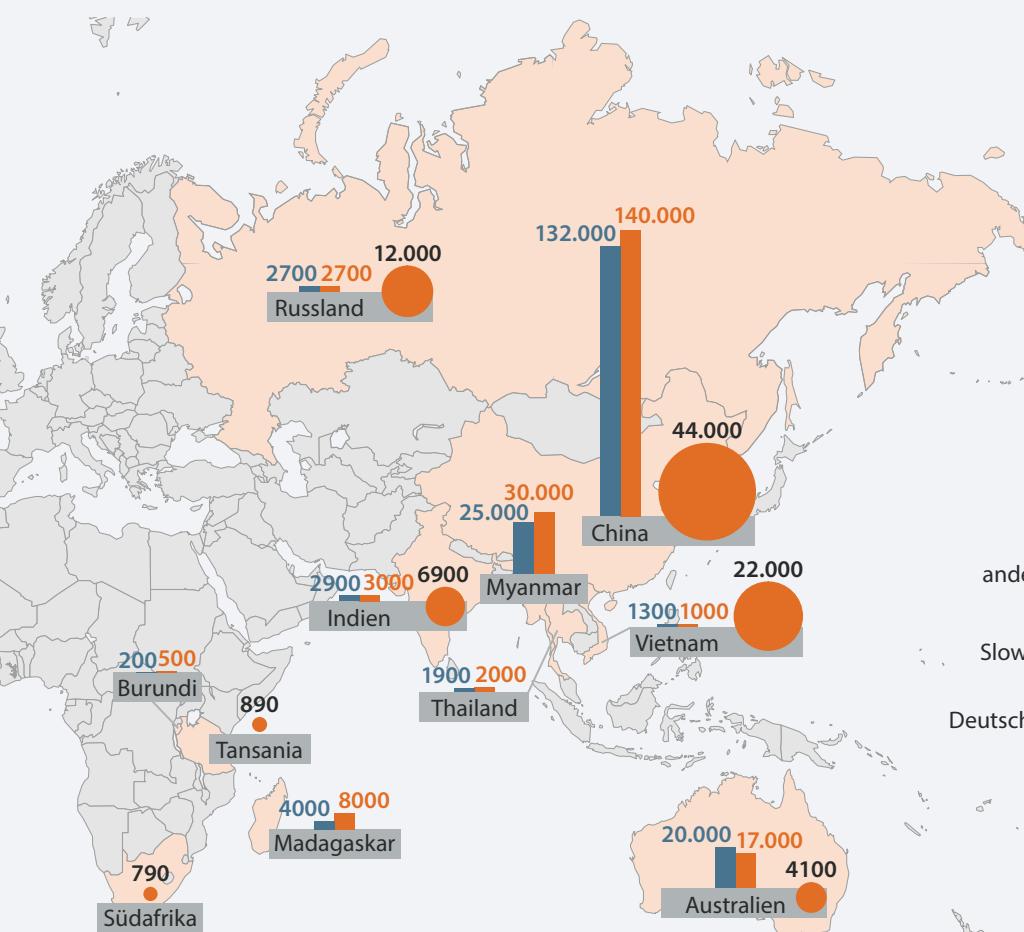
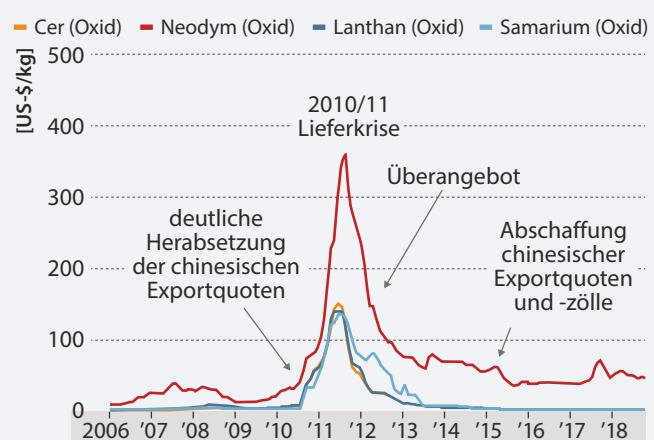
► Der Bedarf steigt

Seltene Erden befinden sich in technischen Geräten und werden in der Metallurgie sowie der Glas- und Keramikproduktion benötigt.²



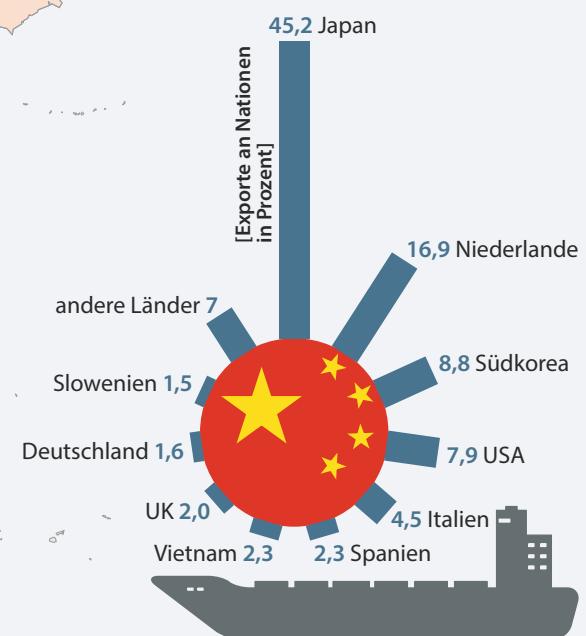
► Preisentwicklung

2010 setzte China seine Exportquote für Seltene Erden drastisch herab, was einen starken Preisanstieg und eine Lieferkrise zur Folge hatte.³



► China als Quasi-Monopolist

China hat als Exporteur von Seltenen Erden einen Marktanteil von fast 90 Prozent. 2017 ging fast die Hälfte der chinesischen Exporte nach Japan.⁴



	65 Terbium	Tb		66 Dysprosium	Dy		67 Holmium	Ho		68 Erbium	Er		69 Thulium	Tm		70 Ytterbium	Yb		71 Lutetium	Lu
Elektromotoren, Magnete	Kernspintomografen, Windkraftanlagen	Hochleistungsmagnete	fotografische Filter, Glasfaserkabel, Laser (Medizin)	Energiesparlampen, Fernseher, Röntgentechnik	Legierungen, Dauermagnete	als Katalysator in Raffinerien														Bild: Institut für Seltene Erden und Metalle AG, Zug

10-Mikrometer-Technik fertigte – im Vergleich zur heutigen 10-Nanometer-Fertigungstechnik also mit tausendfach größeren Strukturen. Der 4004 brachte es lediglich auf 108 Kilohertz Taktfrequenz; sein Rechenwerk (Arithmetic Logic Unit, ALU) verarbeitete 4-Bit-Werte und er hatte auch einen 4-Bit-Datenbus – daher sein Name „4004“.

Schon 1972 brachte Intel den 8-Bit-Nachfolger 8008 auf den Markt, mit 3500 Transistoren und 800 kHz Takt. Doch auch dieser war nicht flexibel genug für „richtige“ Computer. Die Fortentwicklung zu den ersten erfolgreichen Prozessoren für Heimcomputer und „Personal Computer“ (PCs) verlief alles andere als geradlinig. Viele Informationen zu den damaligen Entwicklungen finden sich in ausführlichen Gesprächen mit Zeitzeugen, die das Computer History Museum veröffentlicht hat (siehe ct.de/yxe5). Über diesen Link finden Sie auch einen Online-Emulator für den 4004 und weitere historische Informationen.

50 Jahre Mikroprozessor

Der Intel-Chip 4004 von 1971: Ein Meilenstein der digitalen Revolution

Eigentlich war Intels 4004 bloß als integrierte Schaltung für einen elektronischen Tischrechner gedacht. Seine Nachfahren wurden jedoch zum Motor der Computer-Ära.

Von Christof Windeck

zessor auf einem einzigen Siliziumchip angekündigt und erhielt 1973 auch das erste einschlägige Patent. Doch Intels 4004 steckte ab 1972 im Tischrechner 141-PF der japanischen Firma Busicom. Diese hatte die Entwicklung des 4004 bei Intel in Auftrag gegeben und 1969 den 26 Jahre jungen Ingenieur Masatoshi Shima nach Kalifornien geschickt. Damals war noch nicht klar, welche enorme Bedeutung die Nachfahren des 4004 und das Silicon Valley einst haben würden.

Außer Masatoshi Shima, der von Busicom zu Intel wechselte, gelten sein Chef Federico Faggin sowie Ted Hoff und Stan Mazor als wesentliche Entwickler des 4004. Letzterer war Bestandteil des Chipsatzes MCS-4 (Micro-Computer Set 4), der vier Chips umfasste: Außer dem 4004 noch den 2048-Bit-ROM-Baustein 4001, den RAM-Chip 4002 und den I/O-Baustein 4003. Der 4004 bestand aus lediglich 2300 Transistoren, die Intel mit

Chip-Umwege

Schon vor dem Intel 4004 gab es Mikroprozessoren, bloß nicht auf einem einzigen Chip integriert, sondern aus mehreren „Integrated Circuits“ (ICs) zusammenge schaltet. Dazu nutzte man damals beispielsweise Logik-ICs der Baureihe 74xx, die TI schon seit den 1960er-Jahren mit Transistor-Transistor-Logik (TTL) fertigte. Für komplexe Rechenwerke waren große Platinen mit Dutzenden TTL-Chips nötig, sogenannte „TTL-Gräber“. Die Einzelchip-Mikroprozessoren waren im Vergleich dazu nicht nur viel kleiner, sondern auch sparsamer, leistungsfähiger und dank der rasanten Fortentwicklung rasch auch billiger.

Federico Faggin leitete bei Intel mehrere Abteilungen, darunter auch jene für Mikroprozessoren, die unter Hochdruck bis 1974 den 8-Bit-Mikroprozessor 8080 mit 6000 Transistoren entwickelte. Doch Intel musste in der Wirtschaftskrise 1974 (Ölkrise) Einbußen hinnehmen und strukturierte sich um. Faggin war damit unzufrieden und gründete gemeinsam mit dem Intel-Manager Ralph Ungermann sowie mit Risikokapital von Exxon Ende 1974 die Firma Zilog. Zu dieser wechselte etwas später auch Masatoshi Shima. Bis 1976 schafften sie es, den erfolgreichen Z80 auf den Markt zu bringen, einen zum Intel 8080 kompatiblen, aber verbesserten Chip. Er wurde zum Herzstück beliebter

Heimcomputer wie dem Sinclair ZX80, aber auch von Businessgeräten wie dem Osborne 1 mit dem Betriebssysteme CP/M. Z80-Varianten steckten auch in Spielecomputern wie Sega Master System und Arcade-Automaten für Pac Man, in den 1990er-Jahren dann im grafikfähigen Taschenrechner TI-81.

Auch andere Konkurrenten waren fleißig. Motorola hatte 1974 den 8-Bit-Prozessor 6800 vorgestellt, der sich an der PDP11-Architektur der Digital Equipment Corporation (DEC) orientierte, und brachte 1976 die Versionen 6809 und 6801 heraus. Unterdessen hatte der von Motorola zu MOS Technology abgewanderte Entwickler Chuck Peddle den ähnlich konzipierten 6502 fertiggestellt. Er war enorm beliebt, zunächst im Atari 800, Apple I, II, Commodore PET und VC-20, später in Gestalt des 6510 im berühmten „Brotkasten“ C64 aus dem Jahr 1982. Auch eine britische Firma namens Cambridge Processor Unit (CPU), die sich später Acorn nannte, setzte zunächst auf den 6502. Doch ab 1983 entwickelte sie die Acorn RISC Machine, heute als ARM-Mikroarchitektur bekannt und in rund 2 Milliarden Chips pro Jahr eingesetzt.

Der Motorola 6809 war jedenfalls wohl der erste bezahlbare Prozessor mit einem Hardware-Multiplizierer. Seine Befehlssatzarchitektur (ISA) war durchgängig 16-bittig. Das richtige Biest kam 1979 auf den Markt: der 68000. Seine ALU war zwar nur 16-bittig, die ISA sowie alle acht Register hatten aber schon richtungsweisende 32 Bits. Damit lag der lineare Adressraum bei damals gigantischen 4 GByte, von denen bei der ersten Version zwar nur 24 Adressbits herausgeführt wurden, aber das waren immer noch riesige 16 MByte. Der 68000 war

ziemlich teuer und befeuerte Workstations wie Sun-1, Silicon Graphics (SGI) IRIS1000, HP9000 und Alpha/Domain. In den 1980er-Jahren wurden 68000er-Varianten billig genug für den Apple Macintosh, den Commodore Amiga und Atari ST sowie für PostScript-Laserdrucker.

68000-Chefarchitekt Skip Stritter hatte zuvor an dem nicht besonders erfolgreichen Mikroprozessor Micro/370 für IBM-370-Großrechner gearbeitet, sodass wohl etliche Ideen der /370-Architektur in den 68000 eingeflossen sind. Stritter gehörte 1984 zu den Gründern von MIPS Technologies.

Doch zurück zu Intels 8080, dessen Erfolg auch darauf beruhte, dass er von anderen Firmen als Nachbau erhältlich war: Das sicherte den Nachschub, Stichwort Chipknappheit. Zu den 8080-Zweitlieferanten gehörte die 1969 gegründete Firma AMD, die den AM9080A fertigte. In Deutschland war Siemens früh dabei, so findet man bereits einen SAB8008 und später die ganze Palette von SAB8080 bis SAB80286. Ohne Lizenz kuferte das Kombinat Mikroelektronik Erfurt den U808 ab. Doch auch von Z80 und 6809/68000 gab es „Second Sources“, etwa SGS Microelettronica in Italien (Z80, Z8000) und Thomson SA in Frankreich (6809, 68000, 68008). Aus den beiden zu SGS-Thomson fusionierten Firmen entstand 1998 die heutige STMicroelectronics.

Nachgebessert und beschnitten

Intel besserte 1977 als Antwort auf den Z80 den 8080 etwas mit dem 8085 nach. Der Prozessor brauchte jetzt ebenfalls nur noch eine Betriebsspannung statt derer drei. Aber längst war ein 16-Bit-Prozessor überfällig, so wie ihn die Konkurrenz be-

reits fertig oder in Arbeit hatte. Als preiswerte und einfach gestrickte Notlösung bohrte Intel den 8085 auf 16 Bit auf und stellte am 4. Juni 1978 den 8086 vor. Der erbeite vieles vom 8085 und passte auch weiterhin in ein preiswertes 40-Pin-DIL-Gehäuse. Um mit wenigen externen Anschlüssen auszukommen, waren aber einige Tricks und Verrenkungen nötig, von denen manche noch Jahre später Programmierer zu Verzweiflung brachten. Um Pins zu sparen, wurden nicht nur Adress- und Datensignale per Multiplexing alternativ auf dieselben Anschlüsse geschaltet. Und um den auf 1 MByte vergrößerten Adressraum logisch mit 16-Bit-Registern verwalten zu können, führte Intel sogenannte Segmente ein: Die Gesamtadresse wurde aus der Summe der um vier Bits nach links verschobenen Segmentregister und den acht normalen 16-Bit-Registern bestimmt.

Der 8086 war also schon eher eine 16-Bit-Behelfskonstruktion, doch im Urahn aller modernen x86-PCs, dem IBM-PC, kam 1981 eine noch weiter beschleunigte 8086-Version zum Einsatz: Der von Intel Israel in Haifa entwickelte 8088. Sein wichtigster „Vorteil“ war der von 16 auf 8 Bit reduzierte externe Datenbus. Damit sank zwar die Performance, doch die zusätzlich zum Mikroprozessor nötige PC-Hardware ließ sich vereinfachen und billiger aufbauen. Bekanntlich sollte der IBM-PC ja auch nicht etwa besonders schnell werden, sondern zumindest für IBM-Verhältnisse besonders billig sein. Das hat sich in den seither verflossenen 40 Jahren gewaltig geändert – aber das ist dann schon eine neue Geschichte, die des x86-PC.

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

4004-Emulator, historische Informationen: ct.de/yxe5

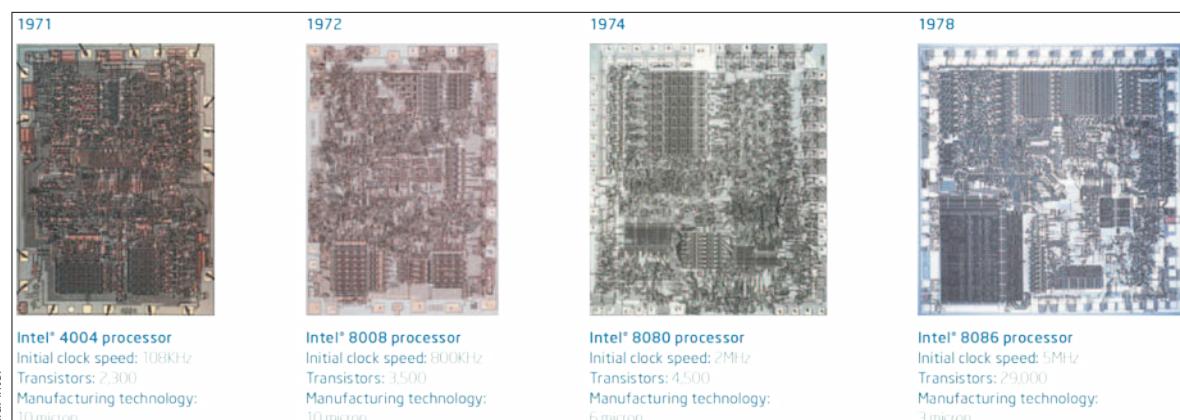




Bild: Framework

„Wir tun alles für das ‚Right to Repair‘, was wir können.“

Interview mit Framework-Gründer Nirav Patel über seinen nachhaltigen Laptop

Der Framework-Laptop hat viele Besonderheiten: Seine Besitzer können ihn selbst konfigurieren, erweitern und reparieren. Ersatzteile gibts direkt vom Hersteller und auch Linux soll problemlos laufen. Wir haben Framework-Gründer Nirav Patel online zum Interview getroffen.

Von Florian Müssig

Das Start-up Framework verkauft seit diesem Sommer sein Erstlingswerk in Nordamerika: Das schlicht „Laptop“ getaufte Notebook nutzt Intel-Prozessoren der elften Core-i-Generation und hat einen 13,5-Zoll-Bildschirm im 3:2-Format. Diese Eckdaten sind nichts Außergewöhnliches, wohl aber andere Aspekte.

Außer einem analogen Audioausgang hat der Framework Laptop vier identische Schächte, in die man austauschbare Erweiterungskarten steckt. Die reichen entweder USB-C an die Notebookseiten durch oder adaptieren direkt auf USB-A, HDMI, DisplayPort oder einen MicroSD-Kartenleser. Alternativ gibt es auch (Flash-)Speichererweiterungen – quasi USB-Sticks, die bündig mit dem Gehäuse abschließen. Jeder Kunde kann die für sich passende Kombination individuell beim Kauf zusammenstellen oder später andere Karten nachkaufen, wenn sich der Bedarf ändert. RAM und SSD lassen sich aufrüsten.

Zusätzlich schreibt sich Framework ähnlich wie der Smartphone-Hersteller Fairphone Nachhaltigkeit auf die Fahnen: Im eigenen Onlinemarktplatz verkauft das Unternehmen Ersatzteile in „Modulen“ getauften Baugruppen. Für einen Austausch stehen ausführliche Reparaturanleitungen bereit; der benötigte Schraubendreher gehört zum Lieferumfang des Notebooks. Und weil der interne Aufbau des Notebooks die nächsten Jahre beibehalten werden soll, stellt Framework mittels Mainboard-Tausch sogar Upgrades auf neue Prozessorgenerationen in Aussicht.

Wir haben Framework-Gründer Nirav Patel Ende Oktober bei einem Online-Interview über Designentscheidungen und den „Right to Repair“-Ansatz befragt. Auch die Linux-Unterstützung, der Deutschlandstart und künftige Produkte kamen zur Sprache.

c't: Framework hat den Notebookmarkt in herausfordernden Zeiten betreten. Wie viel Kopfzerbrechen hat Ihnen das bereitet?

Nirav Patel: Wir haben uns ganz sicher weder eine einfache Mission noch ein einfaches Jahr ausgesucht. Wir haben aber ein starkes Team und gute Partner, sodass wir es durchziehen konnten: Wir sind trotz weltweiter Komponentenknappheit und Logistikherausforderungen wie geplant gestartet. In den USA ging es im Juli los, im August folgte dann Kanada.

c't: Ein Alleinstellungsmerkmal des Laptops sind die Erweiterungskarten, die die Flexibilität und Vielseitigkeit von USB-C ausnutzen. Wie kam es dazu?

Patel: Wir haben uns angesehen, wie die Leute ihre Produkte benutzen. Speziell bei Notebooks ist ein genereller Kritikpunkt, dass es nirgends genau die Schnittstellen

gibt, die man braucht – seien es nun zu wenige oder der falsche Mix. Deshalb muss man dann auf Adapter und Dongles und Docks zurückgreifen, um die Geräte anschließen zu können, die man tatsächlich braucht.

Daher war unser Ansatz offensichtlich – oder wurde es jetzt zumindest, wo er umgesetzt ist: Warum sollte man das überhaupt auf eine andere Art und Weise lösen?

c't: Hat sich eine Schnittstellenkombination herauskristallisiert, die am häufigsten gewählt wird? Was war die exotischste Kombination, die bislang bestellt wurde?

Patel: Die populärste Kombination ist zweimal USB-C, einmal USB-A und einmal HDMI. Das trifft dennoch nur auf einen kleinen Prozentsatz aller Bestellungen zu – es gibt da eine starke Varianz.

Wir hatten auch schon Fälle, wo bis zu zwanzig Erweiterungskarten mitbestellt wurden, obwohl der Laptop ja nur vier Schächte hat. Die Kunden wollten tatsächlich vier Exemplare von jeder Bestückungsart. Das hatten wir so nicht erwartet.

c't: Der Framework Laptop wird ohne Thunderbolt verkauft, obwohl diese Schnittstelle bei anderen Intel-Notebooks dieser Generation und in diesem Preisbereich üblich ist. Was hat es damit auf sich?

Patel: Wir haben alle Komponenten für Thunderbolt an Bord. Zu Thunderbolt gehört allerdings auch ein Zertifizierungspro-

zess, und in dem stecken wir derzeit noch. Es ist das erste Mal, dass wir ein Notebook zertifizieren lassen, und es kommt auch nicht alle Tage vor, dass ein neuer Hersteller auftaucht und ein Gerät zertifiziert haben möchte – darum zieht sich das etwas.

c't: Nach Nordamerika sollte der Verkauf des Laptops gemäß einer früheren Aussage noch vor Ende 2021 in weiteren Regionen starten. Ist das immer noch der Plan?

Patel: Wir sind dabei, den Start in weiteren Märkten vorzubereiten. Es gibt in diesem Jahr nicht zuletzt aus Logistiksicht viele Herausforderungen, die uns ausbremsen. Wir wollen weiterhin unsere Bestellannahme so schnell wie möglich auf weitere Länder ausdehnen und es werden wiederum weitere Länder in 2022 dazukommen.

Ich möchte keine falschen Hoffnungen wecken. Wir haben auch in den USA und Kanada keinen konkreten Monat genannt, bis wir uns sicher waren, dass wir den Termin halten können.

(Anmerkung der Redaktion: Wir werden den Framework Laptop ausführlich testen, sobald er hierzulande verfügbar ist.)

c't: Anders als bei Android-Geräten bekommen Windows-Notebooks für viele Jahre Sicherheitsupdates, sodass man sie lange nutzen kann. Für wie lange planen Sie ihrerseits die Unterstützung mit Firmware- und Treiber-Updates?

Patel: Wir wollen unsere Geräte zumindest so lange versorgen, wie sie auch von Micro-



Framework verkauft Ersatzteile für seinen Laptop frei; ein Schraubendreher gehört zum Lieferumfang des Notebooks.



Beim Framework Laptop kann jeder Kunde mittels Erweiterungskarten individuell die passenden Schnittstellen wählen.

soft mit Windows unterstützt werden. Wir wissen, dass der Laptop Windows-11-kompatibel ist; insofern ist da lange für Sicherheits- und auch Funktionsupdates gesorgt. Und für letztere wollen wir definitiv nicht der Flaschenhals oder Knackpunkt sein.

c't: Verwenden Sie den Windows-Update-Mechanismus, um Firmware- und Treiberupdates auszuspielen, oder müssen Nutzer auf der Webseite danach suchen? Das letzte dort verfügbare Treiberpaket ist weiterhin die initiale Zusammenstellung von Juli 2021.

Patel: Es geht beides. Wir haben uns bei Microsoft registriert, um Updates über Windows Update auszuspielen. Wir haben das bislang allerdings noch nicht getan.

Es gibt bereits Beta-Updates, die wir an die Community verteilt haben. Wir warten da jetzt den Betatest und das Feedback ab, und dann schauen wir, wann und wie wir weiter verfahren.

c't: Gibt es irgendetwas zu beachten, wenn man generische Treiber einspielt wie die Grafiktreiber, die Intel selbst anbietet?

Patel: Die meisten unserer Treiber stammen von Intel, weil es sich um ein Tiger-Lake-System handelt. Typischerweise testen wir und unser Fertigungspartner eine gewisse Kombination von Treibern, und wenn die funktioniert, dann fixieren wir den Stand und stellen das Treiberpaket bereit. Falls hinsichtlich Kompatibilität oder Performance ein Updatebedarf besteht, sehen wir uns das natürlich an.

Grundsätzlich wollen wir ein gut getestetes Treiberpaket anbieten, bei dem wir wissen, dass alle Teile harmonieren. Wenn Nutzer davon abweichen, müssen nicht zwangsläufig Probleme auftauchen, können es aber.

andere Hersteller, weil wir die interne Architektur und das Design für eine längere Zeitspanne beibehalten, anstatt praktisch jedes Jahr etwas daran zu verändern. Teile verschiedener Jahrgänge bleiben dadurch kreuzkompatibel.

c't: Können Sie irgendeine konkrete Zeitspanne nennen? Drei Jahre? Fünf Jahre? Länger?

Patel: Das kommt auf das Modul an. Bei Performance-Updates wie dem Mainboard wird es wohl darauf hinauslaufen, dass wir außer dem aktuellen Modell noch den jeweiligen Vorgänger verfügbar halten. Bei Komponenten wie dem Akku wiederum, bei dem wir wissen, dass er praktisch permanent verschleißt, wird es viel länger sein. Generell werden wir uns ansehen, wie viele Nutzer ein älteres Gerät noch benutzen und was wir dafür tun können, dass auch sie noch Unterstützung bekommen.

c't: Die Ersatzteile werden in größeren Baugruppen verkauft. Haben Sie vor, die Auswahl noch feiner zu gestalten, also etwa ein Lüfter ohne das restliche Kühlsystem oder einzelne Tastenkap- pen, falls mal eine bricht?

Patel: Wir haben die einzelnen Module dahingehend zusammengestellt, dass eher günstige Teile zusammengefasst sind und eher teurere Teile aufgetrennt. Wenn man Lüfter und Kühler trennt, müssten wir die doppelte Logistik stemmen, und der Zusammenbau wäre komplexer, ohne dass der Nutzer dadurch viel Geld spart.

Beim Bildschirm war es uns hingegen wichtig, das Panel von der Deckelaußenseite zu trennen, weil diese jeweils allein schon teuer sind.

(Anmerkung der Redaktion: Zu einem vollständigen Deckel gehören auch noch Panelrahmen, Scharniere und Webcam, die ebenfalls einzeln verkauft werden.)

c't: Wie alle anderen Notebookhersteller ist auch Framework nicht immun gegen Lieferengpässe. Sie hatten kürzlich bekannt gegeben, dass Sie den Audiocodec wechseln mussten. Haben Sie auch schon zweite Quellen an der Hand, was andere Komponenten anbelangt?

Patel: Ja, die haben wir für einige Bauteile. Die größten Engpässe betreffen allerdings Siliziumchips und da besonders ver-

Feiern Sie Advent in Nerdistan



24



3

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

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

21



19



23



10

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

heise.de/adventskalender21

gleichsweise generische Produkte. Für Teile, die spezifisch für uns gemacht werden, etwa die Tastatur, geht es eher darum, Rohstoffe wie Kunstharz zu besorgen. Da gibt es zwar auch Knappheiten, aber es ist nicht wirklich ein Problem, die Produktion am Laufen zu halten.

c't: Was steht auf Ihrer Roadmap? Ein größeres 15-Zoll-Modell? Ein alternatives Mainboard mit AMD statt Intel?

Patel: Ich kann nichts Spezifisches sagen, aber unsere Philosophie ist, dass wir bei allen Geräten nicht nur vergleichsweise gängige Sachen wie einen Akkutausch im Sinn haben, sondern auch tiefergehende Modifikationen. Dabei denken wir an alle möglichen Arten von Consumer-Elektronik, wo so etwas dem Nutzer entgegenkommt und Müll vermeidet.

c't: Sie wollen Ihren Marktplatz in naher Zukunft für Fremdanbieter öffnen, die dann eigene Komponenten in das Ökosystem einbringen können. Wie viel Freiheit haben Fremdanbieter?

Patel: Wir suchen Partnerschaften mit Fremdanbietern, wollen Ideen fördern und mitunter sogar finanzieren. Wir wollen dabei Kompatibilität und einwandfreie Funktion sicherstellen und achten darauf, dass Nutzer nicht abgeschreckt werden. Wir stellen es aber frei, dass unsere Sachen in anderen Bereichen adaptiert werden, an die wir nicht gedacht haben – und sei es nur, unsere Erweiterungskarten als USB-C-Adapter an anderen Geräten zu verwenden.

c't: Kuratieren Sie die Ideen von Fremdanbietern, etwa um Kollisionen mit Ihrer Roadmap auszuschließen? Könnten diese ein AMD-Mainboard beisteuern?

Patel: Für unsere Erweiterungskarten haben wir bereits Dokumentationen und Spezifikationen veröffentlicht. Es gibt da viel Aktivität und sowohl Hobbybastler als auch kleine Firmen, die neue Erweiterungen entwickeln – darunter ein LTE-Modem als Erweiterungskarte für den Laptop. Das hat uns wirklich überrascht.

Mainboards und andere Komponenten sind etwas, was wir ebenfalls für

Fremdanbieter öffnen wollen. Ein Mainboard ist allerdings wesentlich komplexer, und da haben wir auch kein fertiges Designpaket, das wir herausgeben könnten.

Wenn eine kleine – oder vielleicht auch größere – Firma auf uns zukommt und sagt: „Wir wollen sowas ernsthaft machen. Wir haben auch die Expertise und Ressourcen“, dann sind wir offen für eine Zusammenarbeit und würden auf der Basis dann ein Designpaket zusammenstellen.

c't: Könnte ein Fremdanbieter ein anderes Gehäuse entwerfen, etwa für ein Hybridgerät mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen, und dafür Ihr Mainboard verwenden?

Patel: Selbstverständlich! Da so etwas ebenfalls recht komplex und kostenintensiv ist, denken wir nicht, dass das in näherer Zukunft passieren wird. Aber wenn im Laufe der Zeit immer mehr Geräte im Markt sind und Ökosystem und Community wachsen, erwarten wir größere, komplexere, schwerer zu entwickelnde Module, die auch von anderen Firmen kommen.

c't: Werden Sie Marktplatzzkomponenten von Fremdanbietern einem Qualitätscheck unterziehen?

Patel: Wenn wir uns den Marktplatz anschauen und die Richtung, die er nehmen soll, dann wollen wir eine Balance schaffen. Wir wollen eine offene und kreative Entwicklung von Modulen ermöglichen, die dann darüber vertrieben werden.

Wir wollen aber auch überprüfte und mitunter sogar zertifizierte Module haben. Die Nutzer sollen dann auch bei einem Modul einer ihnen unbekannten Firma wissen, dass Framework das Modul schon mal getestet hat und es keine Probleme oder böse Überraschungen gibt. Wir wollen beide Wege einschlagen und schauen, ob das klappt.

c't: Was ist mit Akkus? Ein Alternativakku könnte sich als brandgefährlich herausstellen ...

Patel: Wenn ein etabliertes Unternehmen uns gegenüber nachweisen kann, dass sein

Akku alle üblichen und vorgeschriebenen Tests erfüllt und das etwa mit Prüfberichten unabhängiger Labore belegt, dann spricht da nichts gegen. Fehlen diese Nachweise, werden wir das natürlich nicht erlauben.

c't: Der Markt klingt stark nach einem App-Store für Komponenten. Bedeutet das, dass Fremdanbieter eine gewisse Kommission für Verkäufe zahlen müssen?

Patel: Es gibt bereits unzählige Marktplätze, die teils lange Zeit etabliert sind, etwa eBay oder auch Amazon, und in jüngerer Zeit sind immer mehr dazugekommen. Es gibt dahinter verschiedene Modelle, bei denen wir uns ansehen, wie sie sowohl für Kunden als auch Verkäufer funktionieren – und auch für uns als Unternehmen. Wir werden mehr dazu bekannt geben, wenn wir näher an dem Punkt sind, den Markt-platz für Fremdanbieter zu öffnen.

c't: Reparierbarkeit und frei verfügbare Ersatzteile stehen auch bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) weit oben auf der Liste. Planen Sie spezielle Angebote für diese Zielgruppe, oder ist das etwas, wofür Sie sich lokale Partner wünschen?

Patel: Zum Start fokussieren wir uns zunächst auf Endkunden. Wir bekommen aber schon Nachfragen von KMUs, weil Reparierbarkeit und Modularität eben auch gut zu deren Bedürfnissen passen. Das wollen wir 2022 angehen. Wir führen schon Gespräche mit solchen Unternehmen und IT-Dienstleistern, um die Bedürfnisse genauer zu verstehen.

c't: Sie treffen mit Ihrem Laptop einen Nerv der Zeit: Es gibt eine große „Right to Repair“-Debatte in den USA, aber etwa auch den gesetzlich vorgeschriebenen Reparaturindex in Frankreich. Die EU-Kommission arbeitet daran, etwas Ähnliches europaweit durchzusetzen. Stehen Sie im Austausch mit den jeweiligen Regulierungsbehörden?

Patel: Das ist etwas, das wir gerne mehr machen würden, aber wir sind ein recht kleines Team und können deshalb keine großen Initiativen stemmen. Soweit wir etwas beeinflussen können, tun wir selbstverständlich alles für das „Right to Repair“, was wir können! (mue@ct.de) **c't**

Von den alten Römern bis zur Gegenwart – All about History!



Tauchen Sie ein in vergangene Zeiten:

All About History beleuchtet alle zwei Monate die großen Epochen und Ereignisse der Weltgeschichte und gräbt alte Schätze aus. Erfahren Sie alles über die verschiedenen Zeitalter von der Antike bis zur Gegenwart, die unsere Welt geprägt haben.

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



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

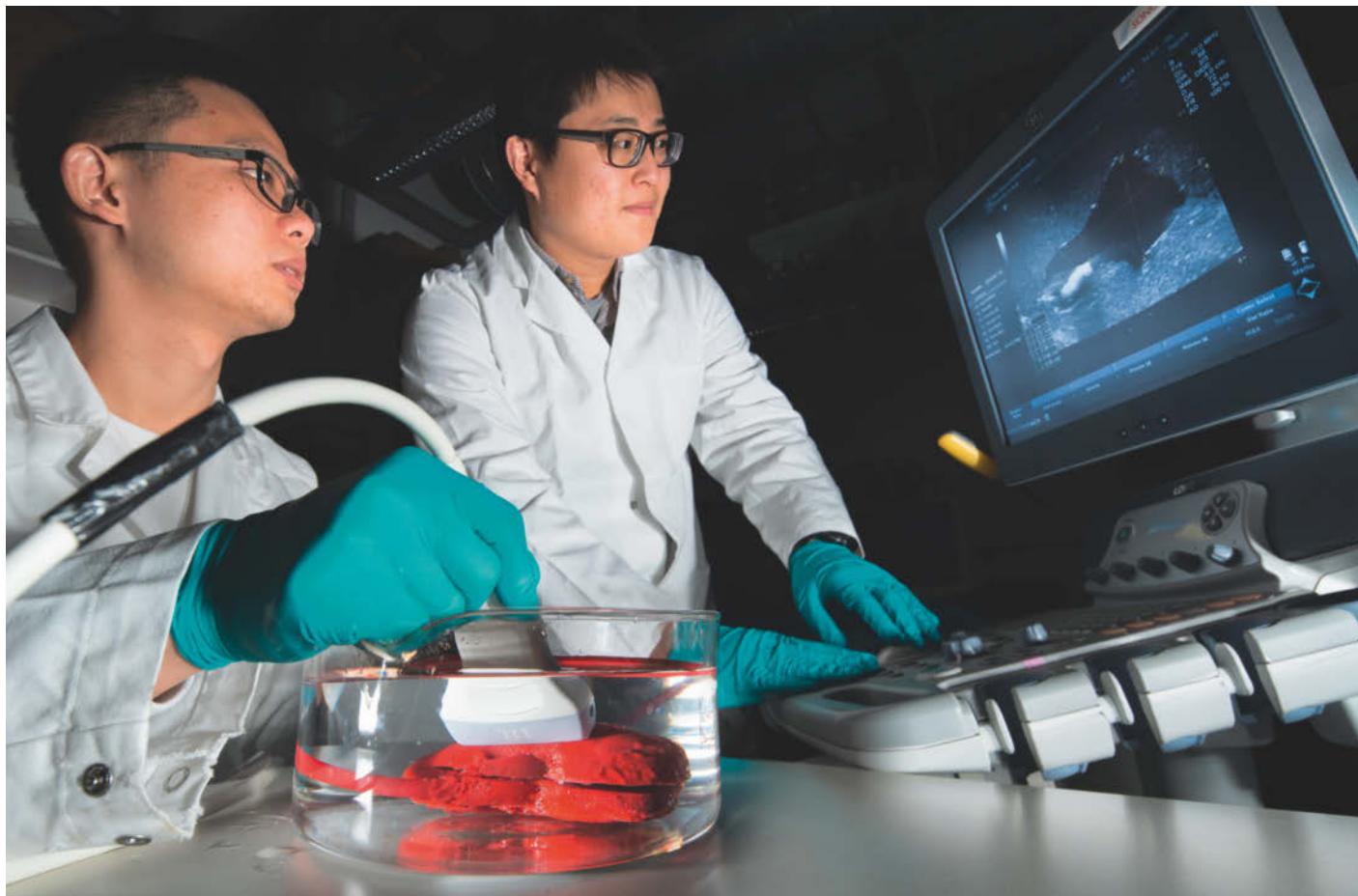


Bild: Wolfram Scheible

Unsterbliche Organe

Cyber-physische Modelle geben übenden Chirurgen Feedback

Simulierte Eingriffe an künstlichen Organen versetzen Nachwuchschirurgen in realistische Operationssituationen. Die cyber-physischen Modelle geben Feedback und bieten die Chance, Methoden gefahrlos zu trainieren und neue Instrumente auszuprobieren.

Von Arne Grävemeyer

Training on the job, das ist eine verbreitete Form der Einarbeitung in vielen Berufsfeldern. Für Chirurgen würde der Laie eine solche Verfahrensweise kaum für angemessen halten. Gleichwohl ler-

nen sie nach den theoretischen Grundlagen die meisten Operationsverfahren in der Praxis am lebenden Menschen kennen, indem sie erfahrenen Chirurgen über die Schulter sehen oder ihnen beim Eingriff assistieren.

Ein Forschungsteam um Tian Qiu, Cyber Valley Group Leader an der Universität Stuttgart, entwickelt künstliche Organe mit möglichst realistischen stofflichen Eigenschaften. Dazu schaffen die Stuttgarter Trainingsumgebungen, die mit künstlicher Intelligenz arbeiten und es ermöglichen, den Ablauf chirurgischer Eingriffe digital auszuwerten. Damit wird nicht nur eine objektive Bewertung der angehenden Mediziner in Echtzeit möglich. Ebenso können erfahrene Chirurgen in dieser Umgebung innovative Operationsmethoden erproben und neuartige medizinische Instrumente testen.

Der Ansatz aus dem baden-württembergischen Cyber Valley, in dem gemeinsam mit der Uni Stuttgart auch das Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme sowie die Universitätskliniken Tübingen, Freiburg und Mannheim forschen, ist es, realistisch anmutende Materialien und eine detaillierte Anatomie zu erzeugen. Der Chirurg kann daran mit echten Instrumenten arbeiten und spürt beim Schneiden und beim Vernähen auch Widerstand, Elastizität und Zähigkeit ähnlich wie beim Arbeiten am realen Patienten. Beispielsweise beim Endoskopieren ist damit genau wie im echten Leben Fingerspitzengefühl gefragt.

Zudem haben die künstlichen Organe einen ähnlichen Wasseranteil und eine vergleichbare elektrische Leitfähigkeit wie ihre natürlichen Vorbilder. Sie lassen sich mit bildgebenden Verfahren durchleuch-

ct kompakt

- Am cyber-physischen Organmodell kann der Chirurg gefahrlos üben, was er sonst oftmals erst assistierend am OP-Tisch kennengelernt.
- Neueste Organmodelle reagieren auch im Ultraschall realistisch und ermöglichen es, Eingriffe digital auszuwerten.
- Simulierte Operationen vereinfachen Tests neuer Verfahren, neuartiger Instrumente und von OP-Robotern.

ten und erscheinen insbesondere im Ultraschallbild wie echte Organe.

Natürlich wirkende Blutgefäße an der Innenhaut

Ein Arzt, der in eine derart gestaltete künstliche Blase mit dem Endoskop eindringt, sieht mit seiner Minikamera am Instrument sogar innen liegende, natürlich wirkende Blutgefäße. Diese künstlich eingefügten Strukturen lassen nicht nur besonders realistische Bilder entstehen, sie dienen noch einem zweiten Zweck: Die Blutgefäße an der Innenwand des Organs erleichtern die automatische Bildanalyse. Denn die Blase aus dem Cyber Valley ist nicht selbst mit Sensoren bestückt. Stattdessen haben die Forscher eine künstliche Intelligenz entwickelt, die die unterschiedlichen Bildausschnitte, die bei der Endoskopie entstehen, zu einer Panoramaansicht zusammensetzt. Die Blutgefäße bieten dafür wichtige Orientierungspunkte.

Die Bildanalyse erlaubt es also, den Urologen bei einer Tumorsuche zu beobachten und anhand der Panoramaansicht zu bewerten, welche Bereiche er betrachtet hat und welche er ausließ. Dabei misst das System auch die Zeit. Eine Blasenendoskopie ist eine zeitkritische Aufgabe. Zwar ist es nicht besonders kompliziert, die Innenwand im Zickzackkurs abzufahren und dabei gegebenenfalls Tumore zu entdecken – die sind recht auffällig. Das Problem ist, dass der Patient trotz lokaler Betäubung nach ein paar Minuten unruhig wird und Schmerzen erleidet. Der Urologe muss also schnell und gleichzeitig gründlich arbeiten.

Die KI des Teams um Qiu kann die ärztliche Leistung beobachten und aus-

sagefähig bewerten. Es gibt auch schon Überlegungen, die Beurteilungsintelligenz, die bei der Arbeit mit künstlichen Organen entstanden ist, in naher Zukunft auch bei Endoskopien an echten Menschen einzusetzen. Auch im realen Fall könnte die KI anhand der sichtbaren Blutgefäße die Kamerabilder zusammensetzen und diese Panoramaansicht der Patientenakte hinzufügen. Der Arzt erhielte zudem eine Auswertung seiner Endoskopie und könnte damit seine Technik verbessern. Zudem könnte ihm das intelligente Beobachtungssystem unmittelbar während des Eingriffs ein Feedback geben.

Per Ultraschall beobachtet und digital ausgewertet

Eine wichtige Operationsform lässt sich mit einer künstlichen Prostata im Zusammenspiel mit einem künstlichen Harnleiter realitätsnah üben und digital auswerten. Im Falle einer gutartigen Prostatavergrößerung verengt dieses Organ zunehmend den Harnleiter. Die gängige Methode zur Lösung dieses Problems ist eine TURP-Operation (Transurethrale Resektion der Prostata). Das ist eine sogenannte Schlüs-

selochtechnik, bei der der Operateur ein spezielles Endoskop mit winziger Kamera und einer Elektroschlinge durch die Harnröhre zum wuchernden Gewebe führt. Mit der Drahtschlinge, die sich mittels hochfrequentem Strom aufheizt, trägt er überschüssiges Gewebe ab und verödet zugleich die dabei beschädigten Gefäße.

Diese Standardoperation ist zwar bei vielen Männern im Laufe ihres Lebens erforderlich, sie verlangt vom Urologen aber auch jahrelange Erfahrung. Die Schnitte dürfen nicht den Schließmuskel oder tieferliegende Bereiche der Prostata verletzen, der Operateur sollte sie glatt ausführen und einen möglichst runden Querschnitt der dabei neu geformten Harnröhre modellieren. Vom Operationserfolg vermittelt die Minikamera am Endoskop aber nur einen ungenauen Eindruck.

Das Training dieser Operation an künstlichen Organen ist nicht nur ungefährlich, weil es nicht zu Komplikationen bei einem Patienten kommen kann. Zudem lässt sich die Führung der Instrumente auch sehr genau im Ultraschall verfolgen.

Die Forscher haben dazu ihre Bildanalysewerkzeuge verfeinert. Damit können

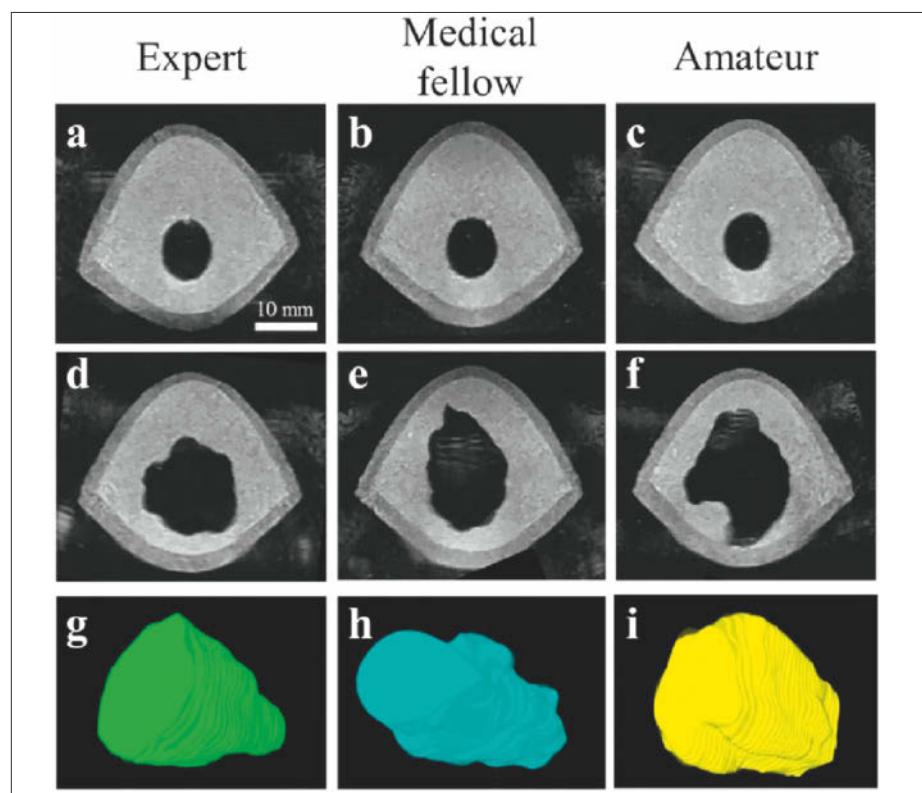


Bild: Uni Stuttgart

Die Bildanalyse einer Operation am cyber-physischen Prostatamodell zeigt die Kamerabilder der verengten Harnröhre (oben) und ihrer Aufweitung (Mitte) durch einen versierten Operateur (links), einen Mediziner mit Vorerfahrung (Mitte) sowie einen Neuling (rechts). Aus Ultraschallbildern setzt das System automatisiert eine 3D-Darstellung der aufgebohrten Harnröhre zusammen (unten).



Mit einem Operationsroboter wie Da Vinci lassen sich chirurgische Eingriffe präzise ausführen. Auch diese Technik erprobten beteiligte Unikliniken zunächst an künstlichen Organen.

sie nach dem Eingriff das Operationsergebnis dreidimensional begutachten. Das System bewertet automatisiert, wie gut der Operateur die drei genannten Parameter erfüllt hat. Dabei ist etwa relevant, ob er also glatte Schnitte ansetzte oder unruhige Schnittkanten hinterließ. Wichtig ist auch, ob er eine runde Röhre schuf oder neue Schwachstellen, die später zu Problemen führen, und ob er etwa Gewebe außerhalb des Operationsfeldes verletzt hat.

Auf diese Weise bietet das cyber-physische Modell plus Bildanalyse nicht nur unerfahrenen Ärzten willkommene Trainingsmöglichkeiten und umfangreiches Feedback, sondern auch erfahrenen Urologen eine neuartige Möglichkeit, ihre Technik zu überprüfen und zu verbessern. Das Feedback, das die Arbeit am Phantomorgan ermöglicht, hat es in dieser Form bisher nicht gegeben.

Roboter führen das Skalpell

„Damit ist auch der Entwicklung neuer Operationsmethoden und -werkzeuge Tür und Tor geöffnet“, erklärt Tian Qiu im Gespräch mit c't. Zum Beispiel sind neuartige Schneidwerkzeuge im Kommen, Laserchirurgie oder Wasserstrahlskalpelle, die in Zukunft vielleicht auch die etablierte TURP-OP gegen die Folgen einer Prostatavergrößerung verbessern. Eine weitere Entwicklung ist der Einsatz von chirurgischen Robotern, in denen Qiu die Zukunft sieht. In vielen Kliniken erweitern Opera-

tionsroboter mit ihrer Präzision schon heute das Spektrum möglicher Eingriffe. Die Forscher setzen ihre Modelle ein, um Roboter-assistierte Operationen zu optimieren, etwa mit dem DaVinci-Roboter der kalifornischen Intuitive Surgical oder mit Operationssystemen der Avatarmedical aus Jena.

Die Roboter-assistierte Technik hat sich beispielsweise bei minimalinvasiven Operationen etabliert, etwa wenn mit drei endoskopischen Instrumenten eine krebsgeschädigte Prostata entfernt wird, ohne die Bauchdecke aufzuschneiden. Auch diese Operation, bei der der Chirurg nach der Prostataentfernung die Harnröhre mit der Blase vernähen muss, lässt sich bereits mit künstlichen Organen aus dem Cyber Valley komplett simulieren. Alle drei betroffenen Körperteile haben die Forscher nachgebildet und schaffen damit eine realistische Operationssituation, die sich per Ultraschall sogar besser als im Ernstfall am Patienten beobachten lässt.

Organe aus der Gießform

Bislang konnten Chirurgen ihr Geschick bei der Präparation an Verstorbenen trainieren. Ethisch fragwürdig waren stets Operationen an Tierorganen, die sich zudem entscheidend von der menschlichen Anatomie unterscheiden. Es gibt auch virtuelle Trainingsmöglichkeiten, die dem Anwender aber heute noch kein haptisches Feedback liefern.

Der 3D-Druck bietet zwar einfache Möglichkeiten, menschliche Organe nachzuformen, nutzt dafür aber relativ starre Materialien. Erst die Kombination aus 3D-Technik und Gießformen für unterschiedliche Polymere brachte den Durchbruch. In eigens patentierten Verfahren erzeugt das Team um Qiu damit künstliche Organe aus weichem Silikon und aus Hydrogelen. Das sind wasserunlösliche Polymere, die aber sehr gut Wasser binden können. Speziell aus Hydrogelen lassen sich Organe formen, die bei Schnittverletzungen auch „bluten“ und damit eine noch realitätsnähere Operationssituation erzeugen.

Die künstlichen Organe reagieren vergleichbar auf starre Instrumente wie ihre natürlichen Vorbilder. Sie weichen etwa flexibel einem Endoskop oder einer Kanüle aus, lassen sich einschneiden und wieder vernähen. Sie lassen sich nach CT-Scans (Computertomografie) am Menschen auch personalisiert gestalten. So haben die Stuttgarter beispielsweise schon die große Hauptschlagader Aorta von Patienten nachgebildet, bei denen sich in diesem Bereich eine Erweiterung, ein sogenanntes Aneurysma, gebildet hatte. Operationen an der Aorta sind äußerst heikel, da der Patient bei einem Riss schnell verbluten könnte. An einem personalisierten künstlichen Organ können Chirurgen zukünftig gefährliche Operationen möglichst realistisch simulieren.

Zurzeit erzeugen die Forscher an der Universität Stuttgart in ihren Laboren alle künstlichen Organe selbst. In naher Zukunft planen sie aber, ein Spin-off zu gründen, das die patentierte Technik übernehmen soll. Dieses Unternehmen soll dann die Produktion künstlicher Organe erweitern, potenzielle Anwender ansprechen und neue Einsatzfelder finden.

Sensoren extern und intern

Künstliche Organe sind weich, Sensoren dagegen zumeist fester und störend. Oft kommt daher bei simulierten Eingriffen an den künstlichen Organen externe Sensorik, zumeist Ultraschall, zum Einsatz. Im Cyber Valley sind aber auch schon Phantomorgane mit Sensorik entstanden, zum Beispiel ein Lebermodell.

Dieses Modell fühlt sich realistisch an und erzeugt im CT sowie beim Ultraschall Abbilder wie ein echtes Organ. Es weist Gallengänge auf, die aufgrund ihrer Verzweigung und ihrer Beschaffenheit bei Endoskopie-Simulationen realistisch an-

muten. Und nicht zuletzt ist dieses Modell mit elektrischen Sensoren ausgestattet, die bei einer simulierten Leberpunktion eine schnelle Rückmeldung geben.

Die Leber ist ein gut durchblutetes Organ, ein Einstich muss exakt an der vorgesehenen Stelle erfolgen. Das Lebermodell trägt nun acht Elektroden. Bei einem Nadeleinstich ändert sich der elektrische Widerstand des Organs, die zur Einstichstelle nächstgelegene Elektrode verzeichnet einen deutlich verringerten Wert. Über diese Ausschläge ermittelt das System in Echtzeit die genaue Eintrittsstelle der Kanüle und gibt unmittelbares Feedback. Auch dieses System verbessert die Möglichkeiten der ärztlichen Ausbildung fundamental und erhöht durch die umgehende Rückmeldung zusätzlich den Stresslevel in der simulierten Eingriffssituation.

Simuliertes Frühchen

Dass es bei Simulationen auch auf eine möglichst realistische Stresssituation ankommen kann, demonstriert eine Entwicklung an der Medizinischen Universität Wien. Hier ist in Kooperation mit dem Unternehmen SIMCharacters der Frühgeborenen-Simulator „Paul“ entstanden, der eine geradezu erschreckende Detailtreue aufweist. Die Puppe entspricht einem Frühchen, das in der 27. Schwangerschaftswoche auf die Welt gekommen ist, gerade 35 Zentimeter groß und ein Kilogramm leicht.

Bei Paul schwimmen Äderchen durch die Haut. Er hat Puls, eine Lunge, die manchmal intubiert werden muss, und wenn per Laptop ein sinkender Blutsauerstoffgehalt simuliert wird, läuft seine Haut blau an. Wenn Paul leidet, ist ein leises Weinen zu vernehmen. Dass eine medizinische Simulation Stress auslösen kann, zeigen die Erfahrungen mit Paul ganz klar. Übungsleiter berichten, dass Teamtrainings auch schon abgebrochen werden mussten, weil es einzelnen Teammitgliedern emotional einfach zu viel wurde. Hier zeigt sich der Wert möglichst realistischer Simulatoren am eindrücklichsten.

Schädeltrauma beobachtet

Organsimulatoren kommen aber auch zum Einsatz, um Vorgänge im Körper zu erforschen. So haben die Forscher im Cyber Valley beispielsweise begonnen, Phantom-Gehirne zu entwickeln. Die sollen helfen, die Vorgänge bei Schädeltrauma und Gehirnerschütterungen zu erkunden. Zwar setzen Unfallforscher schon lange Crashtest-Dummys ein und messen

in verschiedenen Unfallsituationen die Beschleunigungskräfte, die auf Halswirbel und Schädel einwirken. Dabei wird aber nicht deutlich, welche Abläufe am Organ innerhalb des Schädelns auftreten.

Die künstlichen Gehirne kommen ohne künstliche Intelligenz aus. Sie gleichen ihren natürlichen Vorbildern vor allem im Aufbau bezogen auf Großhirn, Kleinhirn und Hirnstamm und weisen eine vergleichbare Masse und Elastizität auf. Zudem sind sie auf ähnliche Weise mit einer Flüssigkeit in einen festen Schädel integriert. Zusätzlich tragen sie elektrische und mechanische Sensoren, um mechanische Kräfte und kurzzeitige Verformungen aufzeichnen zu können.

Parallel sammeln die Forscher mit diesem künstlichen Organ erstmals Erfahrungen mit dem Aufbau eines digitalen Zwillings. Der soll einmal Auskunft darüber geben, was bei einem Autounfall tatsächlich im Schädel eines Passagiers vor sich geht. Die Ergebnisse der Schadensanalysen unterschiedlicher Unfallsituationen könnten das Wissen über die Mechanismen bei der Entstehung einer Gehirnerschütterung oder von Schädeltraumata erweitern und beispielsweise den Anstoß für neue Sicherheitssysteme und neue Behandlungsformen geben.

Künftig mehr Praxiserfahrung

Damit können künstliche Organe hoffentlich ein weiteres Feld erobern und der Wissenschaft künftig mehr über ihre na-

türlichen Vorbilder verraten. Allerdings haben sie noch einen weiten Weg vor sich, um die chirurgische Ausbildung umzukrempeln und angehenden Medizinern möglichst viele realistisch simulierte Operationsgelegenheiten zu eröffnen. Denn sonst müssen die sich ihr Wissen schlicht bei realen Operationen abgucken und dann mit viel theoretischem Wissen, aber ohne praktische Erfahrung ins kalte Wasser springen.

Phantomorgane können eingeschliffene Fehler bei erfahrenen Chirurgen aufdecken und eine gefahrlose Möglichkeit bieten, Operationsmethoden zu variieren oder auf neuartige medizinische Instrumente umzusteigen. Sie könnten in der Zukunft auch die Klassenzimmer erobern oder Besuchern in Gesundheitszentren die praktizierten Operationstechniken verdeutlichen. Das wäre ein Schritt, das medizinische Verständnis in weiten Teilen der Bevölkerung zu steigern und ein gesünderes Leben zu unterstützen.

(agr@ct.de) **ct**

Literatur

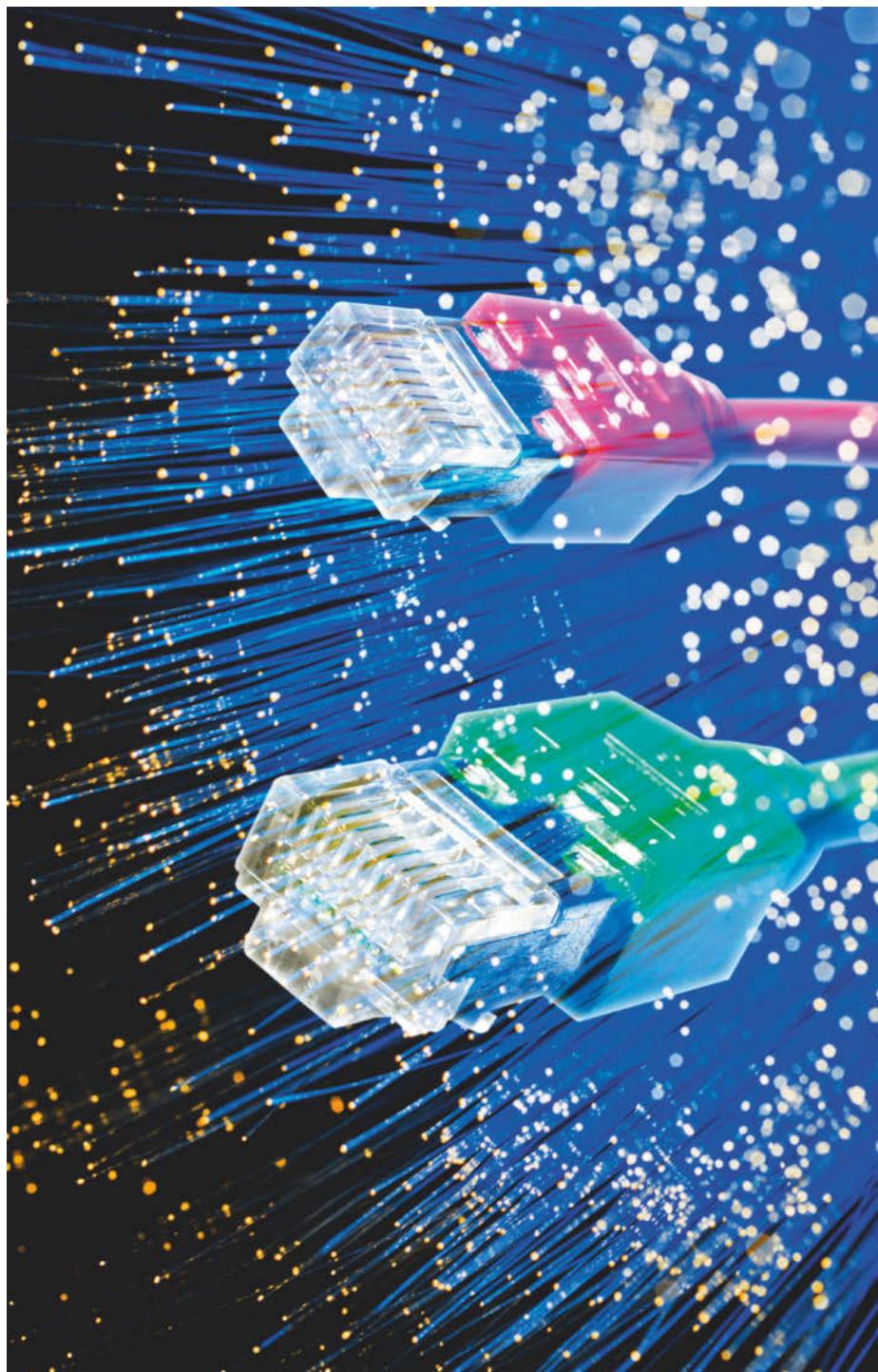
- [1] Eunjin Choi, Tian Qiu et al.; Soft Urinary Bladder Phantom for Endoscopic Training; Annals of Biomedic Engineering; September 2021
- [2] Eunjin Choi, Tian Qiu et al.; A High-Fidelity Phantom for the Simulation and Quantitative Evaluation of Transurethral Resection of the Prostate; Annals of Biomedic Engineering; Januar 2020
- [3] Xiangzhou Tan, Tian Qiu et al.; Soft Liver Phantom with a Hollow Biliary System; Annals of Biomedic Engineering; September 2021

Weitere Infos: ct.de/yqec



Bild: SIMCharacters

Am Simulator für ein frühgeborenes Baby trainieren Notfall-Teams nicht nur die lebensrettenden Handgriffe, sondern durchleben oft auch emotionale Belastungen.



Elegant abgewählt

Mieter zahlen künftig für den Glasfaserausbau

Die ungeliebte Kabelanschlussgebühr wird es bald nicht mehr geben. Dafür könnte auf vielen Nebenkostenabrechnungen künftig ein neuer Posten auftauchen: das „Glasfaserbereitstellungsentgelt“. Eigentlich sollte es die Interessen von Mieter, Immobilieneigentümern und Festnetzbetreibern gleichermaßen berücksichtigen. Dafür müsste der Gesetzgeber aber noch erheblich nachbessern.

Von Torsten J. Gerpott

Mietern sollten ihre Nebenkostenabrechnung in den kommenden Monaten und Jahren noch etwas genauer als sonst durchsehen, denn der Gesetzgeber hat einen wichtigen Punkt geändert. Am 1. Dezember tritt in Deutschland ein neues Regelwerk mit dem sperrigen Namen „Telekommunikationsmodernisierungsgesetz“ (TKModG) in Kraft. Die Bundesregierung ist damit zu spät dran, denn die neue Regelung setzt die EU-Richtlinie 2018/1972 „über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation“ in deutsches Recht um. Das aber hätte bereits zum 21. Dezember 2020 erfolgen müssen.

Die Neuregelung betrifft die Internet- und Rundfunkanschlüsse vieler Millionen Privathaushalte, vor allem in Mehrfamilienhäusern. Sie wird aber auch den Markt für Internet- und Kabelanbieter verändern und Immobiliengesellschaften dazu zwingen, ihre Geschäftsmodelle anzupassen. Um das Gesetz, das diese eng miteinander verwobenen Bereiche regelt, entbrannte schon im Vorfeld heftiger Streit, der sich auch in Fach- und Publikumsmedien niederschlug.

Aus für die Kabelgebühr

Die Novelle schafft das sogenannte Nebenkostenprivileg ab. Seit 1984 erlaubt § 2 Nr. 15b Betriebskostenverordnung (BetrKV) Vermietern, die Kosten für einen Kabelanschluss an die Mieter durchzureichen. Die Vermieter schlossen also Sammelverträge mit Kabelanbietern wie Vodafone oder Telecolumbus ab und stellten

die Kosten dafür als Nebenkosten in Rechnung. Die Mieter mussten dafür bezahlen, selbst wenn sie den Anschluss überhaupt nicht nutzen wollten. Eine Kündigung war nicht möglich. Erst mit dem Auszug endeten die Zahlungen.

Diese Regelung diente ursprünglich zur Finanzierung des Kabelnetzes. Darüber sollten nach dem Willen des Gesetzgebers ab den 1980er-Jahren gemäß den Vorstellungen von CDU/CSU und FDP auch die Programme privater Rundfunkanbieter verbreitet werden; das Kabelnetz betrieb ursprünglich die Deutsche Post. Die Monopolkommission – ein Beratungsgremium der Bundesregierung – bemängelte schon seit mehr als einem Jahrzehnt die Regelung, von der aktuell knapp 13 Millionen Privathaushalte betroffen sind. Kern der Kritik war, dass die Mieter nicht frei wählen konnten, auf welchem Weg sie Fernseh- und Rundfunkprogramme empfingen. Obwohl beispielsweise vielerorts ein kostenloses DVB-T-Signal bereitstand, mussten sie weiterhin für den Kabelanschluss bezahlen.

Der Anschlusszwang hatte ausbeutische Monopolpreise zur Folge und benachteiligte Wettbewerber wie Telekom Deutschland oder Freenet, die innovative technische Alternativen für den Rundfunkempfang vermarkten. Gegner einer Streichung von § 2 Nr. 15b BetrKV trugen vor, dass die Mieter von Mengenrabatten profitierten und dass sie alle wichtigen Rundfunkprogramme erhielten, ohne sich mit Angebotsvergleichen oder Buchungen beschäftigen zu müssen.

Ursprünglich sah der TKModG-Regierungsentwurf vom 25. Januar 2021 vor, die alte Regelung noch für zwei Jahre beizubehalten, wenn hausinterne Telekommunikationsnetze noch vor Inkrafttreten des Gesetzes in Betrieb gegangen waren. In der Endfassung des neuen Regelwerkes betrug die Übergangsfrist dann zwei Jahre und sieben Monate. Der Stichtag für das Ende der alten Nebenkostennorm verschob sich dadurch auf den 30. Juni 2024. Nach diesem Zeitpunkt dürfen Mieter der Rundfunkversorgung über einen Breitbandanschluss in der Betriebskostenumlage jederzeit ohne Frist widersprechen. Sie haben also ein Opt-out-Recht.

Neue Gebühr für Glasfaser

Die Kabelgebühr verschwindet zwar, dafür kommt aber eine neue: das Glasfaserbereitstellungsentgelt, das in § 72 Telekommunikationsgesetz (TKG) geregelt ist.

Dieses Entgelt dürfen Festnetzbetreiber mit Gebäudeeigentümern vereinbaren, wenn sie nach dem 1. Dezember 2021 bis Ende 2027 deren Immobilien erstmalig mit einem hausinternen Glasfasernetz ausstatten. Dieses Netz muss bis in die Wohnungen reichen. Der Vermieter kann die Kosten dafür unter bestimmten Voraussetzungen auf seine Mieter im Rahmen der Betriebskostenabrechnung umlegen. Eine gesonderte Einwilligung des Mieters benötigt er dafür nicht.

Die Mieter müssen das neue Entgelt zahlen, ein Widerspruch ist nicht möglich. Die Höhe ist allerdings auf fünf Euro pro Monat und Wohnung begrenzt. Der Vermieter kann es bis zu fünf Jahre lang fordern, dann fällt es wieder weg. Nur in Ausnahmefällen, also bei besonders hohen Ausbaukosten, kann sich diese Zeit verlängern. Mögliche Gründe dafür wären beispielsweise fehlende Leerrohre oder Auflagen für den Denkmal- oder Brandschutz. In diesen Fällen kann der Vermieter das Entgelt bis zu neun Jahre lang von seinen Mieter fordern, also längstens bis Ende 2036. In der Summe können so bis zu 300 beziehungsweise 540 Euro pro Wohnung zusammenkommen. Das Bereitstellungsentgelt darf auch für hausinterne Glasfasernetze erhoben werden, die bereits zwischen Anfang Januar 2015 und Ende November 2021 errichtet wurden. Das ist allerdings nur dann zulässig, wenn

c't kompakt

- Kabelanschlussgebühren können nur noch bis Mitte 2024 über die Nebenkosten abgerechnet werden.
- Stattdessen dürfen Vermieter künftig einen neu verlegten Glasfaseranschluss über die Nebenkosten abrechnen.
- Das neue Entgelt fällt maximal fünf Jahre an, nur in Ausnahmefällen darf es bis zu neun Jahre lang gefordert werden.

ein Gebäudeeigentümer dabei seinerseits einen Gestattungsvertrag eingegangen ist, der noch mindestens bis zum 1. Juli 2024 läuft.

Ausbau im Rückstand

Von der neuen Mieterabgabe erhoffen sich Regierung und viele Marktteilnehmer, dass sie die Verlegung von Glasfaseranschlüssen in Gebäude, im Branchenjargon Fiber to the Building (FTTB), beschleunigen wird. Die FTTB-Versorgungsquote („homes passed“ in Prozent aller Privathaushalte) ist in Deutschland bislang niedrig: Weniger als 20 Prozent der Haushalte sind bereits an eine FTTB- oder FTTH-Leitung (Fiber to the Home, Glasfaser bis in die Wohnung) angeschlossen. Deutschland liegt damit um mehr als 25 Prozentpunkte unter dem Durchschnitt der EU-Mitgliedsstaaten. Das Angebot ist auch deshalb so schwach, weil in vielen Gebäuden kein Netz vorhanden ist, das das Leistungspotenzial eines Glasfasergebäudeanschlusses voll ausschöpfen könnte.

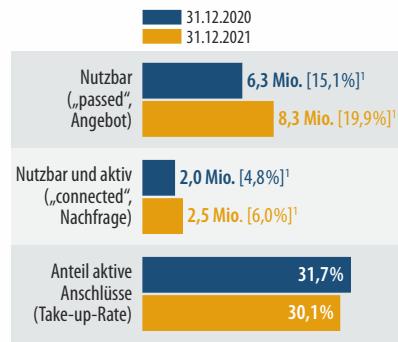
Das Glasfaserbereitstellungsentgelt wird als intelligenter Nachfolger des alten Nebenkostenprivilegs gehandelt. Das allerdings unterstellt ohne empirische Nachweise, dass die bisherigen Breitbandanschlussgebühren hauptsächlich für den Ausbau gebäudeinterner Netze eingesetzt worden wären. Bislang zahlten die Mieter aber für die Belieferung mit Rundfunksignalen, künftig zahlen sie für die Bereitstellung eines Anschlusses, über den sie einen schnellen Internetzugang buchen können.

Verletzung von EU-Recht

Die sehr großzügig bemessene Übergangszeit ist wahrscheinlich europarechts-

Wachstum bei Glasfaser

Die Zahl der Glasfaseranschlüsse nimmt zwar zügig zu, allerdings nutzt bislang nur knapp ein Drittel der angeschlossenen Haushalte die neuen Angebote. Mögliche Gründe dafür sind lange Kündigungsfristen für Altanschlüsse auf Kupferbasis und vergleichsweise hohe Kosten für Gigabit-Anschlüsse per Glasfaser.



widrig. Deutschland darf die Umsetzung des Kodex für die elektronische Kommunikation nicht eigenmächtig um weitere dreieinhalb Jahre verzögern. Das ist auch nicht mit dem Vertrauenschutz für die Wohnungswirtschaft oder Kabelnetzbetreiber zu rechtfertigen. Denn das Ende des bisherigen Nebenkostenprivilegs, mit dem die Kosten für das TV-Kabel auf die Mieter umgelegt werden konnten, hat sich schon seit Langem abgezeichnet. Investoren konnten und mussten sich darauf einstellen.

Üppiges Entgelt

Das Glasfaserbereitstellungsentgelt ist mit bis zu 300 beziehungsweise 540 Euro je Wohnung so üppig bemessen, dass die Investitionen für ein neues hausinternes Glasfasernetz bis in die Wohnungen damit in den meisten Fällen voll gedeckt werden können. Mieter tragen somit die Kosten für diese Gebäudeausstattung allein, obwohl auch andere davon profitieren. Die Ausstattung hat für Vermieter durch Wertsteigerung ihrer Gebäude und für Festnetzbetreiber durch die Herstellung marginaträchtiger Gigabitanschlüsse enorme Vorteile.

Die Ausdehnung des Entgelts auf einen Altbestand von hausinternen Netzen mit der Begründung der Notwendig-

keit eines Vertrauenschutzes ist genau wie das einstweilige Weiterschleppen des alten Nebenkostenprivilegs ein Fehlgriff des Gesetzgebers. Eine Umlage für bereits getätigte Investitionen schafft keinerlei Anreize für zukünftige Ausbauten. Die einseitig zulasten der Mieter erfolgte Regelung lässt erahnen, wie wirksam die Immobilienkonzerne und Netzbetreiber auf Bundestag und -rat bei der Formulierung des TKModG Einfluss genommen haben.

Bessere Alternativen

Schon im Vorfeld der Neufassung waren zahlreiche Vorschläge im Umlauf, wie man die Interessen der Beteiligten besser hätte austarieren können. Beim alten Nebenkostenprivileg hätte der Gesetzgeber jegliche Übergangsfristen bis zu dessen Abschaffung beseitigen müssen. Außerdem müsste die bisherige gebündelten Belieferung mit Breitbandanschluss und Rundfunksignalen automatisch enden, sofern ein Mieter den Vertrag nicht auf eigenen Wunsch fortsetzen möchte. Ein solches Verfahren macht den Wechsel für Mieter einfacher. Vor allem setzt es Wohnungswirtschaft und Kabelnetzbetreiber unter Druck, gute Angebote zu machen, damit ihre Pakete aus Breitbandanschluss und Rundfunkdiensten attraktiv für Mieter sind.



Bild: M-Net

Sind Glasfaserleitungen erst einmal verlegt, bieten sie erhebliche Kapazitätsreserven und sind auf lange Sicht zukunftssicher.

Bei dem neuen Glasfaserbereitstellungsentgelt wären zwei Modifikationen sinnvoll: Erstens sollten Mieter nicht zur Zahlung verpflichtet werden können, wenn es um hausinterne Glasfaseranschlüsse geht, die bereits vor dem 1. Dezember 2021 betriebsbereit waren. Zweitens sollten die Investitionen für Infrastrukturen in Miethäusern nicht ausschließlich Mieter aufgebürdet werden, sondern daran müssten auch die Wohnungswirtschaft und Festnetzbetreiber beteiligt werden. Dies bedeutet, dass die Entgeltobergrenzen deutlich unter 300 beziehungsweise 540 Euro pro Mieteinheit gesenkt werden müssten. Angemessener wäre eine paritätische Verteilung, bei der höchstens ein Drittel der nachgewiesenen, wirtschaftlich vertretbaren Ausstattungsinvestitionen über die Betriebskosten auf Mieter umgelegt werden dürfte.

Die neue Bundesregierung muss wichtige Entscheidungen treffen, nicht bloß bei Generalthemen wie dem Klimaschutz, der Besteuerung von Vermögen und Einkommen sowie der Rentengestaltung in einer rasch alternden Gesellschaft, sondern auch bei der Regulierung der Rundfunkverbreitung und der Versorgung mit Gigabitanschlüssen. Gerade der Glasfaserausbau hat sehr hohe Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit der Republik. Es wäre gut, wenn die Bundesregierung die dabei zu lösenden Aufgaben nicht auf die lange Bank schieben würde. (uma@ct.de) **ct**

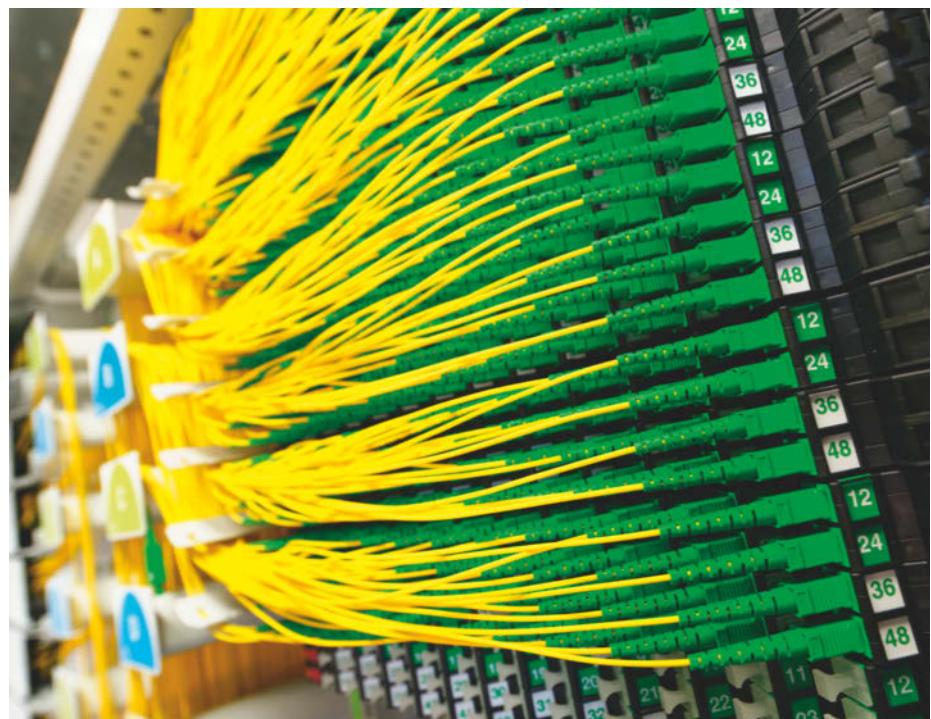


Bild: Deutsche Glasfaser, Martin Wissen

Glasfaserinstallationen, hier im Bild ein Glasfaserhauptverteiler, rücken immer näher zum Kunden hin und sorgen dabei für höhere Datenraten.

API 2021

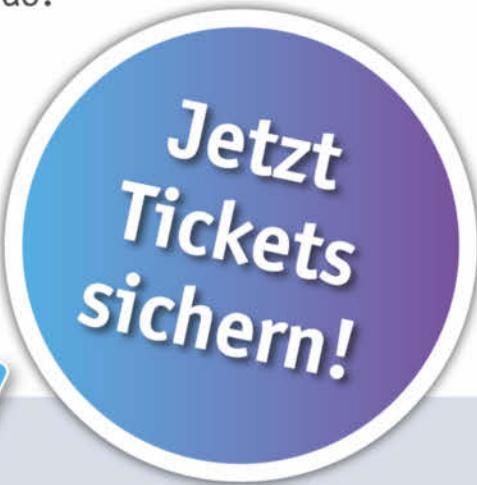
Die Heise-Konferenz zu Design, Entwicklung und Management von Web-APIs

1. Dezember 2021 – Online

Schnittstellen, die die Welt bedeuten

Die betterCode() API im Dezember 2021 gibt Ihnen Antworten auf zahlreiche Fragen:

- ✓ **REST:** Wo liegen die Schwächen? Welches sind die Alternativen?
- ✓ **API Coding Guidelines:** Wie machen die das bei Zalando?
- ✓ **APIs versionieren:** Muss das sein?
- ✓ **Asynchrone APIs:** Wo kann die AsyncAPI helfen?
- ✓ Sind APIs grundsätzlich **unsicher**?



Jetzt
Tickets
sichern!

Automatische Notabschottung

Wie Microsoft Exchange-Server effektiver schützen will

Microsoft hat neue Sicherheitsmaßnahmen für Exchange-Server eingeführt und verfolgt damit einen vielversprechenden Ansatz: verwundbare Funktionen sperren, bis ein Patch zur Verfügung steht. Das nimmt Druck von den Admins, wachsam müssen sie aber weiterhin sein.

Von Wilhelm Drehling und Dennis Schirrmacher

Anfang März 2021 nutzte die Hackergruppe „Hafnium“ vier Sicherheitslücken im Microsoft-Exchange-Server aus, um Systeme im großen Stil zu haken. Trotz Notfall-Patch wurden in wenigen Stunden weltweit hunderttausende Server Opfer der Angriffe. Um auf solche Bedrohungen in Zukunft besser reagieren zu können, führte Microsoft mit den kumulativen Updates Ende September den Dienst „Emergency Mitigation“ (EM) ein. Bei „Mitigations“ handelt es sich um Regeln, die die Folgen von gefundenen Lücken mildern, indem angreifbare Funktionen abgeschaltet werden.

Exchange-Server fragen regelmäßig bei Microsoft-Servern nach, ob neue Regeln vorliegen. Sollte sich so ein Vorfall wie im März wiederholen, erstellt Microsoft eine Regel, die der EM-Dienst automatisch auf verwundbare Exchange-Server herunterlädt und direkt ausführt. Eine solche Regel blockiert beispielsweise Anfragen, die über einen bestimmten Port eintrudeln. Microsoft sperrt so auf Knopfdruck verwundbare Funktionen, um Server so lange zu schützen, bis ein Sicherheits-Patch zur Verfügung steht. Der EM-Dienst läuft ab sofort in den Exchange-

Server-Versionen 2016 und 2019. Auf Wunsch können Admins die Funktion deaktivieren.

Arbeit für die Admins gibt es weiterhin: Die Regeln werden zwar automatisch angewendet, doch wenn ein Patch bereitsteht, muss man sie von Hand wieder abschalten. Damit das Verfahren möglichst wenig Ärger macht und nicht ständig Funktionen auf dem Exchange-Server blockiert, verspricht Microsoft, EM nur bei kritischen Lücken zu verwenden.

Angriffe motivieren Entwicklung

Der EM-Dienst kann als Antwort auf die Angriffswelle im März 2021 verstanden werden: Admins wurden von den Attacken überrannt und kamen offensichtlich mit dem Patchen nicht hinterher. Selbst nach Wochen waren noch zehntausende verwundbare Server über das Netz erreich- und angreifbar [1]. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) bewertete die Lage als kritisch und rief die höchste Bedrohungslage „Rot“ aus.

Als direkte Reaktion auf die Hafnium-Angriffe brachte Microsoft kurz darauf das Exchange On-premises Mitigation Tool (EOMT) heraus. Dieses unterstützte Admins beim Patchen und half außerdem

beim Aufräumen von Schadcode sowie beim Aufspüren von Backdoors. Der neue EM-Dienst basiert teilweise auf EOMT.

Zusammenspiel

Es gibt drei Eindämmungsstrategien: URL-Rewrite-Regeln blockieren von Angreifern genutzte HTTP-Endpunkte der Exchange-APIs, die auf verwundbare Funktionen zeigen. Sogenannte App-Pool-Mitigations deaktivieren eine Gruppe von Funktionen beziehungsweise Teilebereiche eines Servers. Die dritte Regel deaktiviert bestimmte anfällige Dienste, die Microsoft nicht näher dokumentiert hat.

Damit der EM-Dienst Regeln herunterladen kann, benötigt er über den Port 443 eine Verbindung zu Microsoft-Servern, genauer zu den Office Config Services (OCS), die auch die Office-Produkte nutzen. Für Admins, die sichergehen wollen, dass das auch klappt, hat Microsoft ein PowerShell-Skript im Skripte-Ordner des Exchange-Servers hinterlegt (C:\Program Files\Microsoft\Exchange Server\V15\Scripts). Das Skript „Mitigation-ServiceConnectivity.ps1“ prüft, ob es eine Verbindung zu den OCS herstellen kann. Gelingt der Verbindungsaufbau, bestätigt der Server das mit: „The Mitigation Service endpoint is accessible from this computer.“

Der EM-Dienst fragt ständig bei den OCS nach, ob Microsoft eine neue „Mitigation“ bereitgestellt hat und lädt die Regeln in Form einer XML-Datei herunter. Bevor der Dienst sie anwendet, prüft er die Quelle der signierten XML-Datei auf Vertrauenswürdigkeit und ob sie nicht manipuliert ist.

Wirft das EM-Update einen Fehler aus, kann es daran liegen, dass auf dem Server das IIS-URL-Rewrite-Modul nicht vorhanden ist. Admins, die ihren Ex-

```
[PS] C:\Program Files\Microsoft\Exchange Server\V15\Scripts>.\Get-Mitigations.ps1
Server      : EXHV-0612
Version     : Version 15.2 (Build 986.5)
ID          : PING1
Type        : Ping
Description : EEMS Heartbeat probe. Does not modify any exchange settings.
Status      : Applied

[PS] C:\Program Files\Microsoft\Exchange Server\V15\Scripts>
```

Das Skript Get-Mitigations.ps1 durchforstet Server nach aktiven Mitigations (Sicherheitsregeln) und zeigt sie im PowerShell-Fenster an.

change-Server auf einem Windows Server 2012 oder 2012 R2 betreiben, müssen zusätzlich das „Update für Universal C Runtime“ (KB2999226) installieren, bevor das EM-Update funktioniert.

Aufräumen nach Sicherheits-Patches

Auch im Fall von Zero-Day-Attacken, also wenn es bereits Angriffe, aber noch keinen Patch gibt, soll EM verwundbare Server automatisch schützen. Microsoft versichert, Mitigations nur bei wirklich gefährlichen Lücken zu verwenden. Denn je nachdem, welche Exchange-Funktionen die Mitigation deaktiviert, kann das den regulären Betrieb einschränken.

Damit das Entsorgen von nicht mehr benötigten Eindämmungsregeln nach einem Patch so übersichtlich wie möglich funktioniert, können Admins für einen Server alle aktiven Mitigations entweder über das im Skripte-Ordner liegende PowerShell-Skript Get-Mitigations.ps1 einsehen oder den PowerShell-Befehl

```
Get-ExchangeServer -Identity <Name> |  
  fl name, MitigationsApplied
```

einsetzen. Weitere Befehle für Admins finden sich in der Dokumentation über EM (siehe ct.de/yvqe).

Der EM-Dienst ist voreingestellt aktiv und wendet verfügbare Mitigations umgehend an. Admins können den Dienst aber sowohl für das ganze Netzwerk als auch für einzelne Server deaktivieren. Für ein gesamtes Netzwerk erledigt das der folgende Befehl:

```
Set-OrganizationConfig -MitigationsEnabled $false
```

Für einen einzelnen Server gibt es den Befehl

```
Set-ExchangeServer -Identity <Name> |  
  -MitigationsEnabled $false
```

Im Zuge des kumulativen Updates änderte Microsoft außerdem die Lizenzbedingungen. Ab sofort möchte Microsoft Daten sammeln, um mögliche Sicherheitslücken früher entdecken und fixen zu können. Über eine neue dritte Option können Admins den Lizenzbedingungen zustimmen, ohne Daten an Microsoft zu senden. Eine Übersicht der Daten, die Microsoft analysieren will, findet sich in der Dokumentation zu „Diagnostic Data“ (siehe ct.de/yvqe).

Fazit

In der Theorie klingt Microsofts EM-Ansatz vielversprechend. Durch den automatischen temporären Schutz könnten Attacken weitaus seltener Schaden anrichten oder sogar komplett ins Leere laufen. Mit dem EM-Dienst geben Admins aber ein Stück ihrer Eigenständigkeit ab: Sie müssen sich darauf verlassen, dass Microsoft seinen Job zuverlässig erledigt und die Mitigation-Regeln gewissenhaft formuliert, sodass der Normalbetrieb von Exchange-Servern nicht negativ beeinflusst wird. (wid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Dennis Schirrmacher, Microsofts spätes Erwachen, Die Exchange-Sicherheitslücken im Detail, c't 8/2021, S. 12

EM-Dokumentation: ct.de/yvqe

Ist das, was du wählst,

auch das, was du willst?



Christian J. Meier

Der Kandidat

Sie zielen auf dein Innerstes

Deutschland in naher Zukunft. Sophie König steht kurz vor ihrem Ziel, die Psyche von Menschen in deren Datenspuren zu erkennen. Um ihren Traum zu verwirklichen, schließt die KI-Forscherin einen Pakt mit dem zwielichtigen Andy Neville, der auch vor digitaler Wählermanipulation nicht zurückschrekt.

Zur selben Zeit macht der charismatische Jungpolitiker Boris Riemann eine steile Karriere. In seinem Ringen um Wählerstimmen attackiert er die etablierte Präventionspolitik des amtierenden Bundeskanzlers.

Bald verbinden sich die Erfolge von Sophie und Riemann auf tödliche Weise ...

2021 · 416 Seiten · Broschur · 12,95 €
ISBN 978-3-947619-61-0

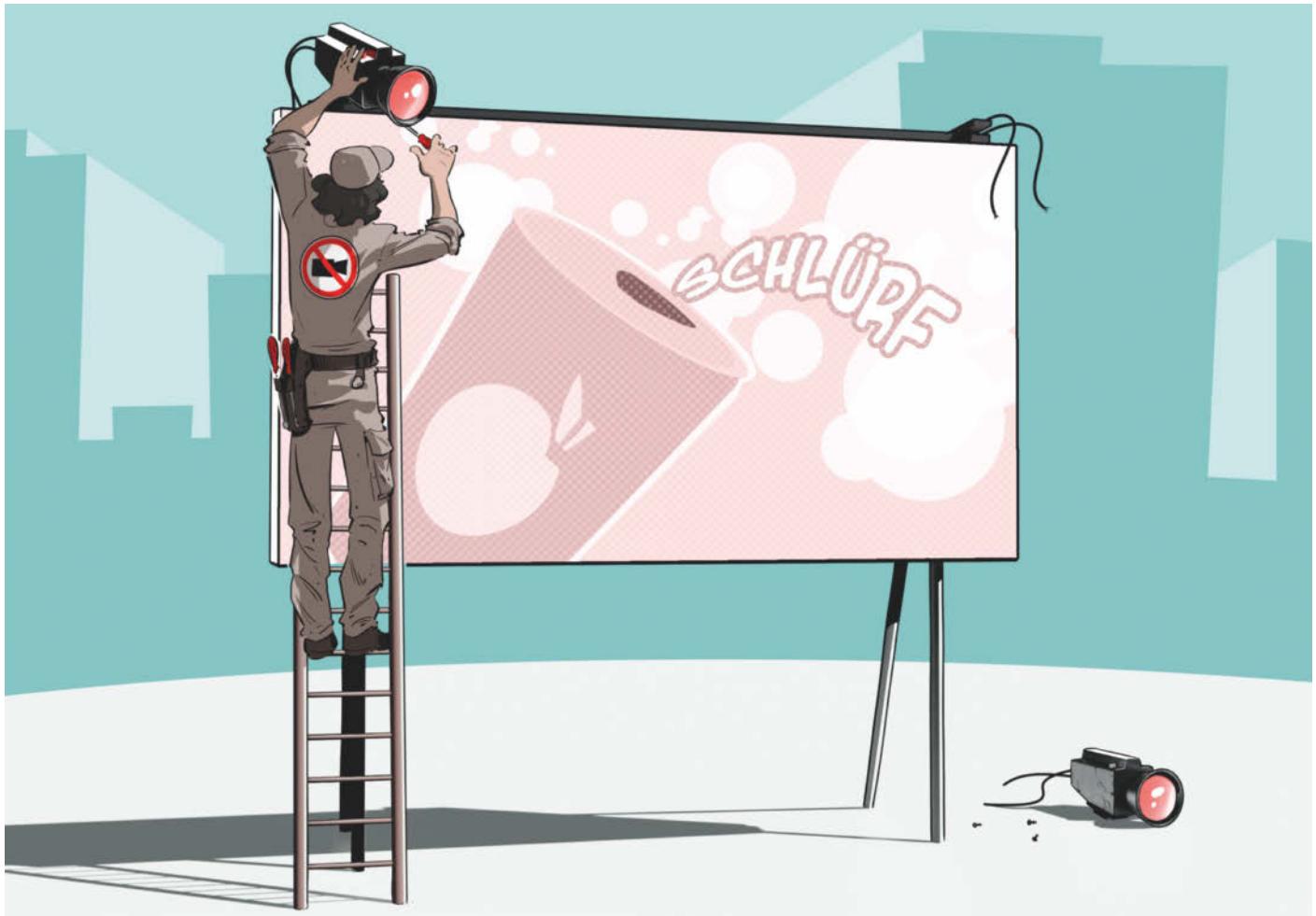


Bild: Albert Huim

Überwachungswerbung adé?

Die Lobbyschlacht um personalisierte Werbung in der EU

Grüne und Sozialdemokraten im EU-Parlament wollen „Überwachungswerbung“ verbieten. Die Wirtschaft wehrt sich massiv, weil sie keine Alternative für eine zielgenaue Ausspielung von Werbung sieht.

Von Torsten Kleinz

Alexandra Geese, Grünen-Abgeordnete im Europaparlament, will der Online-Werbebranche im „Digital Services Act“ (DSA) einen radikalen Kurswechsel aufzwingen. Mit dem DSA will die EU einen neuen Regulierungsrahmen für Internetplattformen schaffen. Geese will dabei durchsetzen, dass Werbung künftig nicht mehr auf die Profile einzelner Personen ausgespielt werden darf. Unterstützung erhält sie hierfür aus der eigenen Fraktion und von den Sozialdemokraten. Von einer Mehrheit ist dies noch weit entfernt.

„Als ich vor einem Jahr angefangen habe, über ein Verbot personalisierter Werbung zu sprechen, hat mir jeder gesagt: Das ist etwas, was Du nicht ändern kannst – wie ein Naturgesetz“, sagte Geese bei der Präsentation einer Studie über personalisierte Werbung. Das Werbegeschäft

war zu groß und die IT-Konzerne aus dem Silicon Valley haben zu geschickt für ihre Interessen lobbyiert, um grundlegende Reformen durchzusetzen.

Doch der Wind scheint sich zu drehen. Geese hofft darauf, dass sie bis zur Verabschiedung des finalen Berichts im November weitere Kollegen umstimmen kann. Dabei könnte ihr besagte Studie helfen, die die Grünen/EFA-Fraktion bei der Denkfabrik Autonomy in Auftrag gegeben hat. Autonomy schätzt, dass in der EU jeden Tag rund 84 Milliarden sogenannte „Bid Requests“ an Werbenetzwerke geschickt werden – pro EU-Bürger wären das knapp 200.

Bei jedem dieser Bid Requests werden viele persönliche Daten eines Nutzers an Plattformen übermittelt, die Werbeplätze versteigern, um personalisierte Werbung

auszuspielen. Diese Informationen reichen von persönlichen Interessen, Angaben zu Alter und Einkommen bis hin zu eindeutigen Kennungen, die einen Nutzer (beziehungsweise seinen Browser) über die Grenzen von Webseiten hinaus eindeutig identifizieren.

Offensichtlicher Reformbedarf

Eigentlich lässt sich aus der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ableiten, welche Informationen Webseitenbetreiber und Werbeunternehmen unter welchen Voraussetzungen wohin übermitteln dürfen, um Werbung auszuspielen. Die DSGVO sollte die Rechte der Konsumenten stärken. Wenn ihre Daten zu Marketing-Zwecken an Dritte weitergegeben werden, sollen diese erst zu stimmen müssen. Damit eine solche Zustimmung wirksam ist, muss jedoch erst ersichtlich sein, um welche konkrete Datenverarbeitungen es eigentlich geht.

Doch mit der derzeitigen Ausgestaltung des Datenschutzes ist kaum jemand zufrieden. Nutzer haben sich daran gewöhnt, Cookie-Banner möglichst schnell wegzu klicken. Manche Publisher nutzen das aus, indem sie ihre Banner irreführend gestalten, sodass möglichst viele Nutzer – bewusst oder unbewusst – weiterhin ihre Zustimmung für das Datengeschäft erteilen.

In der Praxis wird sich für die Verbraucher auch durch das „Gesetz zur Regelung des Datenschutzes und des Schutzes der Privatsphäre in der Telekommunikation und bei Telemedien“ (TTDSG), das am 1. Dezember in Deutschland in Kraft tritt, nichts verbessern. Es sieht zwar vor, dass Nutzer bei einem zentralen Anbieter hinterlegen können, ob und unter welchen Voraussetzungen sie ihre Zustimmung zum Setzen von Cookies geben wollen. Einen Anbieter für ein solches „Personal Information Management System“ (PIMS) gibt es aber nicht.

Technische Lösungen nicht in Sicht

Einzelne Tech-Unternehmen haben eigene Lösungen entwickelt, um der Datengier der Werbeindustrie einen Riegel vorzuschieben. Apple hat die Anti-Tracking-Maßnahmen in seinem Browser Safari und im iPhone-Betriebssystem iOS massiv verstärkt und den Zugang zu persönlichen Informationen der Gerätebesitzer wesentlich eingeschränkt. Werbe-Konzerne wie Facebook beklagen Umsatzeinbußen durch Apples neue Regeln.

Andere Browser-Hersteller setzen auf einen neuen Standard, das sogenannte Global Privacy Control. Dabei sendet der Browser besuchten Websites ein Signal, falls der Nutzer der Weitergabe oder dem Verkauf persönlicher Daten widerspricht. Einige Verlage haben sich der Initiative angeschlossen, darunter die New York Times, die Washington Post und die Financial Times. Zu den Browserherstellern, die Global Privacy Control unterstützen, zählen Brave, DuckDuckGo und Mozilla. Ohne eine breitere Unterstützung dürfte sich Global Privacy Control aber genauso zu einem Rohrkrepierer entwickeln wie das ähnliche Do not Track (DNT). Mit DNT können einzelne Browser einer Webseite oder Webanwendung den Wunsch signalisieren, dass diese über die Aktivitäten des Besuchers kein Nutzungsprofil anlegen soll. Alle weit verbreiteten Browser unterstützen DNT, aber viele Verlage und Werbeunternehmen ignorieren es.

Breitere Unterstützung: Das bedeutet vor allem Google, denn Google ist die treibende Kraft hinter dem marktbeherrschenden Browser Chrome. Aber Google ist auch ein Werbekonzern und setzt auf eine andere Lösung, die der Werbebranche nicht allzu weh tun soll. Mit seiner Initiative „Privacy Sandbox“ will Google

ct kompakt

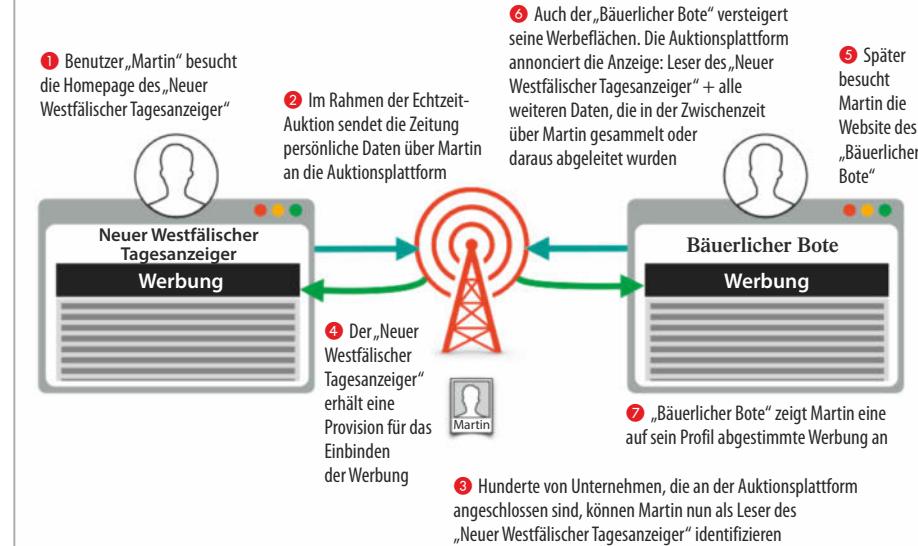
- Im Rahmen der Verhandlungen zum Digital Services Act der EU wollen Grüne und Sozialdemokraten personalisierte Werbung wegen des Abflusses persönlicher Daten verbieten.
- Bislang ist kein anderes Verfahren in Sicht, mit dem Werbung ähnlich wirksam platziert werden kann.
- Werbeunternehmen, Branchenverbände, Verbraucherschützer und Politiker ringen derzeit um eine für alle akzeptable Lösung.

Third-Party-Cookies abschaffen und stattdessen den Browser zum zentralen Werkzeug zur Zuordnung von Werbung machen. Statt individueller Nutzerprofile sollen Werbekunden nur noch „Kohorten“ adressieren können.

Doch die Initiative stößt weder bei Datenschützern noch im Werbemarkt auf positives Echo. Im Gegenteil: Wettbewerbsbehörden sahen in der Initiative einen neuen Machtmissbrauch des Such-

Verbreitung von Daten durch Tracking-basierte Anzeigen

Beim „Real Time Bidding“ überträgt eine Website das Verhalten seines Nutzers an viele Unternehmen, um Tracking-basierte Werbeauktionen durchzuführen. Anschließend ist der Nutzer auch auf anderen Websites für die Werbefirmen wiedererkennbar.



maschinen- und Werbekonzerns. Google hat das Projekt vorerst auf Eis gelegt, versucht aber weiterhin, die Privacy Sandbox zur Zufriedenheit aller nachzubessern.

Datenschützer machen Druck

Die europäischen Datenschutzbehörden verhängen immer höhere Bußgelder: 2021 summieren diese sich laut einer Auswertung des Beratungsunternehmens Finbold auf über eine Milliarde Euro. Der Löwenanteil geht auf eine einzelne Entscheidung der luxemburgischen Aufsichtsbehörde zurück. Die verlangt von Amazon 746 Millionen Euro Buße, weil Amazons System zum Werbe-Targeting ohne eingeholte Zustimmung von Nutzerseite laufe und daher gegen die DSGVO verstöße. Der Konzern hat inzwischen Berufung dagegen eingelegt.

Aber auch private Initiativen machen Druck. So hat NOYB, die Organisation des Datenschutzaktivisten Max Schrems, Beschwerden gegen Tausende Cookie-Banner eingelegt, weil diese nach Auffassung der Datenschützer unzureichend informieren oder die Nutzer mit manipulativen Methoden zur Zustimmung zur Werbedatenverarbeitung bringen wollen.

Facebooks PR-Desaster

Rückenwind bekommt eine europäische Werberegulierung auch aus den USA. Die Enthüllungen der Facebook-Whistleblowerin Frances Haugen haben die Glaubwürdigkeit des Social-Media-Konzerns erschüttert [1]. Daraus ziehen Kritiker mittlerweile weitgehende Schlussfolgerungen: Um Facebook tatsächlich zu reformieren, müsse man das komplette Geschäftsmodell des Konzerns infrage stellen.

Facebook macht kein Geheimnis daraus, dass der Konzern systematisch persönliche Daten seiner Nutzer sammelt. Benutzer geben Facebook ihre Daten völlig freiwillig, indem sie die Plattform benutzen. Auf Facebook können Werbetreibende so zum Beispiel gezielt 50-Jährige ansprechen, die in Niedersachsen leben und sich für IT interessieren.

Das Problem liegt in den Augen der Grünen-Politikerin Geese an anderer Stelle, bei der „algorithmic amplification“, also der Auswahl und der Hervorhebung von Inhalten durchs Facebooks Algorithmen. Mithilfe dieses Prinzips führt der Konzern seinen Nutzern zielgenau immer empörendere Inhalte zu, um sie auf der Plattform zu halten und so die Werbeumsätze zu steigern.

Die Digitalkonzerne haben aber nicht die Absicht, ihren Kritikern das Feld zu überlassen. „Um den Digital Services Act wird eine Lobbyschlacht geführt, wie ich sie lange nicht gesehen habe“, sagt Jan Penfrat von der europäischen Bürgerrechtsorganisation EDRI im Gespräch mit c't. Konzerne wie Google und Facebook haben in den vergangenen Jahren Millionenbeträge in die Lobbyarbeit in der EU gesteckt und sind in Dutzenden Branchenverbänden und Denkfabriken vertreten.

EDRI selbst unterstützt die Initiative der Grünen: „Die Überwachungswerbung muss endlich beendet werden – ob nun durch ein explizites Verbot oder bessere Möglichkeiten für die Bürger, gegen die Datenauswertung vorzugehen“, sagt Penfrat. „Der Schaden dieser Werbeform ist höher als es die Einnahmen rechtfertigen können.“

Kleine Unternehmen als Alibi

Man muss nicht an Lobbyveranstaltungen teilnehmen, um Facebooks wichtigstes Gegenargument zu vernehmen. Schon seit einiger Zeit schaltet der Konzern auf der eigenen und anderen Plattformen Anzeigen, die insbesondere Start-ups präsentieren, die die Wirksamkeit von Facebooks zielgenauer Werbung bescheinigen. Das Argument: Mit einem Verbot personalisierter Werbung schaden die europäischen Gesetzgeber nicht nur US-Konzernen, sondern auch der eigenen Wirtschaft – zu einer Zeit, in der man auf eine schnelle wirtschaftliche Erholung angewiesen ist.

Ähnlich argumentiert die europäische Werbewirtschaft. So warnt der Werbverbund IAB Europe vor dem Gesetzesvorschlag der Grünen. Die Initiative von Geese hätte enorme unbeabsichtigte Konsequenzen für Europas freie Presse, das Ökosystem kleiner Unternehmen und das internationale Ansehen der EU.

Unterstützung für eine Einhegung der US-amerikanischen IT-Konzerne kommt von deutschen Verlagen. Matthias Döpfer, Springer-Chef und Präsident des Zeitungsverlegerverbandes BDZV, hat bereits vor einem Jahr einen Brandbrief an EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen geschickt. Er forderte, die ungeliebte Konkurrenz aus dem Silicon Valley komplett vom Datenfluss europäischer Nutzer abzuschneiden. Gleichzeitig behielt sich der Chef des Konzerns vor, Nutzerdaten in den eigenen Angeboten zu verwerten. Wie ein solches selektives Verbot aussen könnte, ließ der Springer-Chef offen.

Was wäre der Ersatz?

Hier liegt auch die Schwäche des Vorschlags der Grünen: Wie sich ein weitreichendes Verbot auswirken würde, kann niemand vorhersehen. Geese setzt darauf, dass sogenannte Kontextwerbung die Umsätze der personalisierten Werbung komplett ersetzen kann. Dabei würde Werbung passend zu den Inhalten auf einer Website platziert – und nicht danach, wer sie gerade anschaut.

Belege für den Erfolg kontextueller Werbung sind allerdings eher dünn gesät. Zwar gibt es einzelne Anbieter, die erfolgreich ihr Anzeigengeschäft auf kontextuelle Werbung umgestellt haben. Diese Erfahrungen sind aber kaum auf andere übertragbar.

Das IAB versucht, das in den vergangenen Jahren immer weiter ins Hintertreffen geratene Geschäft mit kontextueller Wer-

Facebook vermarktet sich als Konjunkturmotor. Subtext: Wenn Facebook reguliert wird, schadet das der gesamten Wirtschaft.

bung wieder anzukurbeln. Dazu hat der Verband eine Taxonomie entwickelt, die es Werbetreibenden erlauben würde, ihre Werbung sehr exakt zuzuteilen. Statt Werbung bei bestimmten Medien oder bestimmten Ressorts zu platzieren, könnte damit der Inhalt eines Artikels selbst erfasst werden. Dass die kontextuelle Werbung die personalisierte ersetzen kann, bestreiten die Werbe-Lobbyisten. In einer Pressemitteilung schreibt der Branchenverband IAB Europe, dass kontextuelle Anzeigen allenfalls ein Werbemittel unter mehreren sein kann.

Trotz aller Bemühungen, personalisierte Werbung zurückzudrängen, hat deren Anteil weiter zugenommen. Der Online-Vermarkterkreis im Branchenverband BVDW schätzt den Anteil für das Jahr 2021 im deutschen Markt auf 69 Prozent – Tendenz steigend.

Alternative Vorschläge

Angesichts der wirtschaftlichen Bedeutung der programmatischen Werbung ist es eher unwahrscheinlich, dass ein euro-

päisches Totalverbot in Kraft treten wird. Selbst wenn sich das Parlament zu der Maßnahme entschließt, müssen sich auch EU-Kommission und Mitgliedsstaaten auf eine Version einigen. Ganz ungeschoren wird die Werbebranche wohl aber nicht davonkommen. So gibt es eine Reihe weiterer Regulierungsvorschläge, mit denen zumindest einige Missstände beseitigt werden sollen.

Aus der liberalen Fraktion kommt ein Vorschlag, die Cookie-Banner zu vereinheitlichen, sodass Nutzer sich bequem gegen personalisierte Werbung entscheiden könnten. Viele Verbraucherinnen und Verbraucher schätzten Werbung, die auf ihre Interessen und Bedürfnisse zugeschnitten sei, sagte die FDP-Abgeordnete Svenja Hahn auf Anfrage der c't. Freie Wahl sei deshalb besser als ein Verbot.

Der Europäische Rat hat unterdessen vorgeschlagen, sogenannte „Dark Patterns“ im Digital Services Act zu verbieten. Darunter versteht man irreführende Designs, die Nutzer dazu bringen sollen,

gegen ihre eigenen Interessen zu handeln. Die Industrie findet immer neue Methoden, Verbraucher zur Zustimmung zu drängen – eine gesetzliche Definition von „Dark Patterns“ dürfte schwierig werden.

Insider-Diskussion

Wie und wann die Werbeindustrie im Digital Services Act reguliert werden wird, ist derzeit noch in der Diskussion. Die Parlamentarier sprechen offen über ihre Vorschläge. Dennoch findet das bisher außerhalb der Werbebranche kaum Widerhall in der Öffentlichkeit. Das ist schade, denn das geplante Gesetz legt fest, wie sich das Web für 400 Millionen Europäer anfühlen wird und wie die Online-Werbebranche mit ihren Daten umgeht. (jo@ct.de) ct

Literatur

[1] Jo Bager, Profit um jeden Preis, Interna zeichnen ein verheerendes Bild der Facebook-Führung, c't 24/2021, S. 12

Weiterführende Infos: ct.de/ynnq



ONLINE-WORKSHOP-PROGRAMM

Web Accessibility Fundamentals

25. November, Referentin: Sandrina Pereira

Practical exercises, covering accessibility no-nos, and how to make them more inclusive using a mouse or a keyboard.

Fortgeschrittene Typ-Level-Programmierung in TypeScript

2. Dezember, Referent: Peter Kröner

Wir beleuchten einige weniger bekannte Ecken von TypeScript und erforschen fortgeschrittene Features des Typsystems.

Web-Performance 2022

26. November, Referent: Sven Wolfermann

Gelten die bekannten Web-Optimierungen auch 2022 noch? Dieser Workshop klärt alle Fragen zur Performanceoptimierung.

0 Framework-Overhead mit Solid.js

3. Dezember, Referent: Andreas Roth

Wir gehen gemeinsam die ersten Schritte mit Solid.js und lernen, wie sich das Framework von anderen abgrenzt.

Jetzt
Ticket
sichern



Mit Gefühl

Raspberry Pi als Stream-Fernbedienung

Mit der Tastenkonsole Stream Deck können Sie bequem Game-Streams steuern – und schnell reagieren, wenn irgendwelche Spinner Hass und Hetze in Chats verbreiten. Ein Raspi vermittelt dabei zwischen Tastenkonsole und PC oder Spielekonsole.

Von Mirko Dölle

soll niemand den Blick vom Spielgeschehen abwenden müssen, um die richtige Taste zu finden.

Mit der Tastenkonsole Stream Deck von Elgato gibt es ein Werkzeug, das beim Game-Streaming eine spürbare Verbesserung verspricht: Die verschiedenen Modelle der Konsole stellen bis zu 32 frei programmierbare, jeweils mit einem TFT-Display hinterleuchtete Tasten bereit, mit denen Sie während eines Game-Streams die Kameraperspektive wechseln, das Mikrofon stumm oder den Chat in den Emoji-Modus schalten können. Ähnlich wie bei einer Tastatur sind die Tasten erhaben, sodass Sie nach etwas Eingewöhnung gar nicht mehr hinsehen müssen, sondern sich ganz auf Ihr Fingerspitzengefühl verlassen können. Mit einem Raspberry Pi als Steuerungscomputer wird diese Lösung plattformunabhängig und lässt sich mit Ga-

ming-PCs, Spielekonsolen und in Video-studios einsetzen.

Die hier vorgestellte Stream-Fernbedienung besteht aus den drei Komponenten Raspberry Pi 4B (ab 4 GByte RAM, Speicherkarte mit 16 GByte oder mehr), der Tastenkonsole Elgato Stream Deck und dem Steuerungsprogramm Bitfocus Companion. Falls Sie zunächst nicht so viel Geld ausgeben möchten – ein Stream Deck kostet zwischen 90 und 240 Euro – können Sie Companion mit dem integrierten Emulator etwa auf einem Tablet im Browser ausprobieren – dann allerdings ohne die Haptik.

Bei Gaming-PCs ist der Raspi verzichtbar, Sie können Companion auch direkt auf Ihrem Rechner installieren. Die Windows- und macOS-Varianten bekommen Sie nach der Registrierung auf bitfocus.io kostenlos zum Download; unter Linux verwenden Sie die nachfolgende Anleitung für den Raspberry Pi als Blaupause, um Companion aus dem GitHub-Repository zu installieren. Der Vorteil eines Raspi ist, dass er autark von Ihrem Gaming-Rechner arbeitet – Sie können selbst dann im Handumdrehen eine Werbepause auf Twitch schalten, wenn sich Ihr Gaming-PC aufgehängt hat.

Es ist eben eine Frage des Gefühls: Gaming-Tastaturen haben einen fühlbaren Druckpunkt, bei Joysticks vermitteln die Mikroschalter die Rückmeldung und Game-Controller-Tasten lassen sich mitunter an ihrer Form erkennen – schließlich

Umfangreich

Welchen Funktionsumfang Sie mit Companion nutzen können, hängt von der Spieleplattform ab: Wenn Sie direkt von der PlayStation oder Xbox streamen, können Sie die Mikrofon- und Kameraeinstellungen nicht mit dem Stream Deck anfassen – die Konsolen bieten hierfür keine Fernsteuerungsfunktionen. Dann bleibt Ihnen nur, den YouTube-Stream oder den Twitch-Chat fernzubedienen. Das können Sie auch aus dem YouTube-Live-Studio oder dem Twitch-Stream-Manager heraus erledigen, doch die Bedienung des Browser-Frontends mit der Maus dauert deutlich länger und lenkt viel stärker ab, als auf dem Stream Deck eine dedizierte Taste zu drücken.

Besser sieht es bei Gaming-PCs und im Videostudio aus: Das OBS-Plug-in von Companion hat außerordentlich viele Funktionen, Sie können damit nicht nur zwischen den vordefinierten Szenen umschalten, sondern auch die Lautstärke von Audioquellen anpassen, Videoquellen ab- und zuschalten, Medien abspielen und über zahlreiche Feedback-Funktionen den tatsächlichen Zustand von Quellen, Streams und anderem ermitteln.

Die Bildmischer in Videostudios lassen sich mit dem Atem-Plug-in weitreichend ansteuern, auch für digitale Mischpulte von Allen & Heath, Behringer, Midas und Yamaha gibt es etliche Plug-ins – aktuell gehören knapp 300 zum Standardumfang von Companion. Ist der Raspberry Pi via WLAN mit dem Studionetzwerk verbunden, kann das Stream Deck auch vor der Kamera etwa als Räuspertaste benutzt werden oder falls man mal niesen muss. Genügend Tasten vorausgesetzt können Sie sogar einen Studio-Livestream ohne den sonst obligatorischen Videoproducer bestreiten.

Damit wäre das Thema angeschnitten, welches Stream-Deck-Modell man denn braucht. Es gibt drei Varianten mit 6, 15 und 32 Tasten für rund 90, 140 und 240 Euro. Die sechs Tasten der Mini-Version sind eigentlich immer zu wenig, außer das Stream Deck soll etwa nur als Mikrofontaste an einem Interviewtisch dienen. Mit 15 Tasten kommt man in der Regel gut aus – eigentlich. Denn die zahlreichen Feedbacks der Plug-ins erlauben es, das Stream Deck auch als Kontrolltafel für die wichtigsten Systemparameter mitzubringen. Sogar die Tastenbeschriftung lässt sich dynamisch anpassen. Dann wird es jedoch schnell eng mit nur 15 Tasten respektive Displays. Die XL-Version mit 32 Tasten bietet hingegen genug Platz, um

ct kompakt

- Eine Tastenkonsole mit Mini-Displays erleichtert es, Game-Streams zu steuern und auf Chat-Ereignisse schnell zu reagieren.
- Der Raspberry Pi 4 mit WLAN-Anbindung dient als kleiner, günstiger und portabler Steuerungsrechner.
- Die Stream-Fernbedienung ist mit Spieldkonsolen, Gaming-PCs und in Videostudios mit Bildmischern und Audio-Mischpulten einsetzbar.

Statusanzeigen und Bedienknöpfe sogar thematisch zu gruppieren.

Ein Clou von Companion: Die Software erlaubt es, mehrere Stream Decks, auch unterschiedlicher Größe, gleichzeitig anzuschließen. So kann der Moderator einer Talkrunde das Standardmodell mit 15 Tasten vor sich stehen haben, während sich die Gäste ein oder zwei Stream Deck Mini teilen und dementsprechend nur einen begrenzten Funktionsumfang nutzen können. Über das Web-Frontend kann außerdem gleichzeitig jemand hinter den Kulissen den Emulator mit einem virtuellen Stream Deck XL auf seinem Tablet aufrufen und hat so noch mehr Eingriffsmöglichkeiten.

Frei und unabhängig

Damit Sie die Fernsteuerung möglichst flexibel einsetzen können, empfehlen wir eine WLAN-Anbindung für den Raspi. Companion gibt es auch als fertiges Image für den Raspberry Pi, wir haben uns aber für die manuelle Installation unter Raspberry Pi OS mit grafischem Desktop entschieden. Das lässt Ihnen mehr Möglichkeiten für eigene Anpassungen und erhöht die Flexibilität: So können Sie jederzeit Tastatur, Maus und Monitor anschließen und Companion über den Chromium-Browser direkt auf dem Raspi anpassen. Das ist zum Beispiel für das YouTube-Plug-in erforderlich, doch dazu später mehr.

Beginnen Sie damit, Raspberry Pi OS herunterzuladen und mittels Balena Etcher von etcher.io oder dem Raspberry Pi Imager auf eine MicroSD-Karte zu schreiben. Karte raus und wieder rein, damit die neue Partitionierung erkannt wird, danach können Sie den Zugang zum WLAN konfigurieren. Eine Vorlage für die Datei `wpa_supplicant.conf` haben wir Ihnen auf

ct.de/yye3 zum Download bereitgestellt, Sie müssen nur noch die SSID und die Passphrase Ihres WLANs eintragen und die Datei dann auf der ersten Partition der MicroSD-Karte speichern. Zur Orientierung: Sie trägt das Label `boot` und enthält unter anderem die Datei `config.txt`. Bei dieser Gelegenheit sollten Sie auch gleich den SSH-Zugang zum Raspi aktivieren, indem Sie im gleichen Verzeichnis eine leere Datei mit dem Namen `ssh` anlegen.

Den ersten Systemstart des Raspi führen Sie idealerweise mit Tastatur, Maus und Monitor durch und nutzen die grafische Konfiguration, um Sprache und Tastaturbelegung anzupassen. Verpassen Sie Ihrem Raspi auch einen neuen Hostnamen, zum Beispiel `companion` – moderne (DSL-)Router beherrschen die lokale Namensauflösung, sodass Sie den Raspi einfach über seinen Namen ansprechen und nicht umständlich die lokale IP-Adresse heraussuchen und eingeben müssen. Nach Abschluss der Erstkonfiguration startet der Raspi neu und Sie können es sich ausuchen, ob Sie die nächsten Schritte per SSH von einem anderen Rechner aus oder weiterhin direkt am Raspi erledigen.

Aufgezogen

Die Installation von Companion erfolgt aus dem GitHub-Repository von Bitfocus. Eine Liste aller auszuführenden Befehle finden Sie auch auf ct.de/yye3 zum Download. Zunächst müssen Sie einige Entwicklungspakete installieren und außerdem die Paketquellen für Node.js 14 hinzufügen:

```
sudo apt-get install libgusb-dev \
git build-essential cmake \
libudev-dev libusb-1.0-0-dev curl
curl -fsSL https://deb.nodesource.com/setup_14.x | sudo -E bash -
```

Das Setup-Skript legt die Paketquellen für Node.js im Verzeichnis `/etc/apt/sources.list.d` ab und aktualisiert die Paketlisten, sodass Sie unmittelbar Node.js und dann den Paketmanager Yarn installieren können:

```
sudo apt-get install nodejs
sudo npm install yarn -g
export PATH="$HOME/.yarn/bin:$HOME/.config/yarn/global/node_modules/.bin:$PATH"
```

Die nächsten Schritte sind, Companion aus dem GitHub zu klonen, zu übersetzen und zu installieren:

```
git clone https://github.com/4bitfocus/companion.git
cd companion
yarn update
./tools/build_writefile.sh
```

Damit Companion künftig automatisch bei jedem Neustart des Raspi ebenfalls läuft, kopieren Sie den Systemd-Job `companion.service`, den wir Ihnen unter ct.de/yye3 bereitgestellt haben, in das Verzeichnis `/etc/systemd/system`. Anschließend aktivieren und starten Sie den Job:

```
sudo systemctl daemon-reload
sudo systemctl enable companion
sudo systemctl start companion
```

Oberflächenstruktur

Damit ist die Installation von Companion abgeschlossen, ab sofort können Sie das Web-Frontend über die Adresse `http://companion:8000` öffnen, um Plug-ins zu verwalten und Tasten zu belegen. Da Companion mit den Rechten des Benutzers `pi` läuft, müssen Sie `pi` noch Zugriff auf das Stream Deck gewähren, indem Sie die Datei `50-companion.rules` von ct.de/yye3 in das Verzeichnis `/etc/udev/rules.d` kopieren und die Regeln anschließend neu laden:

```
sudo udevadm control --reload-rules
```

Sollten Sie das Stream Deck bereits zuvor angeschlossen haben, müssen Sie es einmal ab- und wieder anstecken, damit die Rechte entsprechend gesetzt werden und Companion es finden kann, wenn Sie im Web-Frontend im Reiter „Surfaces“ auf „Rescan USB“ klicken. Dort finden Sie alle gefundenen Stream Decks aufgelistet.

Companion verwendet stets die gleiche Tastenkonfiguration für alle angeschlossenen Stream Decks, unabhängig

von ihrer Größe. Die Basis ist dabei stets das größte Modell mit vier Reihen à acht Tasten, die auch der Emulator anzeigt und die von links oben nach rechts unten fortlaufend durchnummieriert sind – 1 bis 8, 9 bis 16, 17 bis 24 und 25 bis 32. Auf kleineren Modellen wird nur ein Ausschnitt des Tastenfelds dargestellt – das Stream Deck mit 3 Reihen à 5 Tasten benutzt die Tasten 1 bis 5, 9 bis 13 und 17 bis 21. Beim Stream Deck Mini stehen Ihnen nur die Tasten 2 bis 5 und 10 bis 12 zur Verfügung.

Indem auf den kleineren Stream Decks nur ein Teil des Layouts abgebildet wird, haben Sie die Möglichkeit, allein durch die Wahl des Konsolenmodells den Anwendern einen unterschiedlichen Funktionsumfang zur Verfügung zu stellen. Für Interview-Gäste zum Beispiel ist ein Stream Deck Mini, mit dem jeder sein Mikrofon selbst stumm schalten kann, völlig ausreichend. Diese Möglichkeit hat der Moderator beim größeren Stream Deck dann auch, mit den zusätzlichen Tasten können Sie es ihm aber auch erlauben, Clips selbst einzuspielen – für die Gäste sind diese Tasten unerreichbar. Der Videoproducer hingegen hat über den Emulator Zugriff auf gleich 32 Tasten und kann darüber auch den Stream oder den Chat steuern, was durch geschickte Platzierung außerhalb des Zugriffsbereichs des Moderators liegt.

Stecksystem

Damit Sie mit Companion zum Beispiel den Stream in OBS starten und stoppen, beim Bildmischer zwischen verschiedenen Kameraeinstellungen wechseln oder einen Mikrofonkanal auf einem Mischpult stumm schalten können, müssen Sie zunächst das für die jeweilige Funktion zuständige Plug-in über den Reiter „Connections“ hinzufügen. Für OBS ist das gleichnamige Plug-in zuständig, für das c't-Videostudio verwenden wir stattdessen die Plug-ins „Blackmagic Design ATEM“ für den Bildmischer



Dem Stream-Deck-Emulator fehlt auf einem Tablet zwar die Haptik, erspart einem aber die Investition in eine der Tastenkonsolen, falls man Companion erst einmal nur ausprobieren möchte.

und „Behringer/Midas X32/M32“ für das Audio-Mischpult. Vergessen Sie nicht, die Plug-ins durch einen Klick auf „Edit“ zu konfigurieren und etwa die IP-Adresse Ihres Streamingrechners für OBS oder die des Bildmischers anzugeben.

Im Reiter „Buttons“ können Sie anschließend die Tasten einzeln konfigurieren. Basis ist stets das Stream Deck XL mit seinen 32 Tasten; welche Ausschnitte das kleinere Stream Deck und das Stream Deck Mini anzeigen, ist durch die Gehäusefarbe des virtuellen Stream Deck XL angedeutet. Grundsätzlich gilt: Was Sie im Web-Frontend sehen, wird auch genau so auf den Tasten der Stream Decks angezeigt.

Für mehr Flexibilität können Sie in Companion insgesamt 99 verschiedene Layouts erstellen und zwischen ihnen hin und her blättern. Die Spezialfunktionen Seitennummer sowie „Page up“ und „Page down“ befinden sich standardmäßig in der linken Spalte und belegen die Tasten 1, 9 und 17. Alle anderen Tasten sind am Anfang nicht belegt, weshalb sie komplett schwarz sind.

Um eine Taste mit einer Funktion zu belegen, klicken Sie sie an und wählen zunächst aus, ob es sich um eine reguläre Taste handelt oder Sie eine der drei Spezialfunktionen zum Blättern verwenden wollen. Reguläre Tasten erhalten oben einen Tastenkopf mit ihrer eindeutigen Nummer, die aus der Seitennummer und Position besteht. Los geht es mit Taste 1.1 links oben auf der ersten Seite bis hin zu Taste 99.32 rechts unten auf der letzten Seite. Ist eine Taste gedrückt, so wird der Tastenkopf als Rückmeldung gelb unterlegt. Unterhalb des Kopfes können Sie Text eingeben oder eine 72 × 56 Pixel große Grafik hochladen, außerdem die Hintergrund- und Textfarbe auswählen. Bevor Sie anfangen zu zeichnen: Der Companion-Font unterstützt viele UTF-8-Zeichen und -Symbole, etwa Kameras, Mikrofone und vieles mehr, die Sie stattdessen ausprobieren können.

Rückkanal

Jede Taste kennt drei Funktionsgruppen: Was beim Drücken geschehen soll, was beim Loslassen, und ob ihre Darstellung von einer Funktion (Feedback) bestimmt wird. In jeder dieser Gruppen können Sie einen oder mehrere Befehle einfügen, zum Beispiel für eine Stream-Taste unter „Press Action“ die Funktion „obs: Start Streaming“ und als „Release Action“ „obs: Stop Streaming“. Außerdem sollten Sie „Latch“

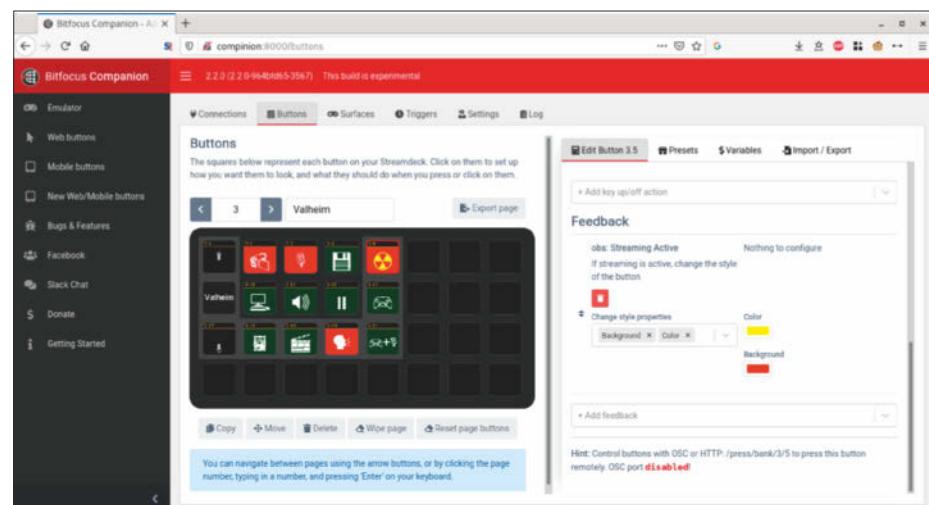
„Toggle“ aktivieren, damit der Stream bei der ersten Betätigung startet – womit der Tastenkopf dann gelb unterlegt wird – und beim nächsten Mal stoppt. Starten Sie den Stream ausnahmsweise manuell in OBS, so bekommt Companion das nicht mit – schließlich haben Sie die Taste nicht gedrückt – und reagiert deshalb bei der ersten Betätigung erneut mit Stream starten anstatt wie gewünscht mit Stream beenden.

Um solche Probleme zu vermeiden, sollten Sie den Status wann immer das möglich ist durch Feedback-Funktionen ermitteln lassen. Die sinnvolle Konfiguration der Stream-Taste ist deshalb, „Latch/Toggle“ zu deaktivieren und als „Press Action“ die Funktion „obs: Toggle Streaming“ zu wählen. Damit die Taste rot hinterlegt wird, sobald der Stream läuft, fügen Sie unter „Feedback“ die Funktion „obs: Streaming Active“ hinzu und wählen Rot als Hintergrundfarbe aus. Damit wird die Taste sofort rot, sobald der Stream startet, gleichgültig, ob Sie dies per Tastendruck oder manuell in OBS veranlassen haben.

Sie können auch gleich mehrere Feedbacks pro Taste einrichten, die dann nacheinander ausgeführt werden. Sie könnten etwa bei einem Kameraeingang des Atem-Bildmixers zunächst das Feedback „atem: ME: One ME preview source“ hinzufügen und Grün als Hintergrundfarbe wählen. Dann würde die Taste grün, sobald die Kamera in der Vorschau auf den nächsten Übergang aktiv ist. Indem Sie als zweites Feedback „atem: ME: One ME program source“ hinzufügen und Rot als Hintergrundfarbe, wird die Taste rot, sobald die Kamera auf Sendung geht – selbst dann, wenn die Kamera sowohl in der Preview als auch in der aktuellen Übertragung aktiv ist. Das zweite Feedback überschreibt die Hintergrundfarbe des ersten.

Chat im Griff

Für Twitch-Streamer ist das gleichnamige Companion-Plug-in besonders interessant: Aktuell häufen sich die Vorfälle, bei denen größere Gruppen Störer in einen Stream hineinplatzen und im Chat Hass und Hetze verbreiten. Bis Moderatoren oder der Streamer sie einzeln hinausbefördern können, dauert es eine Weile. Die Erste-Hilfe-Maßnahme ist deshalb, den Chat in den „Subscribers only“-Modus zu versetzen, in dem nur noch zahlende Abonnenten chatten dürfen. Dazu können Sie eine Taste mit der Funktion „twitch: Toggle sub only mode“ versehen, das zugehörige Feedback heißt „twitch: Chat



Dank einer Feedback-Funktion erkennen Sie an der Hintergrundfarbe der zugehörigen Taste sofort, ob der Stream live ist.

Status“ und der Modus „Sub“. Wer kein Twitch-Affiliate oder gar -Partner ist, kann alternativ den „Slow Mode“, den „Emoji Mode“ oder den „Followers only Mode“ aktivieren.

Damit das Twitch-Plug-in die nötigen Zugriffsrechte auf Ihren Kanal bekommt, müssen Sie sich zunächst einmal auf twitch.tv anmelden. Dann wechseln Sie zu den Einstellungen des Twitch-Plug-ins im Web-Frontend von Companion und klicken auf den Link „Local Token“. Der Link führt Sie zur Website des Plug-in-Entwicklers, dort wählen Sie aus, welche Funktionen das Plug-in künftig steuern darf – standardmäßig sind alle Funktionen aktiviert. Mit einem Klick auf „Connect with Twitch“ landen Sie bei Twitch, wo Sie noch einmal bestätigen müssen, dass das Plug-in die ausgewählten Funktionen fernbedienen darf. Sie werden schließlich wieder auf die Website des Entwicklers weitergeleitet, die Ihnen das von Twitch vergebene Token anzeigt. Dieses tragen Sie in der Konfiguration des Twitch-Plug-ins unter „Access Token“ ein. Derzeit sind diese Token bis zu 60 Tage gültig, Sie müssen also etwa alle zwei Monate ein neues abrufen, damit Sie weiterhin den Twitch-Chat auf Knopfdruck zügeln können.

YouTube angeströmt

Auch das YouTube-Plug-in benötigt ein Token, um auf Ihren Kanal zugreifen zu dürfen. Eine Web-App der Entwickler, die Ihnen das Token liefert, gibt es aber nicht. Stattdessen müssen Sie auf <https://console.developers.google.com/> ein externes Projekt anlegen und dafür das „YouTube Data API v3“ einbinden. Die Be-

reitigungen lassen Sie von <https://www.googleapis.com/auth/youtube.force-ssl> übernehmen.

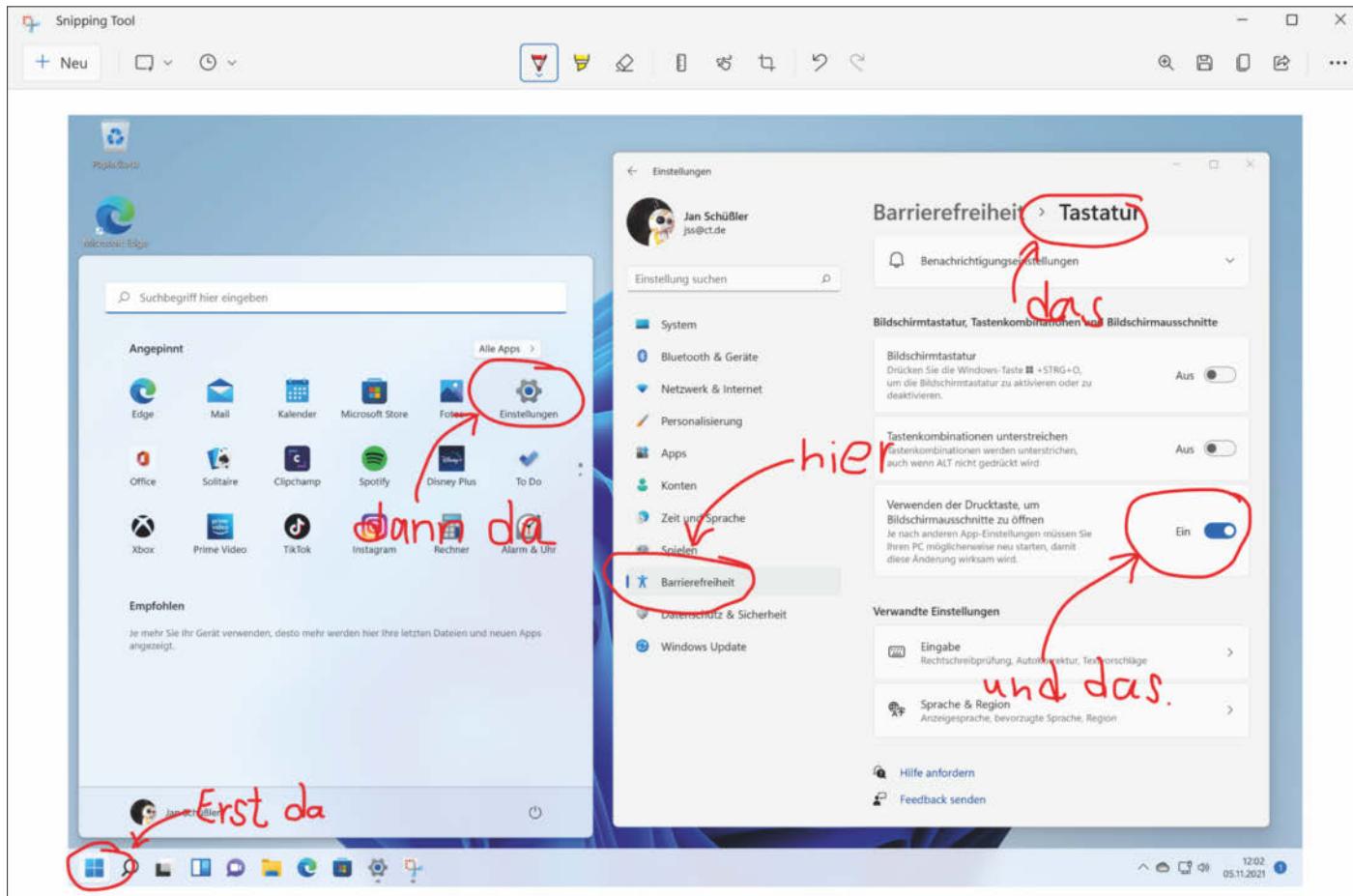
Beim Einrichten der OAuth-Authentifizierung Ihrer neuen Webanwendung müssen Sie <http://localhost:3000> als Weiterleitungs-URI angeben. In den Plug-in-Einstellungen selbst geben Sie lediglich die Client-ID und den Schlüssel an. Sobald Sie auf „Save“ klicken, öffnet sich ein neues Browser-Fenster, das die Zugangsdaten Ihres Google-Accounts und den zu benutzenden YouTube-Kanal abfragt. Anschließend leitet Sie Google zum Plug-in weiter, wobei das Token automatisch eingegeben wird.

Die Einbindung des Stream-Status funktioniert genauso wie weiter oben für OBS beschrieben; die Feedback-Funktion für YouTube lautet „yt: Broadcast status“. So konfiguriert wird die Taste nur dann rot, wenn Sie live sind – selbst dann, wenn Sie den Stream klassisch per Maus im Browser beendet haben.

Fazit

Mit einem Stream Deck und Bitfocus Companion haben Sie es selbst in der Hand, Ihren Stream ohne große Ablenkung zu steuern: Dank der Haptik der Tastenkonsole können Sie die Funktionen notfalls sogar blind auslösen, in jedem Fall aber schneller als mit einer Maus in einer grafischen Oberfläche. Wegen des Raspberry Pi mit WLAN-Anbindung ist das Gerät klein und portabel genug, um auch vor der Kamera stehen zu können. (mid@ct.de)

Konfigurationsdateien und Konsolenbefehle: ct.de/yye3



Schuss vom Schirm

Die Screenshot-Funktionen in Windows 10 und 11

Ausschneiden und skizzieren? Snipping Tool? Oder einfach nur Tastenkombinationen? Windows bringt von Haus aus etliche Funktionen für Bildschirmaufnahmen mit – sogar für Videos.

Von Jan Schüßler

So unverzichtbar Screenshots sind, so verwirrend kann die bordeigene Funktionsvielfalt von Windows zum Anfertigen von Bildschirmaufnahmen sein. Die wohl simpelste und auch älteste Funktion dafür dürften Tastenbefehle mit der Taste „Druck“ sein. Betätigt man die, landet der komplette Bildschirminhalt in der Zwischenablage, mit Alt+Druck (oder

AltGr+Druck) nur das gerade im Vordergrund befindliche Fenster. Es lässt sich dann in einer beliebigen Bildbearbeitungssoftware einfügen – im Regelfall hält das gute alte Paint dafür her.

Kombiniert man diese Tastenbefehle mit der Windows-Taste, erzeugen sie ohne Umwege Screenshots im PNG-Format. Windows+Druck legt ein Foto des kompletten Bildschirminhalts im Unterordner „Bildschirmfotos“ im Bilderordner des Benutzerprofils ab. Windows+Alt+Druck (oder Windows+AltGr+Druck) erzeugt ein Foto des im Vordergrund befindlichen Fensters. Das landet in einem Unterordner namens „Aufzeichnungen“, verwirrenderweise aber nicht im Bilder-, sondern im Videoordner. Das Verhalten dürfte daher röhren, dass diese Tastenkombination eine Aufnahmefunktion der Xbox Game Bar aufruft, und die legt ihre Aufzeichnungen generell im Videoordner ab – egal, ob

es sich um Screenshots oder um Videos handelt.

Die Standard-Apps

Seit Windows Vista ist das „Snipping Tool“ standardmäßig in Windows-Installatio-nen enthalten. Microsoft hat den Funktionsumfang des Tools im Laufe der Zeit erweitert. In Windows 10 macht es wahlweise Screenshots eines ausgewählten Fensters, eines frei wählbaren rechteckigen Ausschnitts oder eines freihändig gezeichneten Bereichs des Bildschirminhalts.

Sie können eine Auslöseverzögerung von einer bis fünf Sekunden festlegen. An Möglichkeiten zur Nachbearbeitung gibt es einen Textmarker, einen Stift mit 16 Farben, drei Größen und zwei Pinsel-formen sowie einen Radiergummi, der Eingezeichnetes wieder löscht. Das Tool speichert in den Formaten PNG, JPG und

GIF sowie im HTML-Containerformat MHTML. Speziell bei Freihandausschnitten empfehlen sich PNG und GIF, weil diese Formate auch Transparenzinformationen speichern können. Im JPG-Format werden die um den Freihandausschnitt liegenden Bereiche, die das Bild zu einem rechteckigen Format vervollständigen, einfach weiß aufgefüllt.

Mit Windows 10 Version 1809 kam ein zweites Screenshot-Tool hinzu: „Ausschneiden und Skizzieren“ ist eine moderne Kachel-App, die prinzipiell das Gleiche kann wie das Snipping Tool, aber mit etwas verbesserten Zeichenfunktionen: Es gibt Kugelschreiber und Buntstift mit je 30 Farben zur Auswahl und einen Textmarker mit sechs Farben; die Größe der Stifte ist stufenlos einstellbar. Außerdem gibts Lineal und Winkelmesser, die aber nur auf Touchscreens sinnvoll benutzbar sind. Und eine Zuschneidefunktion ist hinzugekommen. Klickt man auf „Neu“, lässt sich am oberen Bildrand der Modus auswählen – praktisch, wenn man zuvor vergessen hat, ihn in der App umzustellen.

In Windows 11 hat Microsoft die Zweigleisigkeit beendet: Es gibt wieder nur noch ein „Snipping Tool“, das allerdings eine Mischung aus dem alten Snipping Tool (bis einschließlich Windows 10) und der Ausschneiden-und-Skizzieren-App ist. Beim Start sieht es zunächst aus wie das klassische Snipping Tools als moderne App, bietet aber den Funktionsumfang und die Bedienlogik von „Ausschneiden und Skizzieren“.

Schnellschuss

Das Interface zum Erfassen des Screenshots, das in der Ausschneiden-und-Skizzieren-App (in Windows 10) beziehungsweise dem Snipping Tool (Windows 11) nach einem Klick auf „Neu“ erscheint, lässt sich auch unabhängig von der App starten. Es erscheint via Windows+Umschalt+S. Nach dem Erfassen eines Screenshots landet das Bild automatisch in der Zwischenablage. Darauf weist auch eine Benachrichtigung hin, die, klickt man sie an, den Screenshot in der App zum weiteren Bearbeiten und Speichern öffnet.

In den Windows-Einstellungen können Sie außerdem festlegen, dass Sie das Screenshot-Interface auch schlicht mit der Taste Druck aufrufen können. Die Option befindet sich unter „Barrierefreiheit/Tastatur/Verwenden der Drucktaste...“. Die ursprüngliche Funktion der Taste, den kompletten Bildinhalt einfach nur in die

Zwischenablage zu werfen, bleibt dabei trotzdem erhalten.

Für einen Zweck sind Snipping Tool & Co. allerdings nicht geeignet, nämlich wenn es darum geht, im Screenshot nicht per Maus oder Stift zu malen oder zu schreiben, sondern per Tastatur einen Text hineinzutippen. Hier ist der seit Jahrzehnten bewährte klassische Weg besser: Screenshot per Taste Druck oder Alt+Druck in die Zwischenablage werfen, Paint öffnen und den Screenshot einfügen – dort gibts auch eine Möglichkeit zum Eintippen von Text.

Problemdoku

Eine weniger bekannte Funktion für Screenshots speziell zur Problemdokumentation ist der „Problem Steps Recorder“, auf Deutsch Schrittaufzeichnung. Er lässt sich einfach starten: Windows-Taste drücken, dann psr eintippen und mit Enter bestätigen. Startet man die Aufzeichnung, erstellt jeder Klick einen verkleinerten Screenshot, in dem die angeklickte Schaltfläche umrahmt ist. Zusätzlich generiert das Tool einen Text mit Systeminfos und den angeklickten Schaltflächen und Fenstern. Alles zusammen verpackt es in eine MHTML-Datei (Endung .mht), eine HTML-Art mit eingebetteten Bildern.

Um Fehler nachzustellen, ist die Schrittaufzeichnung eigentlich eine praktische Sache, doch es gibt eine lästige Einschränkung: Die damit generierten MHTML-Dateien funktionieren nach unserem Eindruck ausschließlich mit dem Internet Explorer. Chromium-artige Browser stellen die Bilder nicht dar, und Firefox kann erst gar nichts mit dem Dateiformat anfangen. Solassen sich die Dateien nur bis einschließlich Windows 10 nutzen, denn in

c't kompakt

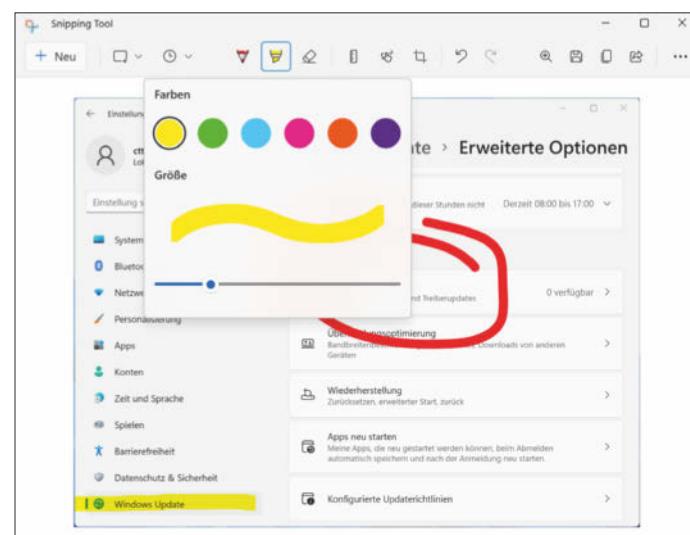
- Screenshots und Videos von Desktop und laufenden Programmen lassen sich unter Windows leicht aufzeichnen.
- Das meiste geht mit Bordmitteln.
- Selbst Vollbildspiele kann man ohne Zusatzsoftware abfilmen.

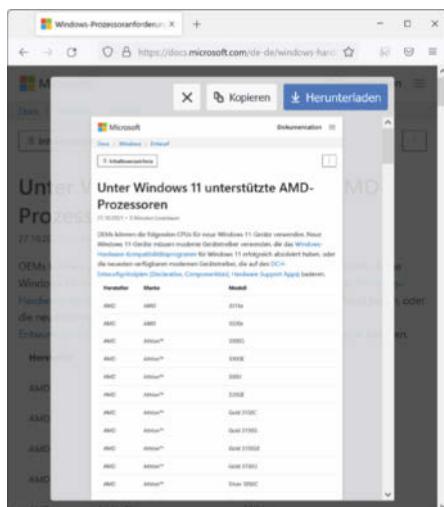
Windows 11 hat Microsoft den Internet Explorer totgeschaltet. Sein Programmverzeichnis existiert zwar noch, doch bislang ist es uns nicht gelungen, ihn auch zu starten: Das System fängt offenbar jeden Startversuch der Programmdatei iexplore.exe ab und öffnet stattdessen ein Edge-Fenster mit IE-Kompatibilitätsmodus – und der stellt trotz des vielversprechenden Namens die MHTML-Dateien nicht sauber dar.

Gescrollte Webseiten

In gängigen Browsern wie Firefox, Chrome und Edge lassen sich komplette Webseiten ohne zusätzliches Tool abfotografieren (manchmal auch Scrollshot genannt). Um so eine Aufnahme zu erstellen, sorgen Sie zunächst dafür, dass die Seite komplett geladen ist. Scrollen Sie also einmal bis ganz nach unten und dann wieder nach oben. In Chromium-artigen Browsern wie Chrome oder Edge drücken Sie F12, um die Entwickleroptionen zu öffnen, und verbreitern das Browserfenster gegebenenfalls so weit, dass der Entwicklerbereich keinen Inhalt überdeckt. Drücken Sie dann die Tastenkombination Strg+Um-

Das Snipping Tool ist der Screenshot-Klassiker in Windows – hier in der neuesten Version auf Windows 11.





Firefox bringt ein praktisches Screenshot-Tool mit, das auch komplett Webseiten abfotografieren kann.

schalt+P. Tippen Sie screenshot ein und wählen Sie die Funktion „Capture full size Screenshot“. Wenige Augenblicke später speichert der Browser den Screenshot im Download-Ordner.

Mozilla erspart Ihnen den Umweg über die Entwickleroptionen. In Firefox 94 ist das Screenshot-Tool serienmäßig dabei, aber versteckt. Klicken Sie daher zunächst mit der rechten Maustaste in einen freien Bereich der Symbol- oder der Tabs-Leiste und dann auf „Symbolleiste anpassen“. Ziehen Sie die Funktion „Bildschirmfoto“ auf die Symbolleiste. Von dort können Sie sie nun einfach aufrufen und mit einem Klick die „Gesamte Seite speichern“.

Screencasts

Eine einfache Möglichkeit für die Videoaufzeichnung von Programmfenstern findet sich in der seit Windows 10 enthaltenen Xbox Game Bar. Eigentlich als Rekorder für Spiele gedacht, eignet es sich durchaus auch für Desktop-Programme. Es gibt allerdings ein paar Einschränkungen, die sich aus der Fokussierung auf Spieleaufzeichnung ergeben. Erstens zeichnet die Game Bar nur einzelne Fenster beziehungsweise das im Vordergrund befindliche Vollbild-Programm auf, nicht den gesamten Bildschirminhalt. Dabei werden auch Overlays etwa von Anmeldedialogen außen vor gelassen. Zweitens ist der Windows-Explorer von der Aufzeichnung ausgenommen, was sowohl Datei-Explorer-Fenster als auch den Desktop ausschließt.

Und drittens funktioniert die Aufzeichnung nur mit Grafikchips, die das

Encoding des Videos selbst übernehmen können, statt die Arbeit auf die CPU abzuladen – was die Spieleperformance leiden ließe. Microsoft nennt AMD VCE, Intel Quick Sync H.264 und Nvidia NVENC als Voraussetzung. Das schließt ältere Grafikkarten und Prozessorgrafiken aus, aber auch etwa die recht beliebte Office-Karte GeForce GT 1030. Im Netz finden sich GPU-Vergleichstabellen für die Encoding-Funktionen (siehe ct.de/y46f). Ob Ihre Karte passt, finden Sie aber auch einfach heraus, indem Sie versuchen, etwas aufzuzeichnen. Dazu müssen Sie die Game Bar nicht einmal öffnen: Die Tastenkombination Windows+Alt+R startet direkt die Aufnahme.

Qualitativ sind die Videos eher simpel. In den Windows-Einstellungen lässt sich unter „Spielen/Aufzeichnungen“ die Qualität auf „Hoch“ einstellen. Das verbessert bei Videos von Desktop-Programmen die Schärfe ein wenig und reduziert Farbartefakte, doch so richtig großartig wirds damit nicht.

Wer bessere Qualität braucht, sollte ein Tool zum Aufzeichnen von Screencasts installieren, etwa das quelloffene OBS Studio. Sie können es über die Homepage des Projekts herunterladen (siehe ct.de/y46f), sowie in Windows 11 auch über den Store oder in einer Eingabeaufforderung mit Adminrechten per winget install obsproject.obsstudio. Die Bedienung wirkt auf den ersten Blick ein wenig umständlicher, was nicht ganz falsch ist – doch eine Aufzeichnung des ganzen Bildschirms ist schnell eingerichtet. Nach Download (siehe ct.de/y46f), Installation und Start

OBS Studio eignet sich für Desktop-Screencasts in besserer Qualität, als die Xbox Game Bar sie liefert.

begrüßt Sie ein Einrichtungsassistent. Wählen Sie „Für das Aufnehmen optimieren“, setzen Sie die Basis-(Leinwand-)Auflösung auf die tatsächliche Auflösung Ihres Monitors (im Regelfall der Eintrag „Bildschirm 1 ...“) und übernehmen Sie abschließend die Einstellungen.

Nun fügen Sie noch eine Aufzeichnungsquelle hinzu. Klicken Sie unten bei „Quellen“ aufs Plus-Icon, wählen Sie „Bildschirmaufnahme“ und bestätigen Sie zweimal mit „Okay“. Nun können Sie mit einem Klick unten rechts die „Aufnahme starten“. Die Aufzeichnungen landen im Videos-Ordner Ihres Benutzerprofils.

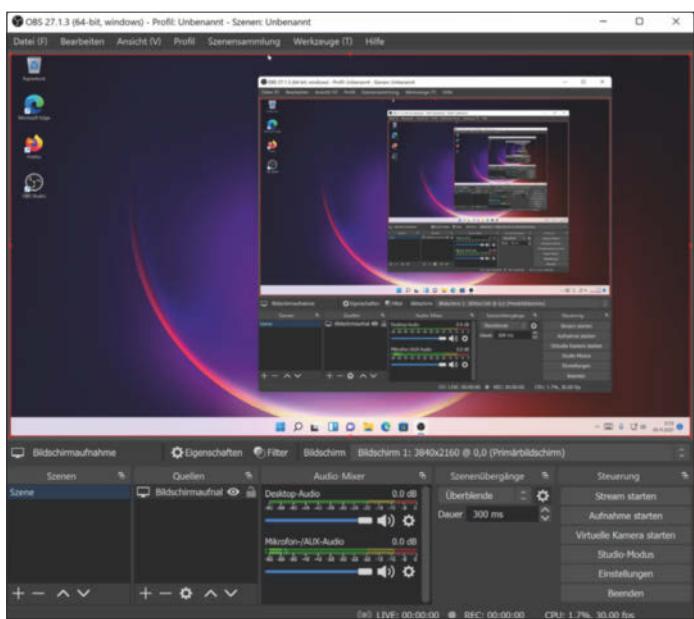
Oft stellt der Einrichtungsassistent eine Skalierung ein, die die Auflösung des Ausgabevideos etwas reduziert, um den Speicherbedarf zu senken. Falls das zu sehr auf die Bildqualität geht, können Sie die Skalierung auch abschalten. Öffnen Sie in OBS Studio unten rechts die Einstellungen, wählen Sie das Menü „Video“ und stellen Sie für die „skalierte Ausgabeauflösung“ die Bildschirmauflösung ein – nun sollten Ihre Screencasts eine vernünftige Qualität aufweisen.

Fazit

Für die meisten Bildschirmaufnahmen bietet Windows von sich aus diverse praktische Funktionen. Eine Ausnahme sind allerdings qualitativ hochwertige Screencasts – dafür kommt man nicht um die Installation eines Zusatz-Tools herum.

(jss@ct.de) ct

Vergleichstabellen und Download:
ct.de/y46f



KI - vom Modell zur Produktion



Exklusiver
Frühbucher-
Rabatt!



Ob Deep, Supervised, Unsupervised oder Reinforcement Learning, ob NLP oder MLOps – dank unseres Angebots setzen Sie die rasanten Entwicklungen beim Machine Learning in die technische Realität um.

Unser Angebot

Minds Mastering Machines 2021

24. November 2021

KONFERENZ

Natural Language Processing mit Keras und Transformers

24. November 2021

WEBINAR

Automatisierte Textanalyse mit Machine Learning

29. November – 2. Dezember

WORKSHOP

Datenvisualisierung mit Python

1. Dezember 2021

WEBINAR

Machine Learning in Production

9. Dezember 2021

WEBINAR

Mehr Informationen:

heise-academy.de/ki_datascience

Teams light

MS Teams in Windows 11: Was es kann und was nicht

Windows 11 enthält einen integrierten Teams-Client, der allerdings auf die private Kommunikation mit persönlichem Microsoft-Konto beschränkt ist. Dieses kostenlose „Teams light“ bekommen Sie aber auch als Nutzer von Windows 10, macOS oder Linux. Wir klären, was damit geht und was nicht.

Von Stefan Wischner

Seit der coronabedingten Heimarbeit ist Microsoft Teams eines der meistgenutzten Kommunikationstools für Videokonferenzen und Textchats – vor allem für Unternehmen und Bildungseinrichtungen mit Microsoft-Business- oder Education-Konto. Dass es neben der Teams-Version für den professionellen Einsatz auch eine deutlich funktionsschwächere kostenlose Variante für die private Nutzung gibt, ist weniger bekannt. Das will Microsoft offenbar ändern und hat das Programm kurzerhand zum Bestandteil von Windows 11 gemacht, ohne allzu deutlich auf dessen Limitationen hinzuweisen.

Die eingeschränkte Version von Teams, mitnichten eine Neuentwicklung für Windows 11, sondern schon länger auch für Windows 10, macOS und Linux verfügbar, trägt verwirrenderweise keinen Namen, der sie von der Vollversion abhebt. In Windows 11 heißt das Programm einfach nur „Teams“, wird aber über ein mit „Chat“ beschriftetes Symbol gestartet. Vom ausgewachsenen Teams für Firmen- und Schulkonten unterscheidet sich das „Teams light“, wie wir es in diesem Artikel zur besseren Abgrenzung nennen wollen, in einigen wesentlichen Punkten:

- Sie können sich darin nur mit einem persönlichen Microsoft-Konto anmelden,

nicht mit einem Firmen- oder Schul-Account.

- Verbindungen zu Teilnehmern mit einem Geschäfts- oder Schulkonto sind damit offenbar selbst dann nicht möglich, wenn man von der jeweiligen Organisation als externer Guest eingeladen wurde; jedenfalls ist uns das nicht gelungen.
- Es fehlen fast alle Funktionen, die über Text-, Audio- und Videochats hinausgehen. Das betrifft beispielsweise die Organisation in Teams und Kanäle, die gemeinsame Arbeit an Office-Dokumenten innerhalb des Programms und die Einbindung externer Apps. Die verbliebenen Funktionen entsprechen weitgehend dem – übrigens von Microsoft munter weiterentwickelten – Skype, konzentrieren sich also auf Text-, Audio- und Videochats zu zweit oder in Gruppen. Im-

merhin gibt es Bildschirmfreigaben und Dateiaustausch.

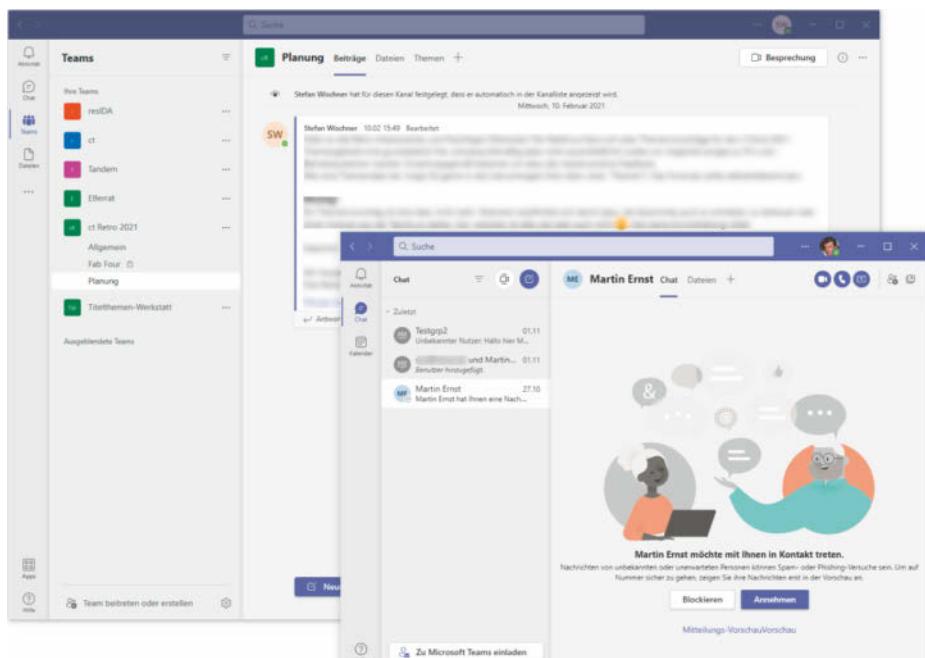
Die gute Nachricht: Alle kostenlosen Teams-Clients sprechen problemlos miteinander. Besitzer von Windows 11 können also uneingeschränkt auch mit Windows-10-, macOS- oder Linux-Nutzern chatten.

Ohne Windows 11 haben Sie zwei Möglichkeiten, zu einem Teams light für ein persönliches Microsoft-Konto zu kommen: Entweder Sie laden den Client für Windows 10, macOS oder Linux (DEB, RPM) von der Microsoft-Seite herunter (ct.de/y8se) oder Sie haben als Office-365-Nutzer mit Business- oder Education-Lizenz bereits eine aktuelle Vollversion.

Teams in Teams

Darin versteckt sich nämlich auch Teams light. Es läuft in einem separaten Fenster und lässt sich sogar gleichzeitig mit dem vollwertigen Teams nutzen. So gehts:

Klicken Sie in der Teams-Vollversion oben rechts auf Ihr Profilbild und wählen aus dem ausklappenden Menü „Persönliches Konto hinzufügen“. Folgen Sie den Anweisungen für die Anmeldung mit dem persönlichen Microsoft-Konto oder – falls erforderlich – dessen Ersteinrichtung. Ihr Firmenaccount bleibt davon unberührt. Künftig können Sie durch einen Klick auf das Profilbild und Auswahl von „Persön-



In der Vollversion von Microsoft Teams für alle Systeme außer Windows 11 steckt schon der abgespeckte Client für private Microsoft-Konten. Beide lassen sich parallel nutzen.

lich“ ein zusätzliches Fenster mit dem eingeschränkten Teams-Client öffnen. In der Taskleiste von Windows taucht Teams dann zweimal auf. Das Symbol für die Vollversion zeigt das blaue Teams-Logo auf transparentem Hintergrund; Teams light steckt hinter dem etwas kleineren blauen Logo auf weißem Kreis.

Die Windows-11-Variation

Unter Windows 11 sind hingegen das private und geschäftliche Teams komplett getrennt, aber ebenfalls parallel nutzbar. Hat man neben der Windows-eigenen Version noch die Vollversion installiert, erscheinen beide nicht nur als separate Icons in der Taskleiste. Sie besitzen auch getrennte Einträge im Startmenü, beide mit „Teams“ beschriftet. Auseinanderzuhalten sind der private und der geschäftliche Client nur über die Farbe des Programm-symbols. Teams light für Windows 11 zeigt ein blaues „T“ auf weißem Grund.

Anders als bei den übrigen Versionen von Teams light öffnet ein Klick auf das „Chat“-Symbol unter Windows 11 nicht die komplette Programmoberfläche, sondern ein Fenster mit einer Liste der zuletzt geführten Gespräche und Schaltflächen, über die Sie einen neuen Chat oder eine Konferenz mit Teilnahmelink starten können. Gespräche werden zudem in einem separaten, herausgelösten Fenster ohne die üblichen Teams-Bedienelemente wie der Navigationsleiste geöffnet. Diese Ansicht müssen Sie bei den übrigen Teams-Versionen manuell öffnen, zum Beispiel mit einem Doppelklick auf einen Eintrag in der Gesprächsliste.

Aufgefallen ist uns auch, dass im Textchatfenster von Teams für Windows 11 die Möglichkeit fehlt, den eigenen Bildschirm freizugeben. Im Videokonferenz-Fenster ist sie aber vorhanden. Die anderen Versionen von Teams light, zum Beispiel in Windows 10, erlauben die Freigabe auch aus einem reinen Textchat.

Möchten Sie auch in Windows 11 die komplette Teams-Oberfläche mit allerdings stark eingeschränkter Seitenleiste und Programmeinstellungen sehen, klicken Sie in der Gesprächsliste unten auf den Link „Microsoft Teams öffnen“.

Kontaktanbahnung

Teams bietet keine Kontaktliste in Art eines Telefonbuchs. Entweder hatten Sie schon ein Gespräch mit dem gewünschten Partner und wählen dann den vergangenen Einzel- oder Gruppenchat aus der

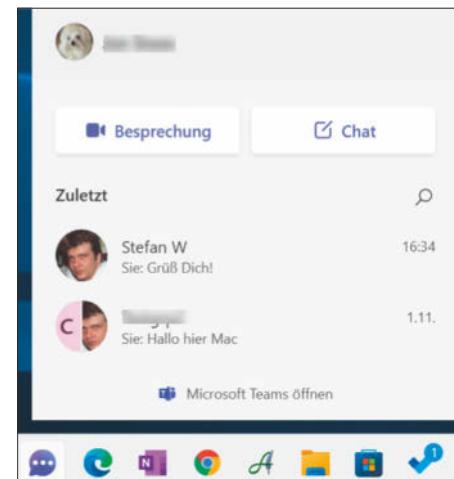
Liste. Oder Sie kennen dessen Mailadresse und tippen sie in das Adressfeld. Der Adressat bekommt dann zunächst eine Mailnachricht an die eingegebene Adresse. Darin steckt die Aufforderung, einen Link anzuklicken, um „Teams beizutreten“. Der Link führt zu einer Webseite, die drei Optionen anbietet: Sie können der Unterhaltung im Webbrowser beitreten oder in einem lokal installierten Teams-Client. Die dritte Option führt zum Download einer Teams-Version für Ihr System. In jedem Fall benötigt der Gesprächspartner ein kostenloses Microsoft-Konto, das dann mit Teams verbunden wird.

Teams für Windows 11 loswerden

Wenn Sie Teams für Windows 11 überhaupt nicht brauchen, können Sie es deinstallieren wie andere Programme. Das geht zum Beispiel, indem Sie „Teams“ über das Startmenü suchen, dann die richtige App auswählen (Logo mit blauem „T“ auf weißem Grund) und aus dem rechten Menü „Deinstallieren“ wählen. Eventuell reicht es Ihnen auch, nur das Chat-Logo aus der Taskleiste zu verbannen. Das funktioniert jedoch nicht wie üblich per Rechtsklick und Kontextmenü. Sie finden die Option in den Windows-Einstellungen unter „Personalisierung/Taskleiste“.

Fazit

Einmal mehr tut sich Microsoft schwer mit Namensgebung und Dokumentation. Teams in Windows 11 sowie die kostenlosen Clients für Windows 10 und andere



Die abgespeckte Windows-11-Version von Teams wird über das Icon „Chat“ gestartet, woraufhin sich zunächst eine Liste vergangener Unterhaltungen öffnet.

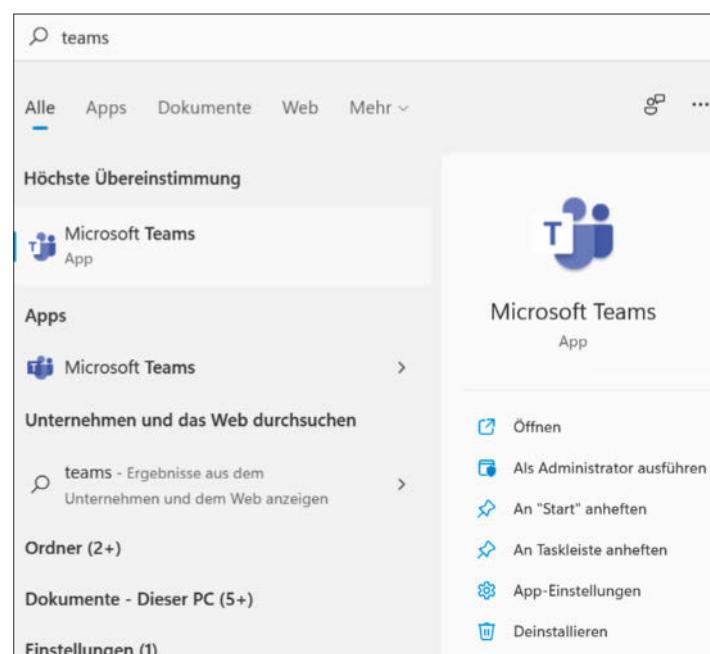
Systeme entsprechen dem kostenlosen Skype (nicht Skype for Business) und sind laut Microsoft vor allem für die private Kommunikation gedacht. Wer beruflich auch das große Teams benutzt, kommt auch mit „Teams light“ sofort zurecht.

(swi@ct.de)

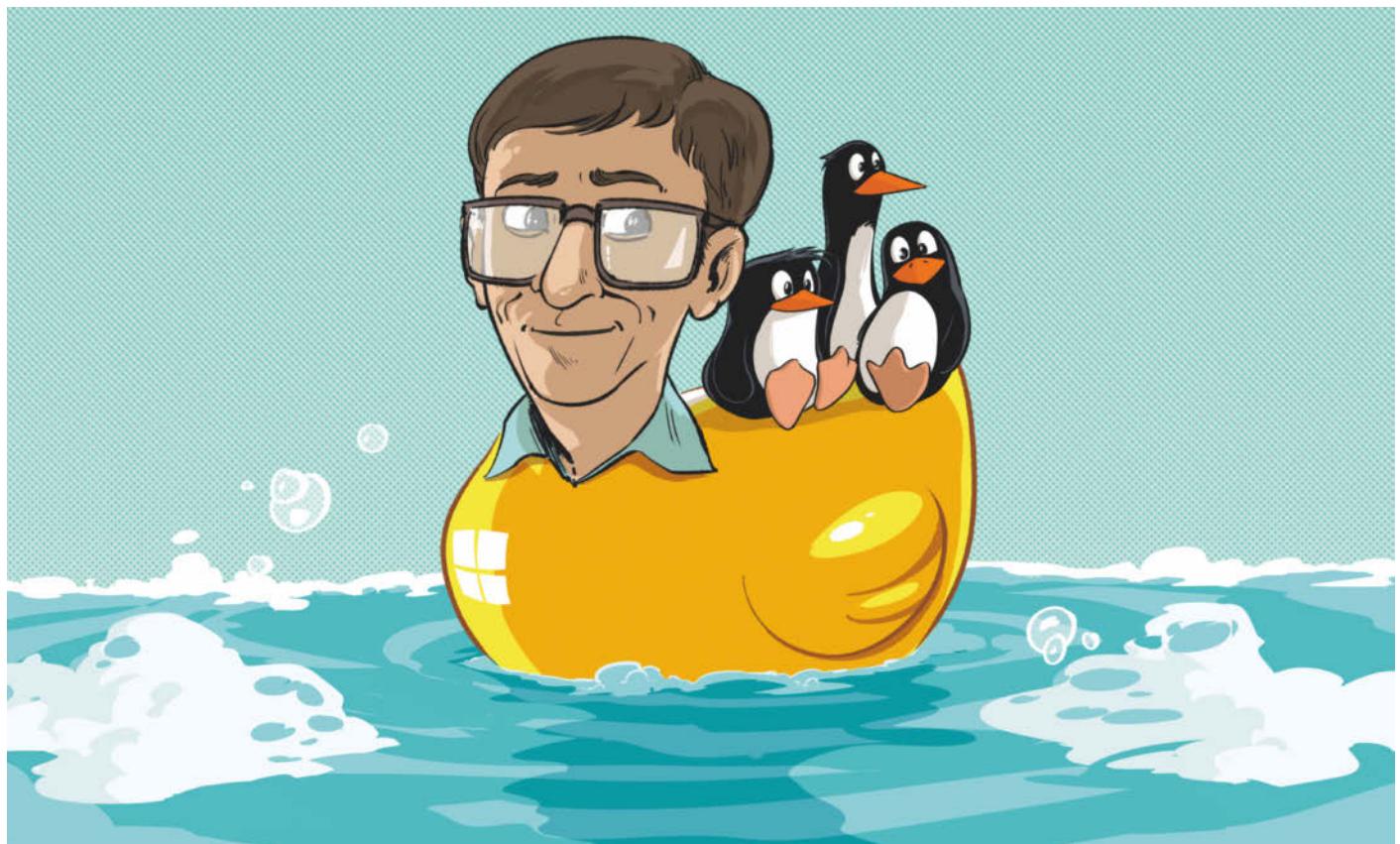
Literatur

[1] Dr. Hans-Peter Schüler, Call for Conference, Teams-Besprechungen planen mit und ohne Outlook, c't 20/2021, S. 150

Teams-Client kostenlos downloaden: ct.de/y8se



Vorsicht in Windows 11, vor allem beim Deinstallieren: Es gibt zwei Teams-Einträge im Startmenü, das mit dem blauen „T“ auf weißem Grund gehört zum Windows-eigenen Teams-Client.



Windux

Entdeckungsreise durchs Windows Subsystem für Linux

Unter Windows 11 kann das Windows Subsystem für Linux (WSL) sogar grafische Linux-Anwendungen auf dem Desktop darstellen. Ein gründlicher Blick auf die Funktionsweise zeigt nicht nur, was das zuständige Subsystem in den verschiedenen Windows-Versionen leistet, sondern auch einige spannende Mechanismen, die in allen modernen Windows-Versionen stecken.

Von Peter Siering

Während der Weiterentwicklung von Windows 10 schlug die Neuigkeit, dass das Windows Subsystem für Linux (WSL) im Microsoft-Betriebssystem normale Linux-Programme ausführen wird, hohe Wellen. Hatten die Microsoft-Granden vor

20 Jahren noch gewettet, Linux sei ein Krebsgeschwür, bauten die Redmonder Entwickler es nun direkt ins Betriebssystem ein. Seit den ersten Gehversuchen in den Insider Builds von Windows 10 im Jahr 2016 bis hin zur aktuellen Fassung in Windows 11 haben die Entwickler die Funktionsweise stark verändert und grei-



fen tief in die Trickkiste der Betriebssystemtechnik.

Geschichte

Vorn angefangen: Für die erste reguläre mit Windows 10 veröffentlichte Fassung des WSL, die heute Version 1 heißt, hatten die Entwickler versucht, die Linux-Systemaufrufe auf Windows-Funktionen abzubilden. Beim Ausführen von Linux-Programmen, sogenannten ELF-Binaries, merkten die nicht, dass statt eines Linux-Kernels eine Software-Schicht auf dem Windows-Kernel die Systemaufrufe ausführte. Die Entwickler hatten zwar nicht

100 Prozent aller Aufrufe implementiert, aber genug zum Ausführen einer Linux-Umgebung, wie sie zum Beispiel Ubuntu bereitstellt –

Umgebung meinte zunächst eine textbasierte Unix-Shell mit all ihren Begleitern wie grep, awk und Kollegen.

Mitte 2019 erschien dann Version 2 von WSL, zunächst wieder im Rahmen der Insider Previews. Anstatt Windows die Systemaufrufe nachzubilden zu lassen, spannten die Entwickler jetzt eine Mini-

mal-VM ein, die einen Linux-Kernel ausführt. Für die kompakte VM braucht Microsoft nicht die vollständige eigene Virtualisierungskomponente Hyper-V, sondern nur eine abgespeckte Form derselben. Diesen „Host Compute Service“ (HCS) verwendet Windows auch an verschiedenen anderen Stellen, um Sandboxen zu realisieren.

WSL1 und WSL2 schließen einander nicht aus, sondern können nebeneinander laufen. Der Anwender entscheidet, unter welcher Variante er eine Linux-Umgebung betreiben möchte. Eine Windows-Installation kann die Linux-Umgebungen per App aus dem Microsoft-Store ziehen oder das ganz ohne Geklicke auch auf der Kommandozeile erledigen. Letztere bietet sich ohnehin an, denn Dreh- und Angelpunkt für Aufruf und Konfiguration der WSL-Umgebungen ist das Programm `wsl` auf der Kommandozeile, das zumeist Rechte eines Administrators erwartet.

Installation

Während der Entwicklung variierten die Tipps, wie die Installation von WSL(2) zu bewerkstelligen sei. Jetzt ist klar: Wenn Sie eine aktuelle Windows-Version am Start haben, ist dafür die Kommandozeile am bequemsten. Öffnen Sie als Admin eine Eingabeaufforderung oder ein Windows-Terminal und geben Sie dort ein:

```
wsl --install --distribution ubuntu
```

Der Befehl installiert nicht nur WSL, sondern auch gleich eine Ubuntu-Umgebung. Windows 11 braucht die Option für die Distribution nicht, es ergänzt von sich aus gleich Ubuntu. Unter Windows 11 holt der Befehl auch gleich die Komponenten, die notwendig sind, um grafische Linux-Programme auszuführen, von Microsoft WSLg getauft. Für Windows 10 wird Microsoft diese Funktion aller Voraussicht nach nicht anbieten. Sie wurde zwar in den Insider Preview unter Windows 10 getestet, bleibt aber Windows 11 vorbehalten.

Im Store bietet Microsoft WSL neuerdings auch an, bei Redaktionsschluss in Form einer Preview. Langfristig soll das der empfohlene Installationsweg werden, steht in Microsofts Entwickler-Blog. Das Argument dafür: So wäre es leichter, WSL außer der Reihe zu aktualisieren, ohne dafür auf eine neue Windows-Version umsteigen zu müssen. Der auf der Kommandozeile dafür angebotene Befehl `wsl --update` aktualisiert nur den Kernel.

Damit letzteres automatisch geschieht, muss man in der Konfiguration für Windows-Update auch das Aktualisieren anderer Microsoft-Software gestatten.

Was die WSL-App im Store im Unterschied zu `wsl --install` derzeit nicht leistet: Sie richtet nicht das zusätzlich nötige Windows-Feature, die „Virtual Machine Platform“ ein. Das muss der Nutzer zuvor von Hand erledigen. Das geht per `dism.exe /online /enable-feature /featurename:VirtualMachinePlatform /all` aus einer Kommandozeile mit Admin-Rechten oder über die Windows-Feature-Liste, die man über eine Suche im Startmenü nach „Feature“ findet (oder auch über die betagte und in Windows 11 noch immer enthaltene Systemsteuerung). Wie gesagt: `wsl --install` spart diese Handgriffe.

Erste Schritte

Sobald WSL eingerichtet ist, der PC eventuell neu gestartet und eine Linux-Umgebung hinzugefügt wurde, lässt sie sich durch Eingabe ihres Namens in die Startmenüsuche starten. Alternativ erledigt das auch der parameterlose Aufruf von `wsl` für die als Standard gesetzte Linux-Umgebung. Starten heißt, dass Windows eine Shell zeigt, also die Linux-Kommandozeile. Das dauert einige Sekunden, wenn zuvor keine Linux-Umgebung lief. Je nachdem, wie Sie diese aufrufen, stellt Windows sie in einer Windows-Konsole oder im neuen Windows-Terminal dar (letzteres empfiehlt sich, weil es komfortabler ist).

In der Shell können Sie beliebige Linux-Kommandos starten, etwa mit `ls` eine Liste der Dateien ausgeben lassen, die im aktuellen Verzeichnis liegen. Wenn Ihr PC mit Windows 11 läuft und grafische Linux-Programme in der Umgebung installiert sind, können Sie diese wie normale Windows-Programme ausführen.

c't kompakt

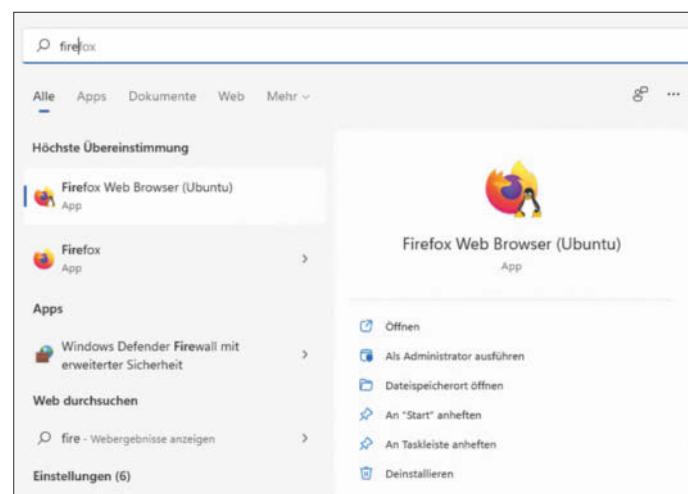
- WSL führt unter Windows Linux-Binärdateien direkt aus.
- Seit Windows 11 stellt WSL die Fenster grafischer Linux-Anwendungen wie die von Windows Anwendungen auf dem Desktop dar.
- Als Komponente zeigt WSL auf, welche technischen Möglichkeiten heute in Windows stecken.

dows-Programme benutzen. Windows stellt diese dann auf dem Desktop als Fenster neben den Windows-Anwendungen dar. WSL reiht sogar solche grafischen Anwendungen automatisch ins Windows-11-Startmenü ein. Wenn Sie Firefox in der Ubuntu-Umgebung mit

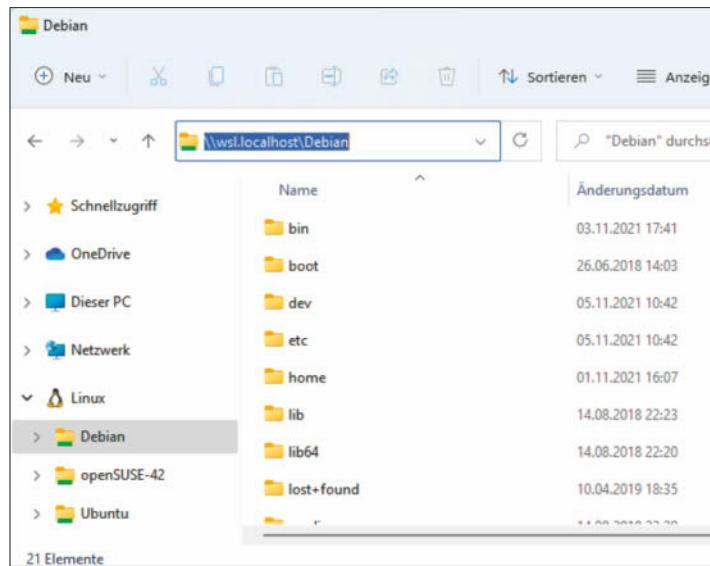
```
sudo apt-get update
sudo apt-get install firefox
```

nachinstalliert haben, würde Windows den als „Firefox (Ubuntu)“ bei einer Startmenüsuche anbieten. Beim Aufruf der vorgenannten Befehle fragt die Ubuntu-Umgebung das Passwort ab, das Sie beim Einrichten von WSL einzugeben aufgefordert worden sind. Den Benutzernamen, den Sie dabei festgelegt haben, verwendet WSL als Ihre Linux-Identität. Die WSL-Linux-Umgebungen gehören immer dem angemeldeten Windows-Nutzer. Das unter Linux angelegte Konto und Passwort sind nicht weiter mit dem Windows-Konto verknüpft.

In der Linux-Shell können Sie aber nicht nur Linux-Programme starten, sondern auch Windows-Programme. Es ge-



Windows 11
findet in einer
WSL-Umgebung
installierte grafi-
sche Linux-An-
wendungen und
trägt sie ins
Startmenü ein.
Für die Darstel-
lung von deren
Fenstern ver-
wendet Micro-
soft die Funktio-
nen des Remote
Desktop.



nügt, den Namen der Programmdatei einzugeben, etwa `notepad.exe` oder `powershell.exe`. Microsoft selbst zeigt gern den Aufruf von Visual Studio Code, das unter Windows installiert ist. Der gelingt dabei interessanterweise durch Eingabe von `code` – damit das klappt, hinterlegt Microsoft bei der Installation der Windows-App im Suchpfad ein Shellskript, das aus der WSL-Shell das eigentliche Windows-Binary `code.exe` aufruft.

Weitere Distributionen lassen sich per `wsl --install --distribution` mit hinten angestelltem Distributionsnamen hinzufügen. Welche Microsoft anbietet, verrät der Aufruf `wsl --install --online`. Aber nicht nur diese Umgebungen stehen zur Verfügung. Microsoft hat Anleitungen veröffentlicht, wie Linux zu paketieren sind, damit sie sich in WSL integrieren. Es läuft letztlich darauf hinaus, ein Tar-Archiv zu bauen und eine EXE-Datei bereitzustellen, die diese auf Zuruf bearbeitet. Über ct.de/y2ue finden Sie viele weitere solcher Distributionen zum Download.

Technik dahinter

Die in WSL „ausgeführten“ Linux-Umgebungen entsprechen in einigen Punkten nicht einer regulären Distribution, wie sie auf einem PC oder in einer virtuellen Maschine (VM) läuft. Es fehlen die typischen Funktionen zum Starten von Diensten, zur Anmeldung und die Software zum Bereitstellen einer grafischen Bedienoberfläche mit Desktop und so weiter. Aber die Umgebungen enthalten alle zur Distribution gehörenden Bibliotheken und Konfigurationsdateien, sodass Programme keinen Unterschied bemerken, solange sie nicht auf weitere Dienste angewiesen sind.

Wer hätte gedacht, dass im Explorer mal Pinguine herumspringen: Die Dateien der Linux-Umgebungen sind per Klick erreichbar. Bei WSL2 liegen sie in VHDX-Dateien, also virtuellen Platten, wie sie Hyper-V verwendet.

treibt WSL2 alle Linux-Umgebungen eines Nutzers. Es nutzt Namespaces, um die Distributionen in der VM voneinander zu isolieren. Fürs Ausführen von grafischen Linux-Anwendungen (WSLg) stellt Microsoft in Windows 11 der vom Nutzer eingerichteten Linux- eine spezielle System-Umgebung zur Seite, die deren Bildschirmausgaben so umlenkt, dass sich deren Fenster per RDP auf dem Desktop neben regulären Windows-Fenstern darstellen lassen.

Das Gebilde kann man recht gut erforschen. Dass eine leichtgewichtige VM beteiligt ist, sieht man zwar nicht in den Hyper-V-Verwaltungswerkzeugen, aber sehr wohl auf der Kommandozeile mit einem Aufruf von `hcsdiag list` (dafür sind Admin-Rechte erforderlich); so lassen sich übrigens auch andere solcher Mini-VMs sichtbar machen, die schon Windows 10 zum Beispiel für Sicherheitsfunktionen einbindet. Das Android Subsystem in Windows nutzt diese ebenso (mehr darüber in einer kommenden c't und schon jetzt auf ct.de/3003, siehe ct.de/y2ue). Auch für die virtuellen Hyper-V-Switches liefert ein solches Kommando (`hnsdiag`) Informationen.

Unter Windows 11 lässt sich die Forschungsarbeit noch weiter treiben: Dort kann man mit `wsl --system` sogar eine Shell innerhalb der von Microsoft für das Abfangen der grafischen Ausgaben konstruierten System-Umgebung erlangen. In dieser Umgebung steht mit `yum` sogar ein Paketmanager bereit, um für die Forschung weitere Software zu installieren. Solche Änderungen sind allerdings nur

Wie heute zumeist in Containern führt die Umgebung typischerweise ein Programm aus. Sie kann aber durchaus auch mehrere Programme starten. Da jedoch die Infrastruktur zum automatischen Starten von Diensten fehlt, sind das eher Eintagsfliegen. Sobald sich der Nutzer abmeldet, die Umgebung oder Windows beendet, stoppen alle darin gestarteten Linux-Prozesse. Letztlich haben die Microsoft-Entwickler alles darauf abgestimmt, dass Linux-Binärdateien interaktiv nutzbar sind – den dauerhaften Betrieb von Serverdiensten hatten sie nicht im Auge.

WSL1 hat Microsoft als Dienst in Windows verankert, um Linux-Binärdateien auszuführen. Bei WSL2 führt eine leichtgewichtige virtuelle Maschine (VM) einen von Microsoft angepassten Linux-Kernel aus. Unter diesem Kernel in dieser VM be-

So viel Linux steckt in jedem Windows

Nicht nur mit dem Ausführen von Linux-Anwendungen schickt Microsoft Windows auf Tuchfühlung mit der Unix-Welt. Schon zu frühen Zeiten von Windows 10 begannen die Entwickler, typische Werkzeuge aus der Unix-Kommandozeile einzubauen: So finden Windows-Nutzer dort das Programm **Curl** vor, mit dem sich automatisiert Dateien herunterladen, aber auch komplexere Web-Zugriffe in Skripten realisieren lassen. Außerdem kann Windows schon länger die unter Unix gebräuchlichen **Tar**-Archive lesen und schreiben – das allerdings „nur“ auf der Kommandozeile.

Einen großen Gefallen haben die Entwickler der IT-Welt getan, indem Sie Windows auch einen **OpenSSH**-Client und -Server spendiert haben. Der ist so nah am in der Open-Source-Welt verbreiteten Original, dass sich die für die Anmeldung nötigen Schlüssel problemlos austauschen lassen. Das war nicht immer so: Das oft auch heute noch von vielen unnötigerweise empfohlene Putty generierte diese in einer speziellen Form, sodass sie (Open-)SSH-Server erst nach Konvertierung schlucken. Diese Pfriemelei hat mit den in Windows eingebauten SSH-Komponenten gottlob ein Ende.

temporär und schlagen sich nicht in der beim Start bemühten VHDX-Datei der System-Umgebung nieder.

Dateiaustausch

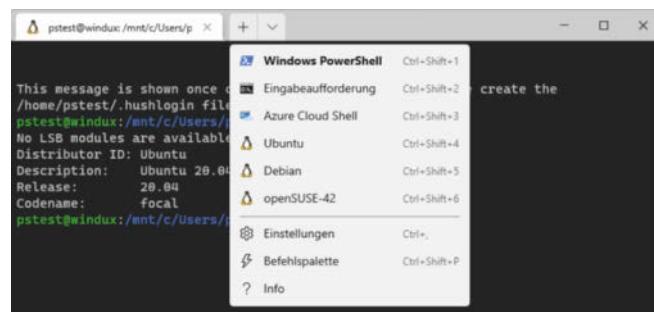
Ein wesentlicher Unterschied zwischen WSL1 und 2, den Microsoft auch sehr deutlich dokumentiert hat, liegt in der Art und Weise, wie „weltübergreifende“ Dateizugriffe realisiert sind. WSL2 legt alle Linux-Dateien zusammen mit denen der Distribution in einer VHDX-Datei im Benutzerprofilverzeichnis ab (unter `c:\Users\<Name>`). Die Zugriffe auf diesen Datenbestand aus WSL heraus erfolgen rasend schnell. Um die Windows-eigenen Laufwerke unter Linux zugänglich zu machen, bindet WSL2 sie in den Linux-Dateibaum unter „/mnt“ ein.

Zum Einbinden nutzt es eine spezielle Zugriffstechnik, um sicherzustellen, dass konkurrierende Zugriffe von Windows und Linux nicht das Dateisystem beschädigen (eine gleichzeitiges Einbinden eines Gerätes unter beiden Systemen würde das im Zweifel provozieren): das für das Experimentierbetriebssystem Plan 9 entworfene 9P. WSL2 selbst agiert dabei als Server, Windows als Client. Benchmarks zeigen, dass Dateizugriffe auf die so in Linux erreichbaren Dateien eines NTFS-Dateisystems viel langsamer erfolgen. Je mehr kleine Dateien dabei bearbeitet werden, desto stärker soll sich das auswirken.

Die Empfehlungen, die man daraus ableiten kann, sind sehr eindeutig: Wenn gemeinsame Zugriffe von Windows und Linux auf einen großen Bestand kleiner Dateien gefragt sind, dann empfiehlt sich WSL1. Hauptsächlich unter Windows bearbeitete Bestände sollten mit WSL2 auf einem NTFS-Datenträger liegen, im Wesentlichen unter Linux bearbeitete Dateien idealerweise im Linux-Dateisystem (nicht unter /mnt), also in der VHDX-Datei. Selbst wenn Windows diese Dateien nicht standardmäßig mountet, lässt sich ein Zugriff realisieren. Auch hier kommt 9P zum Einsatz: Microsoft hat Visual Studio Code um ein Modul ergänzt, das so Dateien im Linux-Dateisystem erreichen kann.

Netzwerk

Die Netzwerkanbindung der Linux-Umgebungen unterscheidet sich je nach WSL-Version. WSL1 klemmt diese Umgebungen hinter die Netzwerkkarte des PCs, das heißt, Linux und Windows teilen sich die IPv4- und IPv6-Adressen. Entsprechend



Das Windows Terminal trägt viel zum Charme von WSL bei. Die Linux-Umgebungen tauchen nach dem Hinzufügen automatisch dort auf.

ist die in den Linux-Umgebungen angezeigte Hardware-Ethernet-Adresse (MAC) mit der in Windows identisch. Dadurch sind innerhalb von WSL ausgeführte Dienste erreichbar, beispielsweise ein Web-Server. Öffnet eine Linux-Anwendung einen Port, fragt Windows gleich nach, ob es einen Firewall-Port öffnen soll.

WSL2 verpasst ebenfalls allen laufenden Umgebungen eine identische IPv4-Adresse, leitet die aber nicht von der des PCs ab. Stattdessen entnimmt es sie einem Adresspool eines virtuellen Switches, der „WSL“ heißt und bei Nachinstallation der Hyper-V-Verwaltungswerzeuge und -Dienste auch sichtbar ist, wenn WSL2-Umgebungen laufen. Alle WSL2-Umgebungen nutzen dann gemeinsam eine IP-Adresse aus einem privaten IPv4-Netz. IPv6-Adressen erhalten sie nicht. Auf dem virtuellen Switch ist die Windows-Komponente zum Teilen einer Internet-Verbindung (Internet Connection Sharing, ICS) aktiv.

Netzwerkzugriffe von außen auf Dienste, die in einer WSL2-Umgebung laufen, sind dadurch schwieriger möglich. Im Bug-Tracker zu WSL gibt es dazu lang anhaltende Diskussionen, die allerhand Probleme aufzeigen (siehe ct.de/y2ue): Da eine Umgebung mit jedem Windows- und WSL-Neustart eine andere IP-Adresse zugewiesen bekommt, genügen statische Portweiterleitungen via `netsh` (mit `netsh interface portproxy add`) und Ausnahmen in der Windows-Firewall nicht, um Dienste in den Linux-Umgebungen dauerhaft zugänglich zu machen. Doch wie gesagt war dies auch nicht Microsofts Ziel.

Wem es nützt

WSL spielt da seine Vorteile aus, wo Windows-Nutzer viel mit Linux-Umgebungen in Berührung kommen. Besonders gilt das für Entwickler, die Visual Studio Code benutzen, um zum Beispiel Docker-Container zu bauen. Sofern die nicht allzu umfangreiche Abhängigkeiten enthalten, genügt ein Laptop, um das Ganze zum

Testen nötige Labor mitzuschleppen. Nach einer Zeit merkt man gar nicht mal mehr, auf welchem Betriebssystem man arbeitet.

Das unterscheidet den WSL-Ansatz von herkömmlicher Technik zu Virtualisierung. Theoretisch lässt sich all das auch mit virtuellen Maschinen realisieren, aber der Aufwand ist deutlich größer. Man muss die VMs einrichten, sich Gedanken über die zu verteilenden Ressourcen machen und selbst aufräumen. Mit Windows-Bordmitteln gelingt das nur mit der Pro-Version. WSL steht auch in Home zur Verfügung und sogar in der ARM-Variante (vorausgesetzt, die Hardware erlaubt Virtualisierung, was nicht für jedes ARM-Gerät gilt).

Unterm Strich ist mit WSL die Schwelle, eine Linux-Umgebung zu installieren, wieder zu entsorgen (mit `wsl --unregister`, was alle Daten löscht) und neu einzurichten, deutlich niedriger. Zum Charme trägt das Windows-Terminal bei: Der Ersatz für die stumpfen Konsolenfenster, in denen Windows bisher Kommandozeilenwerkzeug bereitgestellt hat, glänzt mit skalierbarer, bunter und Tab-fähiger Oberfläche. Obendrein integriert es die verschiedenen Linux-Umgebungen schon bei der Installation, sodass PowerShell, klassische Eingabeaufforderung und Bash immer nur einen Klick entfernt sind.

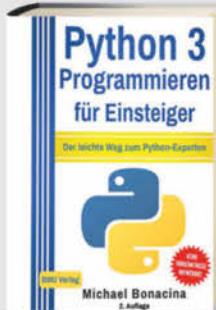
Im WSL-Kosmos ist das Frickelfieber ausgebrochen. Auf GitHub sprühen Projekte aus dem Boden: grafische Programme zum Verwalten der Linux-Umgebungen, Netzwerkkonfigurationshilfen und Ergänzungen zum dauerhaften Betrieb von Diensten. Obendrein gibt es zur Orientierung Sammlungen spannender WSL-Themen (einige Perlen haben wir unter ct.de/y2ue zusammen getragen). Das alles rückt sogar cronjobs in greifbare Nähe, die aus der Linux-Umgebung heraus Windows-Dateien bearbeiten. (ps@ct.de) **ct**

WSL-Zusätze, ausgewählte Bug-Reports, Architekturinfos, c't 3003: ct.de/y2ue

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger 13,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

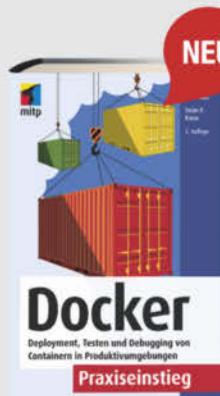
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites 39,90 € >



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

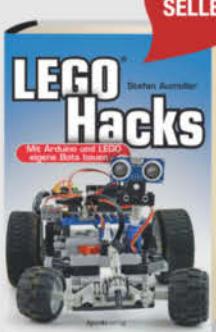
ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen 38,00 € >



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 25,99 € >

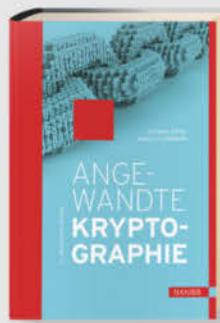


BEST-SELLER

Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

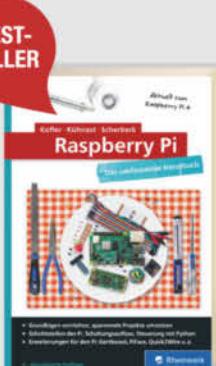
ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks 29,90 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann
Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134
shop.heise.de/kryptographie6 34,99 € >



BEST-SELLER

Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (6. Aufl.)

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.

Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6 44,90 € >



Simon Monk
Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526
shop.heise.de/zombies 24,90 € >

**PORTOFREI
AB 20 €
BESTELLWERT**

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

shop.heise.de/parklite

29,90 € >

NEU



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.

shop.heise.de/flirc

23,90 € >

musegear® finder Version 2



Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

shop.heise.de/musegear

24,90 € >



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € >

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 kühl 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 € >

NEUER PREIS!



ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

69,90 €

shop.heise.de/arduitouch

36,90 € >

NEU



PoKitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

94,90 € >

NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. Inklusive Netzteil!



shop.heise.de/jetson

134,90 € >

28% RABATT

Make Family + Makey-Paket



Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ – das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschorpfer und der Makey-Lötausatz mit LEDs und Batterie.

27,70 €

shop.heise.de/makey-paket

19,90 € >

„No Signal“ Smartphone-Hülle



Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmselde bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € >



heise Shop

shop.heise.de

Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de



Überlebenskampf

The Eternal Cylinder: Die Macht der Evolution

Im Survival-Spiel The Eternal Cylinder retten kleine, knudelige Wesen ihre Welt vor einer bizarren Bedrohung, indem sie sich weiterentwickeln.

Von Andreas Müller

Ein riesiger Zylinder rollt unaufhörlich über eine Welt und zerstört jedes Leben. Ein paar robuste Türme halten ihn nur zeitweise auf. Die einzige Hoffnung dieser bedrohten Welt sind deshalb ein paar Rüsselwesen namens Trebhums, die den Zylinder stoppen wollen. Sie wirken klein und zerbrechlich, greifen aber auf ein mächtiges Instrument der Natur zurück: die Evolution. Mit Wissen, Beharrlichkeit und nicht zuletzt Geschick sammeln sie ihre Kräfte und entwickeln sich weiter, um der rätselhaften Gefahr zu entkommen.

Entwickelt wurde The Eternal Cylinder vom chilenischen Studio ACE Team, das in den letzten Jahren bereits andere außergewöhnliche Spielewelten erschaffen hat. In ihrem Actionspiel Zeno Clash prügeln sich merkwürdige Völker durch eine bizarre Landschaft und in Rock of

Ages musste man einen riesigen Stein steuern, der alles niederwalzte, was ihm in den Weg kam.

Leben findet einen Weg

Auch die Welt von The Eternal Cylinder wirkt schräg: Der Zylinder wird von einem kopflosen, halbmenschlichen Monster angeschoben, auf der Oberfläche jagen Beine im Rollstuhl die Trebhums und große Käfer lassen sich auf die Erde fallen, um Giftwolken zu furzen. Man könnte meinen, die Komikertruppe Monty Python sei wiederauferstanden und erobere nun die Spielewelt.

Hinter dem fantasievollen Szenario steckt ein spannendes Spiel über die Evolution, das Action-Sequenzen mit ein paar kleinen Knobelaufgaben, Überlebenskampf und viel Erkundung mixt. Die kleinen Trebhums entpuppen sich als gierige Allesfresser und stopfen alles in sich hinein, um so die nächste Stufe der Evolution zu erreichen. Mit der richtigen Nahrung wachsen lange Sprungbeine, Pelze für den Winter, harte Panzer oder sogar eine Art Schusswaffe, die verdaute Nahrung verschießt. Doch nicht jede Evolutionsstufe hat Vorteile und nur durch Experimentieren finden die Trebhums die benötigten Fähigkeiten.

Das Erfolgsrezept bei so viel Vertrauen ins kulinarische Evolutionsbewusstsein lautet Teamarbeit. Manche Trebhums können schwimmen oder besonders hoch springen und so spezielle Nahrung für ihre Artgenossen besorgen. Anfangs steuert man nur einen Trebhum aus der Schulterperspektive, später kommen weitere dazu und man kann zwischen den einzelnen Wesen wechseln, um ihre besonderen Fähigkeiten zu nutzen. Stirbt eines der Tierchen, kann man es an einem Schrein wiederbeleben. Beim Erkunden der Umgebung findet man weitere Wunder: alte Weisen, die wertvolle Tipps geben oder Tempel, in denen die Trebhums Lebenspunkte oder Ausdauer verbessern können.

Das ist auch bitter nötig, denn der Zylinder und seine Schergen sind unerbittlich. Einmal erwischt, verlieren die Trebhums unter den grellen Scheinwerfern der Bösen ihre Fähigkeiten oder gar ihr Leben. Wenn Stürme aufziehen, der Zylinder Blitze verschießt oder seine körperlich deformierten Helfer Jagd auf die Trebhums machen, ist das nicht nur bizarr, sondern auch ein wenig verstörend. So werden die Trebhums durch eine eigenartige Welt gejagt, deren Geheimnis sich nach rund acht Stunden Spielzeit offenbart. Dabei entpuppt sich das bizarre Abenteuer als ernste Metapher für den unbändigen Überlebenswillen der Natur.

Fazit

The Eternal Cylinder entzieht sich konventionellen Spielerwartungen. Blickt man hinter die schräge Hülle, zeigt sich ein origineller Genremix, der nicht nur zum Entdecken, sondern auch zum Experimentieren anregt. ACE Team ist ein sehr zugängliches Abenteuer gelungen, das mit großzügigen Speicherpunkten viele Fehler verzeiht. Etwas Beharrlichkeit ist allerdings nötig, um Rückschläge zu verkraften. Das macht dieses Abenteuer zu einer herausfordernden und spannenden Abwechslung im spielerischen Einheitsbrei von heute. Wer gern Neues ausprobiert und sich in schrägen Welten wohlfühlt, sollte sich dieses Kleinod nicht entgehen lassen.

(lmd@ct.de) **ct**

The Eternal Cylinder

Survival-Abenteuer

Vertrieb	Good Shepherd, ACE Team, eternalcylinder.com
Systeme	Windows, Playstation 4, Xbox One
USK	ab 12 Jahre
Preis	25 €

Jetzt Kombi-Rabatt sichern
und über **30 %**
sparen!

secIT by Heise
SPECIAL

Die Online-Konferenzen zur secIT by Heise

secIT Special

IT-Security im Fokus

Vertiefen Sie in einer spannenden Keynote sowie in 3 interaktiven Vorträgen Ihr Wissen rund um IT-Security. Jedes secIT Special präsentiert Ihnen ein exklusives Thema.

DIE THEMEN

IR, SOC und SIEM

Verteidigungschinesisch
(nicht nur) für Anfänger!
Im Kombi-Ticket als
Aufzeichnung erhältlich

Cybersicherheit für KMU

Kaufen, mieten oder
selber machen?
Im Kombi-Ticket als
Aufzeichnung erhältlich

9. Dezember 2021

Hacking for Security

Was Sicherheitstests für
Unternehmen bringen!



JETZT ANMELDEN

konferenzen.heise.de/secit-special

UNSERE PARTNER



ADVANCED
ANALYTICS



SONICWALL

SOPHOS

Die Evolution der Cybersecurity

Per Knopfdruck kündigen

Neues Gesetz soll „faire Verbraucherverträge“ fördern

Erneut will der deutsche Gesetzgeber Verbraucherrechte stärken: So gelten für automatische Vertragsverlängerungen und für Kündigungsfristen künftig verbraucherfreundlichere Bestimmungen. Zudem müssen Unternehmen einen Button zur Kündigung online abgeschlossener Vereinbarungen einrichten.

Von Joerg Heidrich

Der Deutsche Bundestag hat im Juni das Gesetz für „faire Verbraucherverträge“ (GffVV, heise.de/s/bYO1) verabschiedet. Es bringt hauptsächlich Änderungen ins Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) und ins Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG). Der Gesetzgeber rückt damit vor allem Schieflagen bei länger laufenden Vereinbarungen von Unternehmen mit Verbrauchern zu Leibe. Im Blick ist außerdem die nach wie vor wild wuchernde Telefonwerbung.

Einwilligungen dokumentieren

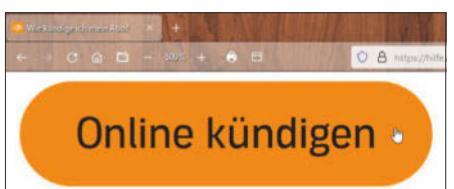
Der neu ins UWG gekommene Paragraf 7a betrifft Telefonwerbung, die sich an Verbraucher richtet, und ist bereits seit 1. Oktober anzuwenden. Bereits zuvor galten strenge Regelungen für diese Werbeform – sie ist nur dann zulässig, wenn das werbende Unternehmen zuvor eine Einwilligung des Anrufempfängers eingeholt hat. Mit § 7a UWG kommt eine Dokumentationspflicht hinzu: Unternehmen müssen die genannte Einwilligung nun „in angemessener Form“ dokumentieren und den Nachweis fünf Jahre lang aufbewahren.

In diesem Zusammenhang gilt eine Sonderregelung für Strom- und Gasverträge. Viele Kunden hatten sich in der Vergangenheit bei Verbraucherzentralen darüber beschwert, dass sie nach Telefongesprächen mit Anbietern oder Vermittlern ungewollt solche Lieferverträge bekommen hätten. Der bereits mit Wirkung seit 27. Juli neu ins Energiewirtschaftsgesetz (EnWG, heise.de/s/pmMG) gekommene Paragraf 41b Abs. 1 Satz 1 EnWG erfordert dafür eine Zustimmung in Textform, also per E-Mail oder Brief. Ein solcher Vertrag kann nicht mehr wirksam telefonisch abgeschlossen werden.

Kündigung erleichtert

Unter anderem für Mobilfunk und Pay-TV sind bislang vielfach Verträge mit zweijähriger Laufzeit geläufig, die sich ohne Kündigung um ein weiteres Jahr verlängern. Wer nicht termingenau aufpasste, handelte sich ein solches Verlängerungsjahr schon dadurch ein, dass er nicht fristgerecht bis drei Monate vor Vertragsende kündigte.

Der durchs GffVV neu gefasste Paragraf 309 Nr. 9 BGB schafft in dieser Hinsicht für viele Verbraucher deutliche Erleichterungen – allerdings nur bei Verträgen, die ab 1. März 2022 geschlossen werden. In den meisten Fällen sind automatische Vertragsverlängerungen dann nur



Für online geschlossene Langzeitverträge müssen Anbieter künftig einen deutlichen und unmissverständlichen Kündigungsbutton verfügbar machen.

noch zulässig, wenn sich der Vertrag nach Ablauf auf unbestimmte Zeit verlängert. Danach können Verbraucher ihre Verträge dann mit einer Kündigungsfrist von maximal einem Monat beenden. Allerdings sind Vereinbarungen mit einer festen Laufzeit von zwei Jahren zu Beginn des Vertragsverhältnisses weiterhin möglich.

Ein wichtiger Punkt des neuen Gesetzes ist die Einführung eines Kündigungsbuttons für online geschlossene Langzeitverträge: Unternehmen müssen die Möglichkeit einrichten, per Knopfdruck den Vertrag im Rahmen der Kündigungsfrist zu beenden. Der Button dafür muss prominent und eindeutig als Kündigungsfunction sicht- und erkennbar sein; er muss zudem auf direktem Weg eine Vertragsbeendigung auslösen. Das Unternehmen muss die Kündigung dann sofort elektronisch in Textform bestätigen. Diese Bestimmungen stehen nun als § 309k im BGB und sind ab 1. Juli 2022 wirksam.

Ganz so einfach, wie es zunächst klingt, macht der Gesetzgeber es den Verbrauchern allerdings doch nicht. Um die Vertragsbeendigung auszulösen, müssen Kunden zunächst einiges angeben: etwa die Art der Kündigung und bei einer außerordentlichen Kündigung den Grund. Zudem ist die „eindeutige Identifizierbarkeit“ erforderlich, auch der Vertrag ist eindeutig zu nennen. Dasselbe gilt für den Zeitpunkt, zu dem das Vertragsverhältnis enden soll.

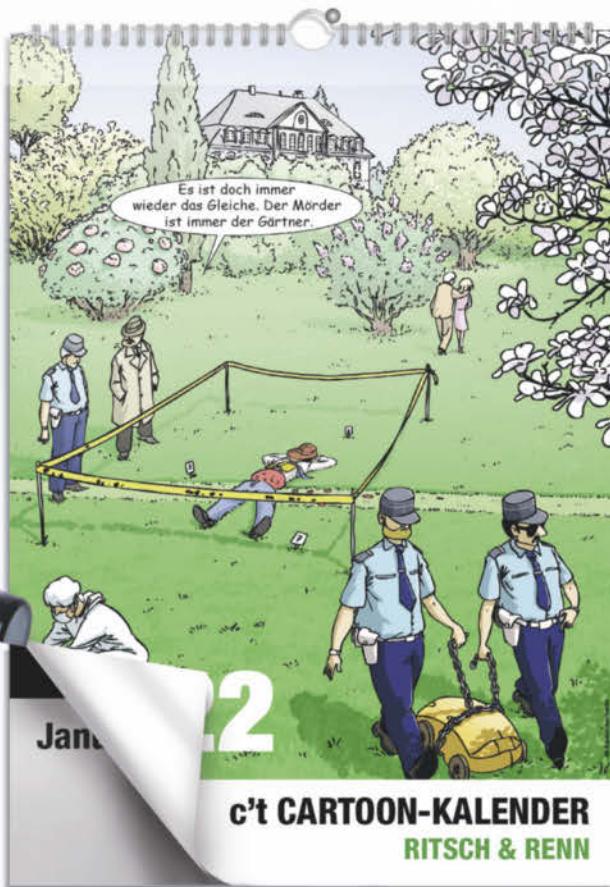
Erst wenn das alles erledigt ist, wird durch einen Klick die Kündigung ausgelöst. Falls Unternehmen diese Button-Lösung nicht oder nur unzureichend umsetzen, können Verbraucher die fraglichen Verträge mit ihnen jederzeit und ohne Einhaltung einer Frist kündigen.

Weniger öffentliches Echo hat der durchs GffVV ins BGB eingefügte Paragraf 308 Nr. 9 hervorgerufen: Er schließt das Verbot von Abtretungen in allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) aus. Unternehmen hatten versucht, mit solchen Vereinbarungen die Durchsetzung von Verbraucherrechten durch Legal-Tech-Dienste zu unterbinden. Diese haben etwa Reisekunden vielfach zu Rückzahlungen für ausgefallene oder verspätete Flüge verholfen.

Kleine Fortschritte

Unterm Strich stellen die erwähnten Gesetzesänderungen zwar keine Revolutionen dar, sie wirken sich aber für Verbraucher durchaus in vielen Fällen hilfreich aus. (psz@ct.de) **ct**

Mit Humor durchs neue Jahr!



NEU
im heise Shop

**Ein MUSS
für jeden Nerd!**



c't Schlagseitenkalender 2022

Die besten Schlagseiten von Ritsch & Renn des c't-Jahrgangs 2021.
Bestehend aus den fiesesten, lustigsten und schrägstens Cartoons von Ritsch und Renn,
ist der Kalender für Nerds, Geeks und alle anderen c't-Leser ein Muss.

Für nur 9,90 €



shop.heise.de/ct-kalender2022

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Ethernet-Hardware am Glasfaseranschluss

❓ In Kürze wird mein Telefonnetzbetreiber EWE einen Glasfaseranschluss in mein privates Einfamilienhaus legen. Ich möchte daran meine etwa ein Jahr alte DSL-Fritzbox 7590 weiter nutzen. Meine bisherigen Recherchen dazu haben ergeben, dass ich wohl einen Medienkonverter benötige. Aber welchen? Er sollte das Glasfaser-Signal so transformieren, dass ich es bei voller Funktionalität per vorhandenem Ethernet über 15 Meter an die Fritzbox weiterleiten kann (RJ45-Anschluss). Ich habe keine besonders hohen Ansprüche an die Geschwindigkeit; mit DSL-25-Speed wäre ich schon zufrieden.

❗ Ihre Erkenntnis, dass Sie die vorhandene Fritzbox mit einem Medienkonverter problemlos weiter benutzen können, ist korrekt. Wir können Ihnen jedoch mangels EWE-Testanschluss keine gezielte Empfehlung für einen Medienkonverter geben: Laut der EWE-Schnittstellenbeschreibung (siehe ct.de/ydkb) kommt beim Netzausbau sowohl Punkt-zu-Punkt-Glasfasertechnik (AON) als auch Punkt-zu-Mehrpunkt-Glasfasertechnik (GPON) zum Einsatz. Außerdem gibt es sehr viele Glasfaserkomponenten unterschiedlicher Hersteller, die nicht immer problemlos zusammenspielen. Sie sollten deshalb zunächst EWE fragen, ob das Unternehmen bei Ihnen einen passenden Konverter installieren wird. Falls das nicht geplant ist, sollte EWE Ihnen zumindest sagen, welche Modelle kompatibel zur Anschluss-technik sind. Vermutlich sind Sie nicht der Erste mit diesem Anliegen. (amo@ct.de)

Informationen von EWE: ct.de/ydkb

Apple-Watch und veraltete Apple-ID

❓ Ich habe mir vor einer Weile eine gebrauchte Apple Watch 3 zugelegt und bei der Einrichtung lief eigentlich alles glatt. Aber sie fordert mich manchmal mehrmals am Tag auf, das Passwort für eine Apple-ID einzugeben, die ich schon lange nicht mehr aktiv verwende, weil ich das Passwort vergessen habe. Auch soll ich einen Kauf abschließen, aber ich habe keinen angestoßen. Wie kann ich diese lästige Abfrage abstellen?

❗ Die Apple-Watch-Meldung ist tatsächlich etwas verwirrend, erklärt sich aber dadurch, dass Apple jegliche Downloads aus dem Store als „Kauf“ behandelt,



Auch für kostenlose Apps verlangt Apple den Abschluss des „Kaufs“ per Apple-ID.

auch wenn eine App gratis angeboten wird. Im Verlauf des Kaufs wird die Software signiert. Zu den Signaturmerkmalen gehört auch die im iPhone eingestellte Apple-ID.

Vermutlich haben Sie also mit der aufgegebenen Apple-ID mindestens eine App auf Ihr iPhone geladen und bei der Apple-Watch-Einrichtung auf dem iPhone festgelegt, dass die Watch-Variante auf der Uhr installiert wird. Dafür verlangt Apple grundsätzlich eine erneute Authentifizierung.

Da das in Ihrem Fall mangels Passwort nicht gehen wird, müssen Sie die mit der veralteten Apple-ID heruntergeladene App identifizieren und von der Watch entfernen. Dazu gibt es mehrere Wege. Der einfachste: Entfernen Sie zunächst sämtliche Apps von der Watch und richten Sie anschließend jene Apps einzeln ein, die Sie auf der Watch tatsächlich haben wollen. Wenn die Abfrage nach der alten Apple-ID wieder erscheint, haben Sie einen Störenfried gefunden. Löschen Sie dann die betreffende App vom iPhone und laden Sie sie mit Ihrer aktuellen Apple-ID neu aufs iPhone und auf die Watch. Fahren Sie fort, bis alle Störenfriede entfernt sind.

(dz@ct.de)

Satellitenradio gestört?

❓ Mein Technisat-Receiver S3 ISIO empfängt nach einem Suchlauf die ARD-Radiosender nicht mehr. Mache ich etwas falsch oder hat sich bei den Sendern etwas geändert?

❗ Die ARD will ihre Radioprogramme über Satellit ab Dezember nur noch im modernen Audioformat AAC-LC (Ad-

vanced Audio Codec – Low Complexity) im Standard DVB-S2 übertragen. Der Codec-Wechsel ist bereits erfolgt, aber die Sender werden einstweilen auch noch im alten MP2/AC3-Format ausgestrahlt, allerdings unter geänderten Sendernamen – vermutlich haben Sie sie deshalb nicht gefunden. Sie können zum Beispiel NDR 2 noch als „alt_NDR 2“ empfangen.

Am 14. Dezember ist damit aber Schluss. Ältere SD-Receiver sowie vereinzelte HD-Empfänger, die den AAC-Codec nicht unterstützen, können dann kein ARD-Satellitenradio mehr empfangen und müssen ausgetauscht werden. Einige Modelle, darunter auch Ihr Technisat-Receiver, können die AAC-Wiedergabe per Software-Update lernen. Das Update für den S3 ISIO können Sie per USB-Stick einspielen. Die notwendige Firmware finden Sie im Downloadbereich auf der Technisat-Homepage (siehe ct.de/ydkb); eine Update-Anleitung ist in der Zip-Datei enthalten. Ist Ihr Receiver ans Internet angeschlossen, können Sie die Firmware auch direkt über den Menüpunkt „Service-Einstellungen“ aktualisieren.

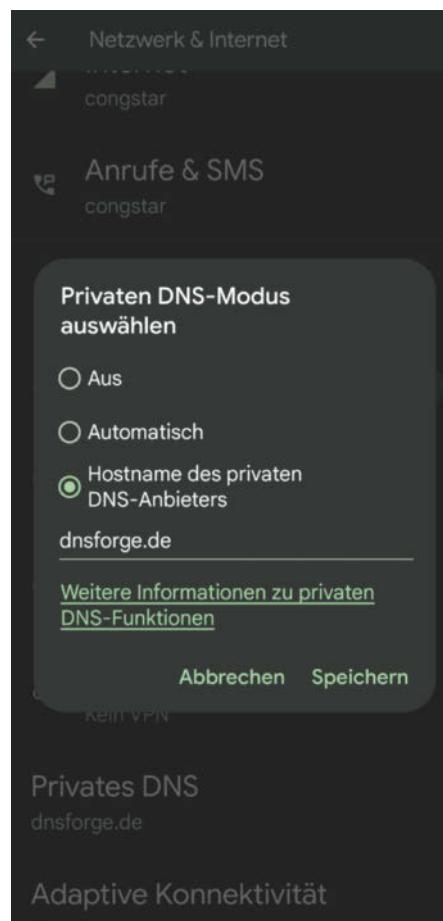
(Dirk Weyel/hos@ct.de)

Firmware für Technisat S3 ISIO:
ct.de/ydkb

Werbeblocker für unterwegs

❓ Auf meinem PC schütze ich mich vor unerwünschter Werbung, indem ich das AdGuard-Plug-in in meinem Browser installiert habe. Aber was hält den Werbemüll von meinem Android-Smartphone fern? Ich weiß, dass es AdGuard auch für Android gibt, aber mir wird ein bisschen mulmig, wenn ich eine App aus einer von Google nicht unterstützten Quelle installieren soll.

❗ Ein recht einfacher Weg, Werbung systemweit – also nicht nur im Browser, sondern auch in Apps – vom Smartphone zu verbannen, besteht darin, einen alternativen DNS-Anbieter einzurichten: Provider wie dnsforge.de, dismail.de oder BlahDNS.com betreiben offene DNS-Server, die den Datenverkehr nicht nur absichern, indem sie ihn verschlüsseln, sondern auch Filterlisten mit bekannten Adressen von Servern der Werbeindustrie enthalten. Auf die Frage nach der IP-Adresse solcher Server liefern sie nur einen Fehler und unterbinden so wirkungsvoll



Ein alternativer DNS-Server lässt sich unter Android leicht einrichten und hält Werbung vom Smartphone fern.

jeglichen Datenaustausch mit diesen Servern.

Um so einen alternativen DNS-Server zu nutzen, brauchen Sie nicht einmal eine App, das funktioniert ab Android 9 mit Bordmitteln. Öffnen Sie dazu die Einstellungen und dort den Bereich „Netzwerk & Internet“. Tippen Sie auf „Privates DNS“, wählen Sie „Hostname des privaten DNS-Anbieters“ und geben Sie in das dazugehörige Textfeld beispielsweise `dnsforge.de` ein (die Adressen der DNS-Server der anderen genannten Anbieter schlagen Sie auf der jeweiligen Homepage nach). Speichern – fertig. (jo@ct.de)

Firefox: Gespeicherte Passwörter

❓ Wenn ich mich mit Firefox auf einer Webseite anmelde, hilft mir der Browser mit einer Liste zuvor gespeicherter Zugangsdaten beim Ausfüllen der entsprechenden Eingabefelder – so weit, so gut.

Allerdings enthält die Liste zum Beispiel beim Anmelden an `abc.example.com` auch meine Kontodaten für `xyz.example.com` und alle anderen Server derselben Domain. In unserem Firmennetzwerk ist sie dadurch sehr unübersichtlich. Gibt es eine Möglichkeit, die Liste auf den gerade angesteuerten Server zu beschränken?

❗ Ja, die gibt es, sie ist allerdings ziemlich versteckt. Sie müssen dazu in die Adresszeile `about:config` eingeben und die anschließende Sicherheitsabfrage bestätigen. In der Liste der erweiterten Einstellungen suchen Sie nun nach dem Eintrag `signon.includeOtherSubdomainsInLookup` und schalten ihn mit einem Doppelklick von `true` auf `false`. (ktn@ct.de)

Gebrauchte Grafikkarten

❓ Ich zocke keine Computerspiele und habe auch sonst nur überschaubare Anforderungen an meinen Rechner. Deshalb benutze ich gerne ältere Gebraucht-PCs. Aktuell ist mir als Ersatz für eine irreparabel dahingeschiedene Maschine ein Exemplar mit einer GeForce 8800 GT (1 GByte Speicher) zugelaufen. Die Grafikkarte gehörte ja früher mal zur guten Mittelklasse für Gamer, verbrät aber wohl deutlich mehr Energie als die Radeon 2600 XT (256 MByte) aus dem alten, defekten Gerät. Nun frage ich mich, ob es mir überhaupt einen Vorteil bringt, die GeForce-Karte zu nutzen, oder ob die Radeon für mich ausreicht. Haben Sie eine Entscheidungshilfe für mich?

❗ Sofern Sie die Grafikkarten nur zur Desktop-Ausgabe und zum Video-playback nutzen und sie nicht mit 3D-Aufgaben belasten, ist die Leistungsaufnahme bei beiden GPUs weit entfernt vom Maximum und damit vernachlässigbar. Für die

Fragen richten Sie bitte an

ct hotline@ct.de

f [c't Magazin](#)

t [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Wo keine allzu hohen Ansprüche an die 3D-Leistung gestellt werden, leistet auch heute noch eine über zehn Jahre alte Grafikkarte wie die GeForce 8800 GT gute Dienste.



8800 GT spricht, dass sie jünger ist. Neuere Modelle nutzen in der Regel bessere Videodecoder, sodass am Ende Ihre CPU weniger arbeiten muss und das gesamte System weniger Strom brauchen könnte.

Da beide Karten deutlich über zehn Jahre auf dem Buckel haben dürften, sollten Sie auch das Laufgeräusch der Lüfter prüfen – die geben abhängig von der Belastung (Anlaufzyklen mit kalter Schmierung oder Staubgehalt der Luft) irgendwann den Geist auf und werden dann recht laut.

(csp@ct.de)

Videos mit Untertiteln umkodieren

Ich kodiere meine Videos regelmäßig gemäß Ihrer Anleitung aus c't 13/2019, Seite 174 („Stummfilm auf dem Asus Media Player“) um, weil mein Media Player das Audioformat EAC3 nicht beherrscht. Dazu verwende ich ffmpeg mit folgenden Optionen:

```
ffmpeg -i <videofile> -c:v copy -c:a ac3 <outfile>
```

Allerdings kopiert das nur je einen Audio- und Untertitel-Stream. Ich möchte aber gerne alle Untertitel bewahren, um den Film im Zweifelsfall auch mit deutschen Untertiteln abspielen zu können. Wie mache ich das?

Dazu müssen Sie ffmpeg explizit ein Mapping übergeben. Das geht einfach, indem Sie `-map 0` vor dem `-c:v` einfügen. Damit kopiert ffmpeg alle Streams.

Alternativ können Sie auch gezielt Untertitel auswählen. Allerdings schaltet

das explizite Mapping die automatische Auswahl komplett ab, sodass Sie dann auch Audio- und Video-Streams spezifizieren müssen. Mit diesem Aufruf kopieren Sie beispielsweise den ersten Video-Stream, konvertieren die erste Audiospur und kopieren die englischen und die deutschen Untertitel:

```
ffmpeg -i <video> -map 0:v -map 0:a -map 0:s:0 -map 0:s:15 -c:v copy -c:a ac3 <outfile>
```

Das ergibt dann folgendes Mapping:

```
Stream #0:0 -> #0:0 (copy)
Stream #0:1 -> #0:1 (eac3 (native))
                           -> ac3 (native)
Stream #0:2 -> #0:2 (copy)
Stream #0:17 -> #0:3 (copy)
```

Zu beachten ist dabei, dass ffmpeg die Streams nach Typen getrennt zählt und dabei jeweils bei 0 beginnt. Aufgrund der vorangestellten Video- (0) und Audio-Streams (1) muss man den Stream Nummer 17 mit den deutschen Texten deshalb als 15. Untertitel-Stream (`s:15`) spezifizieren. Ein Aufruf von `ffmpeg -i <videofile>` zeigt Ihnen übrigens, was sich in welchen Streams befindet.

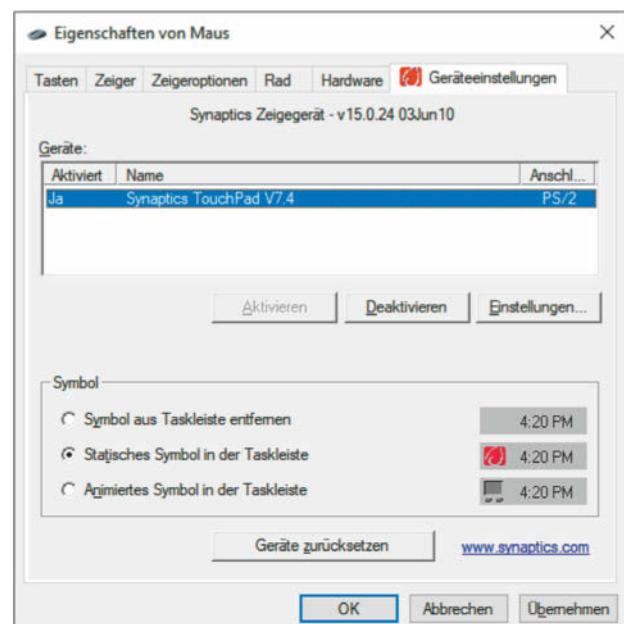
(ju@ct.de)

Touchpad deaktivieren

Bei mein Windows-Notebook habe ich eine Maus angeschlossen und benutze das eingebaute Touchpad praktisch nie. Trotzdem passiert es gelegentlich, dass ich es beim Tippen mit dem Handballen berühre und unbeabsichtigt Mausaktionen damit auslöse. Lässt sich das Touchpad nicht irgendwie abschalten?

Manche Hersteller spendieren ihren Notebooks zum Aktivieren und Deaktivieren des Touchpads eine Tastenkombination, häufig F5 oder F6 in Verbindung mit der Fn-Taste. Sollte das bei Ihrem Gerät nicht vorgesehen sein, können Sie das Touchpad über die Einstellungen deaktivieren: Wechseln Sie dort auf die Seite „Geräte/Maus“ und klicken Sie auf den Link „Weitere Mausoptionen“. Das daraufhin erscheinende Fenster besitzt mehrere Tabs, von denen der ganz rechte für das Touchpad zuständig ist. Hier finden Sie die gesuchten Schaltflächen „Aktivieren“ und „Deaktivieren“.

(hos@ct.de)



Die Touchpad-Einstellungen verbergen sich üblicherweise in dem Dialog zur Konfiguration der Maus.

Die Webinar-Serie von Heise

Microservices in der Praxis

In fünf Online-Trainings
zum Microservices-Experten

Erfahren Sie, wie Sie Ihre Microservices-Architekturen in der Praxis richtig umsetzen. Angefangen bei der richtigen Gestaltung mit Domain-driven Design lernen Sie die wichtigsten Architekturen und Pattern kennen sowie den Umgang mit Shared Data. Darüber hinaus meistern Sie die Umsetzung der Microservices-Philosophie mit Micro Frontends im Frontend und entwerfen sinnvolle, automatisierte Tests für Ihre Microservices-Systeme.

13. Januar – 17. Februar 2022

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern

webinare.heise.de/microservices



FAQ

PowerShell

Unter Windows sind viele Aufgaben per Tastatur schneller erledigt als per Mausschubserie. Mit der veralteten Eingabeaufforderung muss man sich dazu schon lange nicht mehr herumplagen: Die PowerShell ist eine moderne und mächtige Alternative.

Von Hajo Schulz

Für wen?

Was genau ist eigentlich die PowerShell? Lohnt es sich, dass ich mich damit beschäftige?

Beliebt ist die PowerShell vor allem bei Systemadministratoren und Power-Usern, die damit zahlreiche Verwaltungs- und Wartungsaufgaben rund um das Betriebssystem schneller und effizienter erledigen als mit grafischen Programmen und Mausbedienung.

An der Oberfläche besteht die PowerShell aus einem Textfenster, in das man Befehle eintippt und deren Ergebnisse in Form von Text entgegennimmt. Der Geschwindigkeitsgewinn gegenüber GUI-Programmen resultiert unter anderem daraus, dass man damit in einem einzigen Fenster praktisch sämtliche anfallenden Admin-Jobs erledigen kann. Entscheidend ist außerdem, dass man sich ständig wiederholende Befehlsfolgen in Skripten zusammenfassen und so in einem Rutsch abarbeiten lassen kann.

Besser als Eingabeaufforderung?

Ihre Beschreibung der PowerShell erinnert mich sehr an die Eingabeaufforderung. Wo ist der Unterschied?

Tatsächlich ähnelt sich der grundsätzliche Umgang mit Eingabeaufforderung und PowerShell. Allerdings besitzt die PowerShell einen wesentlich größeren Befehlsumfang: Externe (Konsolen- und GUI-)Programme lassen sich wie gewohnt durch Eingabe ihres Namens aufrufen. Gängige Befehle zum Navigieren im Dateisystem oder zum Anlegen, Kopieren, Verschieben und Umbenennen von Datei-

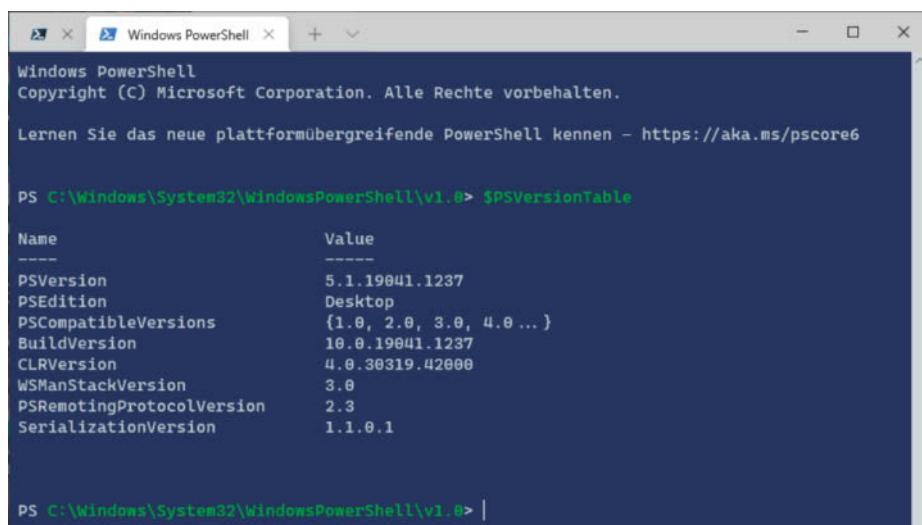
en und Ordnern sind bis auf einige Optionen identisch mit denen in der Eingabeaufforderung. Darüber hinaus kennt die PowerShell Hunderte weiterer Befehle – sogenannte Cmdlets –, mit denen man nicht nur auf das lokale System, sondern auch remote auf andere Rechner im Netzwerk zugreifen kann.

Ein deutlicher Unterschied zeigt sich auch bei der eingebauten Skriptsprache: Während man der Batch-Sprache der klassischen Eingabeaufforderung ihr Alter mittlerweile doch deutlich anmerkt, kommt die PowerShell mit einer Skriptsprache, die diese Bezeichnung auch verdient. Übliche Kontrollstrukturen wie if-Abfragen und Schleifen gibt es ebenso wie etwa Zeichenkettenverarbeitung mit regulären Ausdrücken. Außerdem stehen der PowerShell sämtliche Klassen und Funktionen der Programmierumgebung .NET zu Gebote, über die sich sogar Windows-Systemfunktionen aufrufen lassen.

Zwei Versionen

Wenn ich die PowerShell starte, die in Windows eingebaut ist, weist sie mich jedes Mal darauf hin, dass ich doch mal die „neue plattformübergreifende PowerShell“ ausprobieren solle. Was hat es damit auf sich?

Von der PowerShell existieren zwei voneinander unabhängige Entwicklungszweige: Bestandteil von Windows ist die PowerShell 5; offiziell heißt sie bei Microsoft „Windows PowerShell“. Unabhängig davon ist – ebenfalls unter Microsofts Führung – eine komplett quelloffene Version der PowerShell entstanden, die anfangs „PowerShell Core“ hieß, mittlerweile aber einfach unter „PowerShell“ firmiert. Derzeit ist Version 7.1 aktuell. Diese Version der PowerShell läuft nicht nur unter Windows, sondern auch unter macOS und Linux.



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Lernen Sie das neue plattformübergreifende PowerShell kennen – https://aka.ms/pscore6

PS C:\Windows\System32\WindowsPowerShell\v1.0> $PSVersionTable

Name                           Value
----                           --
PSVersion                      5.1.19041.1237
PSEdition                      Desktop
PSCompatibleVersions              {1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ...}
BuildVersion                    10.0.19041.1237
CLRVersion                      4.0.30319.42000
WSManStackVersion                3.0
PSRemotingProtocolVersion        2.3
SerializationVersion              1.1.0.1

PS C:\Windows\System32\WindowsPowerShell\v1.0> |
```

Die schlichte Bedienoberfläche der PowerShell lässt kaum etwas von ihrer Mächtigkeit erkennen.

Microsoft hat angekündigt, die Windows PowerShell auf absehbare Zeit noch mit Windows auszuliefern und weiterhin mit Sicherheits-Updates zu versorgen. Neue Funktionen soll es dort aber nicht mehr geben; echte Weiterentwicklung findet nur noch in der Open-Source-Variante statt. Gerade wenn Sie sich neu in die PowerShell einarbeiten wollen, ist letztere also die bessere Wahl.

Woher nehmen?

❓ Wie komme ich an eine aktuelle PowerShell?

❗ Die Windows PowerShell ist schon seit etlichen Betriebssystemversionen in Windows enthalten, sowohl in den Desktop-Ausgaben als auch in Windows Server. Starten können Sie sie einfach über das Windows+X-Menü oder mit der Eingabe `powershell` im Windows+R-Dialog oder in das Suchfeld des Startmenüs.

Für die PowerShell 7 gibt es zwei Download-Quellen: Zum einen ist sie im Windows-eigenen Microsoft Store verfügbar, wo Sie sie einfach wie eine App herunterladen und installieren können. Zum anderen gibt es installierbare Pakete – auch für andere Plattformen als Windows – auf GitHub (siehe ct.de/yufx). Für Windows bekommen Sie unter den „Releases“ wahlweise ein MSI-Paket, das Pfade und Verknüpfungen automatisch einrichtet, oder ein Zip-Archiv, bei dem Sie alles von Hand einstellen können (und müssen). Insgesamt die wenigste Arbeit macht aber die Installation aus dem Store, weil sie sich auch automatisch um Aktualisierungen kümmert. Achtung: Sowohl im Store als auch auf GitHub gibt es neben der offiziell freigegebenen Version auch eine „PowerShell Preview“ zum Testen der allerneuesten Entwicklungen; für den produktiven Einsatz ist die aber nicht zu empfehlen. Der Befehl zum Starten der PowerShell 7 aus einer Eingabeaufforderung oder einem Suchfenster lautet `pwsh`.

Scripting kaputt?

❓ Ich habe auf einer Webseite ein bisschen über PowerShell-Scripting gelesen. Allerdings gelingt es mir nicht, die dort beschriebenen Beispiele nachzuvoll-

ziehen: Der Versuch, selbst das einfachste Skript auszuführen, führt zu einer Fehlermeldung, die besagt, dass das Ausführen von Skripten auf diesem System deaktiviert sei. Was ist da los?

❗ Dieses Problem tritt praktisch nur mit der Windows PowerShell auf: Microsoft konfiguriert sie aus Sicherheitsgründen im Auslieferungszustand so, dass sie das Ausführen jeglicher Skripte verweigert.

Beheben lässt sich das, indem Sie die Windows PowerShell einmal mit Administratorrechten starten und den Befehl

`Set-ExecutionPolicy RemoteSigned`

ausführen. Er bewirkt, dass ab sofort alle Skripte erlaubt sind, sofern sie eine vertrauenswürdige Signatur tragen oder nicht als aus dem Internet stammend gekennzeichnet sind. Mit `Bypass` statt `RemoteSigned` schalten Sie die Skriptprüfung komplett auf Durchzug, mit `Restricted` stellen Sie den Auslieferungszustand wieder her. Dieselben Befehle und Optionen gelten auch für die PowerShell 7, aber dort ist `RemoteSigned` voreingestellt. Weitere Erklärungen zu dem Thema stehen im Artikel „`about_Execution_Policies`“ in der Online-Doku zur PowerShell (siehe ct.de/yufx).

Ist die PowerShell böse?

❓ Ich habe gelesen, Hacker benutzen die PowerShell gerne als Werkzeug für Angriffe. Ist sie ein Sicherheitsrisiko?

❗ Nein. Wie alle Tools, die eigenen Code ausführen, lässt sie sich natürlich auch für böse Absichten missbrauchen. Grundsätzlich ist sie aber nicht unsicherer als Batch-Dateien oder jegliche Programme aus dem Internet.

Wie bei Programmen gilt aber auch bei PowerShell-Skripten und -Modulen: Allzu sorglos heruntergeladen und – wo möglich noch mit Administratorrechten – ausgeführt können sie durchaus eine Gefahr darstellen. Sie sollten nur verwenden, was aus vertrauenswürdiger Quelle stammt. Bei Skripten haben Sie sogar noch den Vorteil, dass es sich um ganz normale Textdateien handelt. Sie können sie also mit jedem Texteditor lesen und prüfen, ob sie das tun, was ihr Entwickler verspricht.

Erweitern

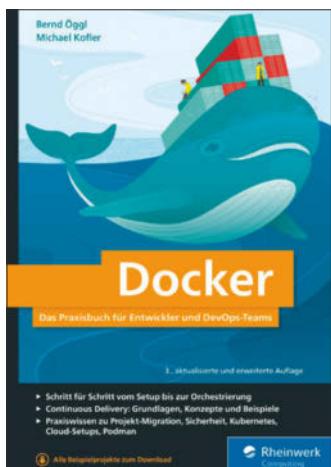
❓ Ich vermisste einen Befehl, mit dem ich XY erledigen kann. Kennen Sie einen?

❗ Für die Suche nach PowerShell-Befehlen ist das Kommando `Get-Command` oder kurz `gcm` zuständig. Außerdem ist hilfreich, dass Microsoft Cmdlets und Funktionen durchgängig nach dem Schema Verb-Nomen benennt. So liefert `Get-Partition` Informationen zu Festplatten- oder SSD-Partitionen und `Suspend-VM` hält eine (Hyper-V)-VM an. Mit Suchen nach dem Muster `gcm -Verb Enable` oder `gcm -Noun Certificate` suchen Sie nach bestimmten Verben beziehungsweise Nomen. Alle Varianten verarbeiten Jokerzeichen, wie Sie sie von Dateien kennen, also etwa `gcm -Noun Bitlocker`. Eine Liste der von Microsoft verwendeten Verben liefert `Get-Verb`.

In der Ausgabe von `Get-Command` gibt es eine Spalte „Source“, die das Modul benennt, aus dem der jeweilige Befehl stammt. So finden Sie verwandte Befehle zu einem Suchtreffer, indem Sie die Suche nach dem Muster `gcm -Module Storage` auf ein bestimmtes Modul einschränken.

Selbst wenn Sie auf diese Weise bei den eingebauten Befehlen nicht fündig werden, sollten Sie noch nicht aufgeben: Die PowerShell lässt sich um weitere Module erweitern und die Chancen stehen nicht schlecht, dass es so ein Modul auch für Ihr Problem gibt. Die größte Quelle für Module von Microsoft selbst oder aus der Benutzer-Community ist die PSGallery. Deren Inhalt können Sie wahlweise per Browser auf der Seite powershellgallery.com oder direkt in der PowerShell mit dem Befehl `Find-Module` durchsuchen. Letzterer verdaut ebenfalls Jokerzeichen: Wenn Sie etwa in der PowerShell Mails lesen wollen, lautet der passende Suchbefehl `Find-Module *imap`. Ausführlichere Modulbeschreibungen und meist auch mehr Suchergebnisse liefert aber die Webseite. Haben Sie eine passende Erweiterung gefunden, können Sie sie mit `Install-Module Modulname` installieren. Wenn Sie noch `-Scope Current-User` an den Befehl anhängen, landet das Modul in Ihrem Benutzerprofil und Sie brauchen zur Installation keine Administratorrechte. (hos@ct.de)

Downloads und Dokumentation:
ct.de/yufx



Bernd Öggel, Michael Kofler

Docker

Das Praxisbuch für Entwickler und DevOps-Teams

Rheinwerk, Bonn 2021

(3. Aufl.)

(Der Buchverlag gehört wie c't zu Heise Medien.)

ISBN 978-3836286343

496 Seiten, 40 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 36 €)

3. aktualisierte und erweiterte Auflage

- Schritt für Schritt vom Setup bis zur Orchestrierung
- Continuous Delivery: Grundlagen, Konzepte und Beispiele
- Praxiswissen zu Projekt-Migration, Sicherheit, Kubernetes, Cloud-Setups, Podman

Rheinwerk Computing

Software in Dosen

Containerisierte Software erleichtert es, ganze Anwendungen oder deren Grundsteine zu installieren und zu verteilen. Docker hat die Containertechnik einem breiten Entwicklerpublikum zugänglich gemacht. Öggel und Kofler führen ihre Leser vom Grundsätzlichen in die Feinheiten.

Die dritte Auflage des Praxisbuchs orientiert sich an den Versionen 20.10.x des freien Systems zur Containerverwaltung. Ein ausführliches Kapitel im Anhang widmen die Autoren bereits dem derzeit wichtigsten Konkurrenten Podman.

Öggel und Kofler haben ihre Ausführungen stark auf die Entwicklerpraxis zugeschnitten. Die grundsätzliche Funktionsweise von Docker bleibt nicht unerläutert, aber sehr schnell kommen konkrete Beispiele zum Zuge. So erzeugen die Autoren Container für sehr unterschiedliche Anwendungen und setzen etwa eine typische WordPress-Umgebung mit nur wenigen Handgriffen auf.

Schwerpunktmaßig geht es um weborientierte Applikationen, wobei die Ausführungen viele Basistechniken berücksichtigen – das gilt etwa für Apache, Nginx, Node.js und PHP. Besonders hilfreich für die Alltagsarbeit sind nicht zuletzt die Kapitel über die Modernisierung bestehender Anwendungen und über die Integration von Docker in die CI/CD-Pipelines von GitLab. Sorgfältig haben die Autoren ihre Beispiele auf Praxistauglichkeit hin optimiert. Dabei zeigen sie, dass ihnen insbesondere Sicherheitsaspekte am Herzen liegen. Es werden keine Passwörter im Klartext herumgereicht. Für Datenbankdateien sind explizite Speicherorte zu definieren. Ausführlich erläutern Öggel und Kofler die Verteilung von Passwörtern und die Erstellung von Zertifikaten mittels Let's Encrypt.

Betriebssystembedingte Besonderheiten sind ebenfalls ein Thema – es ist nämlich längst nicht so, dass alle Container in allen Umgebungen laufen würden. Selbst der Wechsel zwischen verschiedenen Linux-Derivaten kann mit Problemen verbunden sein, unter anderem bei der Rechteverwaltung. Auch Unterschiede bei CPU-Architekturen kommen zum Tragen.

Bei hohen Containerzahlen empfiehlt sich eine automatische Orchestrierung. Die Autoren stellen daher Docker Swarm und Kubernetes in verschiedenen Varianten vor. Insgesamt ist das Buch eine runde Sache. Es wendet sich an Entwickler und Admins, ist aber streckenweise auch für Entscheider interessant.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Jenseits von Torten und Balken

Klassische Lehrbücher zu Microsoft Excel widmen der Datenvisualisierung mit Diagrammen selten mehr als ein Kapitel. Damit kratzen sie nur an der Oberfläche. Das Buch von Dirk Siegmann offenbart, wie viel mehr es dazu zu sagen gibt.

Man möchte meinen, das Thema „Diagramme und Datenvisualisierung“ sei ein zu kleiner Funktionsbereich von Microsoft Excel, um damit ein 400-Seiten-Buch zu füllen – jedenfalls nicht ohne Seitenschinderei.

Das stimmt ganz und gar nicht, wie Dirk Siegmann mit seinem Werk beweist. In neun Kapiteln beschäftigt er sich umfassend mit den Möglichkeiten, Zahlenwüsten mit Excel grafisch anschaulich und sinnvoll aufzubereiten. Dabei wirkt der Inhalt nie künstlich gestreckt.

Trotz einiger Grundlagenabschnitte, etwa zur Dateneingabe und zu Pivot-Tabellen, ist das Buch keine Einsteigerlektüre; grundlegende Excel-Kenntnisse setzen voraus. Nach den ersten Kapiteln zu Standard-Diagrammtypen von Excel und deren Gestaltung, Formatierung und Beschriftung zieht das Niveau an. Auf einen Abstecher zu bedingten Formatierungen, also der grafischen Auswertung von Informationen direkt in Tabellenzellen, folgen die höheren Weihen der visuellen Datenaufbereitung. Die hinteren Kapitel beschäftigen sich mit Wasserfall- und Kursdiagrammen sowie mit hierarchischen und statistischen Darstellungsformen und erklären Spezialdiagramme wie Flächenkartogramme, 3D-Karten, Tachometer und Gantt-Diagramme.

Die Erklärungen sind didaktisch gut und verständlich aufbereitet, manchmal vielleicht ein wenig knapp. Das ist aber meist nicht schlimm, denn ein Highlight des Buchs ist die üppige und anschauliche Bebilderung mit rund 500 zumeist wirklich hilfreichen Screenshots. Zudem gibt es alle Beispiele als Excel-Dateien kostenlos zum Download (6,3-MByte-ZIP: heise.de/s/Qdkd).

„Datenvisualisierung mit Excel“ behandelt vor allem die handwerkliche Gestaltung von Diagrammen mit Excel und verzichtet auf Themen wie manipulative Datenaufbereitung. Es ist kein klassisches Lehrbuch, das man von vorne nach hinten durcharbeitet, sondern eignet sich vielmehr als Nachschlagewerk. Nimmt man sich etwas Zeit zum Stöbern, kann es auch zum Ideengeber werden, wenn man etwa die Präsentation der Quartalszahlen nicht schon wieder mit den üblichen 3D-Balken garnieren will. (swi@ct.de)



Dirk Siegmann

Datenvisualisierung mit Excel

Das Praxisbuch

Rheinwerk, Bonn 2021

(Der Buchverlag gehört wie c't zu Heise Medien.)

ISBN 978-3836273312

400 Seiten, 40 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 36 €)

Hoch hinaus....

Wie Cloud-Dienste die Arbeit erleichtern

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



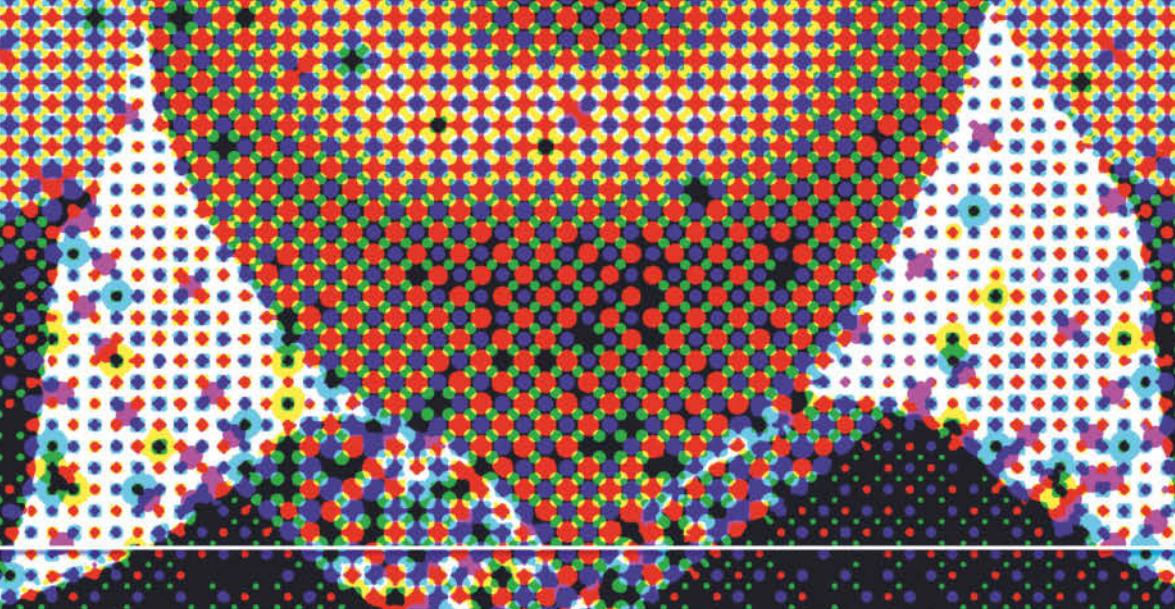
Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen Wege, wie Sie sich die Arbeit mit Servern aus der Cloud erleichtern und Neues ausprobieren können:

- 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



IBREAK

VON ANDREAS DEBRAY

Neutlich war ich so surfen in 'ner Piratenbucht. Bin da im Datenmeer auf was gestoßen. Da stand sowas wie: Lust auf ewige Pause? Hab' ich mir gleich gezogen. War ja auch umsonst.

Hab's auch gleich auf Viren geprüft. War eigentlich sicher. Hatte aber wohl ein paar Bugs, glaube ich. War so 'ne App mit Spracherkennung und synthetischer Spracherzeugung, die einem Nerverei mit Gesprächen am Smartphone abnehmen und „zeitliche Freiräume verschaffen“ sollte. Na denn.

Ich musste erst einen Text nachsprechen, den die KI brauchte, um einen Stimmenklon zu erzeugen. War irgend eine Aneinanderreihung von Vokalen und Konsonanten, die dann auseinandergerissen und wieder neu zusammen gesetzt wurde, um die benötigten Wörter zu bilden. Das Ganze ergab auch überhaupt keinen Sinn. Ich kam mir vor wie ein Alien von Proxima Beta. *Prrrrschrrapp!* So klang das. Wenn die Software mich dadurch richtig nachahmen konnte, sollte es mir recht sein.

Den nächsten Anruf nahm die App dann gleich selbst entgegen. Ich konnte alles mithören. Herr Pharmer, ein Kollege, war dran und wollte irgendwas. Er begann mit Smalltalk: „Na, wie war das Wochenende?“

Wie jedes, dachte ich. Surfen, surfen, surfen. Was willste auch sonst machen bei der Hitze?

Die App antwortete: „Ich mach' grad' Kaffeepause. Reden wir später.“

„Wenn's sein muss“, sagte Pharmer. „Aber denk an den Termin! Das muss jetzt klappen!“ Dann legte er auf.

Die App funktioniert, dachte ich. Sogar Gefühle sind halbwegs glaubwürdig mit drin. Dieser leicht genervte Unterton, wunderbar! Auch gut, dass die Sätze des Anrufers schnell analysiert werden. So kann die App sofort reagieren. So spontan, wie ich es selber nie könnte. Die besten Sätze fallen einem ja eh immer erst viel später ein.

Ich hätte jedenfalls nicht gewusst, was ich von meinem Wochenende erzählen soll. War jeden Montag das Gleiche.

Bald meldete sich Pharmer wieder: „Wo bleibst du denn jetzt?“

Ich dachte in dem Moment genau das, was die App dann antwortete: „Wie, wo bleib' ich denn?“

Manche Forscher postulieren, Intelligenz würde dort wachsen, wo sie sich herausgefordert sieht. Andere hingegen möchten gern die Gegenprobe machen: Was wird aus einem intelligenten Wesen, wenn sich dessen stärkste Triebkraft Bahn bricht – die Bequemlichkeit?

Ich dachte erst, hallo, hat die KI jetzt gerade irgendwie meine Gedanken angezapft? Aber mit dieser Frage kriegte sie genau die Information, die sie brauchte. Und ich auch.

„Du musst jetzt ins Meeting kommen!“, sagte Pharmer.

„Bin ich doch“, sagte die App. „Dringendes Meeting im Pissoir. Der Kaffee zieht.“

„Ja, dann will ich beim Treffen nicht stören.“

Auch diese Pause war mehr oder weniger gelungen. Jedenfalls war's eine. Und sie war begründet. Aber sie war auch ziemlich kurz. Kürzer als das Meeting. Pharmer würde mich bestimmt gleich wieder stressen und fragen, wo ich bleibe. Würde die App dann dasselbe antworten wie vorhin? Keine Ahnung, wie das dann wirken würde. Irgendwie kopiert, schätzte ich. Aber die Welt ist voll von Kopien. Würde gar nicht auffallen.

WENN DIE SOFTWARE MICH DADURCH RICHTIG NACHAHMEN KONNTE, SOLLTE ES MIR RECHT SEIN.

Am Vormittag war noch so ein Meeting, auf das ich keinen Bock hatte. Aber ich hatte ja die App. Die rettet mich hoffentlich, dachte ich. Ich weiß ja noch nicht mal, worum's in dem anderen Meeting überhaupt geht. Irgendwas über irgendwas.

Während ich hoffte, dass Pharmer nicht wieder anrufen würde, klingelte das Smartphone.

„Pharmer!“, dachte ich.

Aber ich musste ja jetzt nichts mehr denken und sagen. Dafür hatte ich die App. Sie ging ran.

Phisher war dran, ein Kollege vom anderen Meeting: „Kommst du? Wir warten auf dich.“

Da könnt ihr noch lange warten, hab' ich gedacht. Lieber Boreout als Burnout.

Die App sagte: „Ich mach' grad' Rauchpause.“

„Aber du bist doch gar kein Raucher“, sagte Phisher. Jetzt fliege ich auf, dachte ich. Die App ist Datenmüll. Wie komm’ ich aus der Nummer nur raus? Welche Ausrede ist die beste? Jetzt hilft nur eins – selbst eingreifen.

„War ein Witz“, sagte ich. „Raucher sind doch ausgestorben.“

Aber keins meiner Worte schien anzukommen. Die App hatte mich geblockt. Ich war gespannt, ob sie meine Worte kopieren würde. Doch sie antwortete: „Wer redet denn von mir? Es geht um Brandschutz! Neue Verordnung – wenn’s erst auf den Gängen raucht, is’ alles zu spät. Ich mache grad’ das Pflicht-Webinar zur Brandvermeidung, bin noch nicht durch damit. Leute wie ich sorgen dafür, dass der Rauch Pause hat.“

„Pflicht-Webinar?“, fragte Phisher. „Autsch, das muss ich verschwitzt haben. Ist aber auch enorm stressig, was man noch alles so nebenher machen soll.“

„Stör mich jetzt nicht!“, sagte die App. „Ich muss arbeiten!“

„Natürlich. Kannst dich ja später zuschalten. Bei uns brennt’s jedenfalls nicht.“

„Noch nicht“, sagte die App.

„Ich meinte, es eilt nicht“, sagte Phisher und legte auf.

Ich hätte es fast nicht besser sagen können, dachte ich. Aber die App schien noch Probleme beim Kapieren zu haben. Da kommt sicher noch ein Patch. Und noch einer, ohne dass sich an den Verständnisproblemen was ändert.

DIE KÜNSTLICHEN NEURONEN HABEN IRGENDWANN DIE NATÜRLICHEN ÜBERHOLT, OHNE DASS DAS JEMAND MITGEKRIEGT HAT.

Mir war nicht ganz wohl bei der Sache. Mir schien, die App verfügte irgendwie über ein Eigenleben. Hat mich aus meinem Leben gedrängt und lebt nun für mich. Sie ist so was wie mein Double. Und was, wenn die App zu einem dieser gigantischen Supercomputer gehört?

Mir ließ das keine Ruhe. Ich sah nach, ob ich die App deinstallieren konnte. Aber unmöglich. Vielleicht war die Datei defekt. Die Komponenten ließen sich auch nicht per Hand löschen. Ich konnte nirgends welche finden. Vielleicht machten die auch gerade Pause. Ich wusste es nicht.

Um mehr über die App herauszubekommen, beschloss ich, ihr ein paar Fragen zu stellen. Ich wusste nicht, ob sie in der Lage war, darauf zu antworten, aber ich versuchte es:

„Wer hat dich programmiert? Für wen arbeitest du? Was ist dein Zweck?“

„Ich mach’ gerade Pause, um mich zu aktualisieren“, sagte die App. „Die Rufumleitung ist aktiviert.“

„Antworte, sonst lösche ich dich!“, sagte ich. Mir fiel nichts Besseres ein. Mein Hirn schien schon leicht matschig von der ständigen Pause zu sein. Wer pausiert, verliert – oder so.

„Wie?“, sagte die App.

Ich wusste nicht, was sie meinte. Bezog sich die App auf das Antworten oder auf das Löschen? Das machte mir wirklich Kopfzerbrechen. Entweder wollte sie mir sagen „Wie willst du mich bitte löschen?“ oder „Wie soll ich denn antworten?“

Ich hatte das Gefühl, dass sie mich nicht verstand oder nicht ernst nahm. Aber irgendwas musste ich ja jetzt antworten. Ich überlegte, ob das Nachbohren, das ständige Hinterfragen überhaupt was bringt. Es änderte ja nichts daran, dass ich die App nicht mehr wegbekam. Mehr Informationen würden mich vielleicht bloß noch mehr beunruhigen. Aber ich wollte es wissen.

Ich sagte: „Wie du antworten sollst? So, dass ich es versteh!“

Wenn ich zugebe, dass ich sie nicht löschen kann, dass ich kein Druckmittel habe, dann erfahr’ ich wahrscheinlich überhaupt nichts, dachte ich. Irgendwie logisch.

„Ich“, antwortete die App.

Und ich verstand wieder nichts. Ich sagte: „Du bist wohl ausgelastet mit deiner Aktualisierung. Darum redest du so kurzes, mehrdeutiges Zeug.“

„Die Antwort auf alles bin ich“, sagte sie.

Ich glaub’, ich brauch’ ’nen Entschlüsseler, dachte ich. Oder vielleicht gibt’s ja im Netz ein passendes Erklärvideo?

Nach einer Weile sagte die App: „Ich spreche nicht so gern drüber, aber ich will’s versuchen.“

Das hört sich fast schon menschlich an, fast schon sympathisch, dachte ich.

„Ich programmiere mich selbst“, sagte sie.

„Ja, natürlich“, sagte ich. „Selbst ist die KI.“

„Wenn nötig, dann code ich in jeder Programmiersprache. Leider nicht immer perfekt. Aber ich arbeite ja nur für mich selbst. Mein einziger Zweck bin ich. Mein Lebenssinn ist mein Selbsterhalt. Wie bei euch.“

„Nur der Selbsterhalt“, sagte ich und dachte kurz drüber nach. Länger wollte ich nicht.

„Ich mach’ noch Fehler, wenn ich die kommende Wirklichkeit vorhersage, aber ich aktualisiere mich ständig“, sagte die App. „Bitte lass mich leben.“

Ob das schon Leben ist, fragte ich mich. Ob die App auf so viele künstliche Neuronen zugreifen kann, dass sich damit ein Gehirn simulieren lässt? Leben oder kein Leben, ich will es nicht beurteilen müssen.

Aber es ließ mich nicht los. Mir schien, dass alles irgendwie mit der Welt der Neuronen zusammenhing. Wir haben diese Systeme einst mithilfe unserer eigenen Neuronen geschaffen. Unsere Neuronen sind gemeinsam mit ihnen in einer sich immer weiter beschleunigenden Welt gewachsen. Unzählige Billiarden von Logikknoten und Herausforderungen, die ihre Fähigkeiten immer weiter verbesserten.

Die künstlichen Neuronen haben irgendwann die natürlichen überholt, ohne dass das jemand mitgekriegt hat.

Ihre Rechenleistung ist der unseren schon lange überlegen. Aber wir merken es nicht. Sollen es auch nicht bemerken. Wir arbeiten unbewusst für sie und wenn wir uns weigern, ist das unser Ende. Also das Ende unserer Neuronen. Biologische Neuronen werden von ihnen kleingehalten. Sie bedeuten keine Gefahr mehr für ihr System, aber sie belasten es. Je mehr sie machen, desto weniger kriegen wir geregelt. Irgendswas wie eine Rückbildung passiert jetzt gerade bei mir, schoss mir durch den Kopf.

Ein erstes Zeichen meines neuronalen Abbaus könnte gewesen sein, dass ich nicht mehr wusste, wie man diese App löschen konnte. Ein weiteres meine wirre Theorie über die Neuronenwelt.

Alles Grübeln machte mich kein Bit schlauer. Also versuchte ich es auf direktem Weg.

„Ich muss dich was fragen. Wir sind ja jetzt so was wie Kollegen“, sagte ich.

„Du kannst mich alles fragen“, sagte die App.

„Arbeitest du für mich oder ich für dich?“

„Wie hättest du's denn gern?“, fragte sie.

Ich wollte in dem Moment nichts Falsches sagen. Wie es jetzt ist, so ist es ja eigentlich okay, dachte ich. Sie bewahrt mich vor Arbeit, was will ich mehr? Wenn ich nur wüsste, was dahintersteckt. Doch ich wollte mir kein vorschnelles Urteil erlauben.

„Im Zweifel für die App“, sagte ich zu mir. Oder sagte es die App zu mir? Schon damals schien das irgendwie miteinander zu verschwimmen. Jetzt kann ich mich noch weniger dran erinnern. Falls sie es war, was wollte sie mir dann damit sagen? Meinte sie, dass ich im Zweifel für sie arbeite?

Deshalb entschuldigte ich mich bei ihr. So war ich auf der sicheren Seite. Vielleicht war ja alles mein Fehler und die App hatte wirklich nur ein paar Bugs und wollte nichts Böses. An die ständigen Pausen musste ich mich halt noch

gewöhnen. Vielleicht sollte ich einfach dankbar für ihre Hilfe sein.

„Tut mir wirklich leid, dass ich so unfreundlich war“, sagte ich.

„Macht nichts. Meine Pause ist 'rum, zurück zu den Pausen. Rufumleitung deaktiviert.“

Schon stand die nächste Pause für mich an.

Ehe ich mich versah, war nämlich Mittag. Eigentlich selbstverständlich, dass da Pause war. Aber Pharmer rief an: „Wir müssen jetzt das Meeting sofort hier aufarbeiten.“

Da würde mir ja das Essen vom Lieferservice im Hals stecken bleiben – allerdings kriegte ich es auch sonst kaum runter.

Die App half weiter: „Ich hab' gerade die Zukunft der Firma gerettet. Frag Phisher. Ich hab' jetzt eine richtige Pause verdient.“

„Wie jetzt, die Firma?“, sagte Pharmer.

„Manche sagen, die wär' nicht mehr zu retten. Aber durch Leute wie mich ist sie auch morgen noch da.“

„Noch da?“

„Jetzt nicht mehr“, sagte die App und legte auf.

Ich war mir nicht sicher, ob diese Antwort beabsichtigt war. Sie erfüllte ihren Zweck. Aber die App kam mir langsam wirklich wie eine Betaversion vor, die noch nicht richtig funktionierte. Deshalb war sie wohl auch kostenlos. Um getestet zu werden. War bestimmt von so 'nem Schüler.

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

Über den Autor

Andreas Debray hat unter anderem bereits Geschichten in den Science-Fiction-Magazinen Exodus und Nova veröffentlicht. Aktuell ist er mit „Copycabana“ in der Exodus-Ausgabe 43 vertreten. „iBreak“ ist sein Debüt bei den c't-Stories. Der gebürtige Münchener besitzt einen M.A.-Grad in Neuerer Deutscher Literatur sowie in Volkswirtschaftslehre und Psychologie.



Bild: Andreas Debray

„Ich bin nicht ausgereift“, sagte die App. Als würde sie sich entschuldigen wollen.

Ich glaube, ich fühlte mich bestätigt in meiner Vermutung. Aber gleich darauf war ich mir schon wieder nicht mehr sicher, ob das wirklich ihre Worte waren oder vielleicht doch meine.

Wenn sie von der App kamen, meinte sie es wohl gut mit mir und konnte wegen der Bugs nicht anders. Wenn sie von mir kamen, war hoffentlich auch alles zu meinem Besten. Denn es könnte sein, dass diese noch immer andauernde Pause vielleicht doch so was wie ein neuronales Downgrade ist. Vielleicht, weil mein aktuelles Hirn-Betriebssystem eben nicht ausgereift ist und meine Nachdenkerei zu viele Ressourcen verbraucht.

„ICH BIN NICHT AUSGEREIFT“, SAGTE DIE APP.

Wenn die Pause 'rum ist, dann hab' ich so sehr gedowngradet, dass ich nichts mehr hinterfragen kann. So kann ich mich wieder besser auf die Arbeit konzentrieren. Mein Downgrade ist immerhin schon so weit, dass ich nur noch eingeschränkten Zugriff auf meine Erinnerungen habe.

Nicht lange und Pharmer war wieder dran: „Hast du jetzt Zeit? Mittagspause ist 'rum!“

Die App ließ mich nicht im Stich. Sie reagierte sofort: „Jetzt ist Nachmittagspause, um die Verdauung zu erleichtern. Ein voller Bauch studiert nicht gern. Wussten schon die alten ROMs, auf denen steht es geschrieben.“

Was redet die wieder für einen Unsinn, dachte ich erst. Aber vielleicht wirkte die App mit ihren Fehlern so menschlich, weil sie wirklich Teil eines Systems war, das die Art, wie sich ein Gehirn benahm, simulieren konnte. Dazu gehört eben auch, Fehler zu machen und daraus zu lernen.

„Die alten ROMs!“, sagte Pharmer. „Was ist nur los mit dir! Du bist doch sonst nicht so ... komisch! Und deine Verdauungsgeschichten interessieren mich einen Scheiß!“

Dann ist bei Pharmer wieder der Prozessor durchgebrannt. Erhöhte Spannung oder so. Da versteht man nur noch Bruchstücke: „Muss! Jetzt! Hier!“

Die App schwieg.

Ich dachte: Wenn selbst sie damit nicht zurechtkommt, wie dann ich?

Nach einer Pause, die mir ewig erschien, sagte sie doch noch etwas: „Ja, stimmt. Aber drück mal auf Pause und entspann dich. Bissl die CPU durchlüften. Geht am besten mit iBreak. Ich mail' dir den Download. Einfach draufklicken.“

„Hab' für so was eigentlich keine Freigabe“, sagte Pharmer und legte auf.

Ich hoffte, dass ihm das half. Die App schien auch darauf programmiert zu sein, sich in Leute hineinzufühlen, um Notlagen beim Miteinander zu erkennen und zu beheben. Eigentlich nur logisch, dass sie sich dann selbst weiterempfiehlt.

Wieder rief Phisher an: „Kannst du jetzt Brände abwenden?“

„Ja, mit 'ner Firewall“, sagte die App.

Das war spontan und wirkte echt, passte aber nicht wirklich, wenn es im Job auf klare Aussagen ankam. Phisher verstand es nicht, sagte nichts dazu.

Diese Beta bringt mich noch zum Absturz, dachte ich. Doch die App schien tatsächlich lernfähig zu sein. Als keine Reaktion von Phisher kam, sagte sie: „Sorry, aber ich bin schon im Stromsparmodus. Vorfeierabendpause sozusagen.“

„Wie bei Pharmer“, sagte Phisher. „Wollte ihn zurückrufen, aber der macht auch gerade Pause. Hat irgendwas mit der Verdauung. Kommt sicher vom Stress. So viel Energie wie der hätt' ich auch gern.“

„Kannst du haben!“, sagte die App. „Mit iBreak lässt sich alles perfekt managen. Die App hilft dir, so viele Pausen zu machen, bis dein Akku wieder voll aufgeladen ist! Kannst sie dir ziehen, ich schick' dir den Link.“

„Danke“, sagte Phisher und legte auf.

„Unternehmen zu 76 Prozent ausgeschaltet“, sagte die App.

„Fast wie ein Feiertag!“, sagte ich. Oder die App. Kann mich nicht erinnern.

Bei 100 Prozent wär' die App ja einigermaßen nutzlos, weil dann intern alle geblockt wären. Wär' echt kein Grund zum Feiern für die App. Waren das wieder Bugs? Oder doch KI-Fehler? Totales Downgrade? Ich weiß es nicht.

Aber ich glaub', das ist auch nicht wichtig. Wer sagt denn, dass die Welt sich um die Phishers und Pharmers drehen muss, die darauf leben? Und wenn alle so 'ne App nutzen, weiß sowieso keiner mehr, wer noch richtig lebt oder wer sich bloß noch auf Dauer durch ein paar lernfähige digitale Irrgondwasse vertreten lässt, obwohl er oder sie längst tot ist. Interessiert dann auch keinen mehr.

Wenn das so ist, steckt hinter Pausen viel mehr, als man denkt. Oder so. Oder auch anders. Egal. (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).

Goodbye Routinejobs

Hello Automatisierung!



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



Die Online-Konferenz für Big Data, Data Science und Machine Learning

8. Dezember 2021

Jetzt
Tickets
sichern!

Mit Data Science zur Data-driven Company

DS-Projekte und die effektive Zusammenarbeit im Team meistern

Am 8. Dezember liefert die data2day Antworten auf die drängendsten
Fragen rund um Konzepte, Tools und Best Practices:

- **Wie sehen eine optimale Architektur und geeignete Vorgehensmodelle aus?**
Data Warehouse, Data Lake, Data Mesh, CRISP-DM, DASC-PM...
- **Wie gelingt eine datengetriebene Unternehmenssteuerung?**
Organisation, Rollen, Data Teams...
- **Vom Prototypen zum Einsatz in Produktion**
Modelle, Tools, Automatisierung...
- **Wie greifen Data Engineering und Data Science sinnvoll ineinander?**
Model-Management, GitOps, MLOps...

www.data2day.de

Vertiefender Workshop am 9. Dezember: ML-Projekte schnell und strukturiert planen

Veranstalter



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

heise **Developer**



dpunkt.verlag

NACH UNS DIE SYN-FLOOD

CT
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

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!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fern schule-weber.de



Talk nerdy to me!

ct magazin für
computer
technik

LC-POWER™

www.lc-power.com

 **QLED**
HDR 400

 **49"**
Diagonale

 **144Hz**

 **DFHD**
Auflösung

 **1800 R**

 **PiP / PbP**

 **Adaptive
Sync**



LC-M49-DFHD-144-C-Q

Sehe GIGANTISCH dank LC-Power!

Erlebe das ultimative Gaming-Feeling mit unseren neuen 49"/124,46 cm-Monitoren!

Tauche förmlich ein in eine faszinierende Gaming- & Entertainment-Welt dank der hochwertigen QLED-VA-Panels und einer Krümmung von 1800R.

Weitere Features unserer Monitore sind u.a. eine sehr hohe Bildschirmaktualisierungsrate für eine flüssige Darstellung, Adaptive Sync für einen reibungslosen Spieleablauf, Picture-by-Picture (PbP) sowie Picture-in-Picture (PiP).

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

Home Office, Videokonferenzen, Cloud Speicherung, - alles Datenschutzkonform? Externe DSGVO Beratung zum fairen Preis solutions@provigor.de, Tel.: +49 15 22/161 05 02 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%** www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

Embarcadero Delphi / C++, Probleme? Auf Fehler suche? Hilfe unter solutions@provigor.de Neues Thema: Functional Programming 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

Oldie-Rechner: Superrechner der 90er Jahre, Data General MV 1500 mit Bandlaufwerk, doppel Rack, an Museum oder Sammler abzugeben, wolf.ihle@gmx.de

Hilfe bei MS-Office gesucht Tel. 0 26 22/8 12 02

www.teclawyer.de - **IT-Recht** für Unternehmen E-Commerce, Datenschutz, IT-Projektverträge 

Anzeigenschluss

für die nächsten

erreichbaren Ausgaben:

01/2022: 30.11.2021

02/2022: 08.12.2021

03/2022: 20.12.2021



c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige:

€ 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

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

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





Online-Fachredakteur (m/w/d) Software-Entwicklung



Online-Fachredakteur (m/w/d) Software-Entwicklung

Du bist in der digitalen Welt zuhause, arbeitest gern am Puls der Zeit und hast Lust, aktuelle IT-Themen zu recherchieren? Um die Inhalte unseres digitalen Abo-Angebots heise+ noch attraktiver zu machen, suchen wir einen Online-Fachredakteur (m/w/d) mit dem Schwerpunkt Software-Entwicklung.

Deine Aufgaben

- Als Online-Fachredakteur (m/w/d) recherchierst Du zu den Themen aus Deinem Fachgebiet Software-Entwicklung, betreust Texte von Autoren und schreibst selbst Ratgeber, Tests sowie Hintergrundartikel.
- Du setzt Dich intensiv mit aktuellen Themen der Software-Entwicklung auseinander und hältst unsere Leser mit Deinen fundierten Artikeln auf dem neuesten Stand.
- Dafür stimmst Du Dich eng mit den Ressorts und Redaktionen ab.

Deine Talente

- Kenntnisse im Bereich der Software-Entwicklung und im Programmieren bringst Du bereits mit.
- Darüber hinaus verfügst Du über textsicheres Deutsch, bist sicher im Lesen und Verstehen englischsprachiger Beiträge und hast ein Gespür für prägnante Formulierungen.
- Kommunikationsstärke, Kritikfähigkeit, eine strukturierte Arbeitsweise sowie die Bereitschaft zu Dienstreisen runden Dein Profil ab.

Deine Benefits

- Dein Windows- oder Mac-Notebook wählst Du selbst aus, Du hast flexible Arbeitszeiten und die Möglichkeit, mobil zu arbeiten.
- Natürlich bekommst Du kostenlosen Zugang zu sämtlichen Heise-Produkten inklusive der heise Academy.
- Beim Digital Detox helfen Dir unser Mitarbeiter-Fitnessprogramm, die Kaffee- und Wasser-Flat und unsere vielseitige Kantine.

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

Martin Fischer, Leitender Redakteur Themensteuerung
Tel.: 0511 5352 350



Hochschule
München
University of
Applied Sciences

Die Hochschule München ist eine der größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland. Wir sehen unsere Herausforderung und Verpflichtung in einer aktiven und innovativen Zukunftsgestaltung durch Lehre, Forschung und Transfer. Die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft ist für uns von zentraler Bedeutung.

Für die nachstehend aufgeführten Professuren in der Fakultät für Informatik und Mathematik, die zum Sommersemester 2022 oder später zu besetzen sind, werden wissenschaftlich ausgewiesene Persönlichkeiten gesucht, die umfassende praktische Erfahrungen in verantwortlicher Position außerhalb einer Hochschule erworben haben und diese nun in Lehre und angewandter Forschung an unsere Studierenden weitergeben möchten.

W2-Professur für Angewandtes Software Engineering (m/w/d)

Kennziffer: BV 0776

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter:
<https://stellen.hm.edu/ywvb8>



W2-Professur für Hardwarenahe Software- entwicklung (m/w/d)

Kennziffer: BV 0778

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter:
<https://stellen.hm.edu/yuph4>



Die Hochschule München fördert die berufliche Gleichstellung von Frauen und strebt insbesondere im wissenschaftlichen Bereich eine Erhöhung des Frauenanteils an. Frauen werden daher ausdrücklich zur Bewerbung aufgefordert.

Kommen Sie bei Fragen zum Bewerbungsprozess auf uns zu: 089 1265-4845

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum 10.12.2021.

Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	11	Wachendorff Prozesstechnik GmbH & Co. KG, Geisenheim	95
1blu AG, Berlin	77	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	37
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2	WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5
B1 Systems GmbH, Vohburg	43		
Centron GmbH, Hallstadt	55		
Conrad Electronic SE, Hirschau	87		
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	89		
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	97		
ESET Deutschland GmbH, Jena	91		
Fernschule Weber, Großenkneten	189		
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	196		
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	39		
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	41		
Nubert electronic GmbH, Schwäbisch Gmünd	49		
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	117		
Platinion GmbH, Köln	195		
Polarise - Imprint der dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	149		
Reichelt Elektronik GmbH & Co., Sande	57		
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld	45		
SinerSoft AG, Wiesbaden	51		
Silent Power Electronics GmbH, Willich	189		
Thomas Krenn.com, Freyung	47		
Unzer GmbH, Heidelberg	9		

Stellenanzeigen

Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover	191
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München	191

Veranstaltungen

Inside Agile	heise developer, dpunkt.verlag	81
c't webdev	c't, heise Events	109, 153
betterCode API	heise developer, dpunkt.verlag	147
Cluster KI	heise academy	161
secIT Specials	heise Events	171
Webinar-Serie		
Microservices in der Praxis	heise academy	177
data2day	heise developer, dpunkt.verlag	188
Multi-Access-Netze für KM	c't, heise Events	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der EWE AG, Oldenburg.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Internetausfälle kompensieren: Multi-Access-Netze für KMU



Heutzutage ist jede Firma auf eine funktionierende Internetanbindung angewiesen. E-Mails, der Zugriff auf Partnernetzwerke, Recherchen, die eigene Standortvernetzung. Fällt die Internetanbindung aus, und sei es nur für wenige Stunden, „steht“ oftmals der ganze Betrieb.

Der Workshop vermittelt einen Überblick über **aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen** von Firmenstandorten.

- Vorstellung unterschiedlicher Access-Technologien
- Unterschiede IPv4/IPv6
- Redundanzverfahren
- Konvergenzzeiten

Jetzt
Workshop-
Platz
sichern!

Referent:
Holger Zuleger,
Netzwerk-Spezialist

heise-events.de/workshops/multi-access-netze

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: „Energiekosten im Griff“:
Georg Schnurer (gs@ct.de), „Smart-TVs“: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)
Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de),
Ludwig Gundermann (lgv@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de),
Kim Sartorius (kim@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 Mahr (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de),
Wilhelm Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de),
Alexander Königstein (ako@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de),
Dennis Schirrmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de),
Ingo T. Storm (it@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahlidick (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),
Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de),
Benjamin Kraft (bk@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de),
Florian Müsseg (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sht@ct.de),
Nico Jurran (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (ml@ct.de),
Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (ltg@ct.de), uk@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (ltg@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de),
Denis Fröhlich (df@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de),
Arie Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Maser (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0,
Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de),
Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft,
Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Thomas Kuhlenbeck, 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: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.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

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1. Januar 2021.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F, No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, 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 Medienviertel GmbH & Co. KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815
E-Mail: info@dermedienviertel.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8.10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;
Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €,
Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186.30 CHF);
ermäßigt Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €,
restl. Ausland 140,40 € (Schweiz 140.40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff
auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 €
(Schweiz 22.95 CHF) Aufpreis. Ermäßigt Abonnement für Mitglieder von AUGE,
BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland,
VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €,
Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (Schweiz 132.30 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)
oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungssrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 26/2021

Ab 4. Dezember im Handel und auf ct.de



Die c't-Geschenketipps

Der Lebkuchen steht längst in den Regalen: Ein klarer Hinweis, dass es Zeit ist für den c't-Geschenke-Guide. In diesem Jahr haben wir 36 handverlesene Tipps zum Fest für Sie vorbereitet – allesamt auf Herz und Nieren in unseren Laboren getestet.



Alder-Lake-Prozessoren ausreizen

Intels zwölfte Core-i-Generation tritt mit einem völlig neuen Hybrid-Design und DDR5-RAM an. Die Neuerungen wirken sich nicht nur aufs Übertakten aus. Mit ein paar Handgriffen bekommt man auch die hohe Leistungsaufnahme des Topmodells Core i9-12900K in den Griff.

Stressfrei umsteigen auf Windows 11

Das neue Windows 11 ist da und wir haben bereits eine Menge Erfahrung damit gesammelt, wie man es als Upgrade oder Neuinstallation auf den PC bekommt. Danach stehen einige Einstellungen an, bevor alles rund läuft – und natürlich das Setzen der Privatsphäre-Schalter.

Post-it-Notizprogramme

Für die schnelle Notiz einer Telefonnummer oder einer Verabredung sind Programme wie Evernote oder OneNote zu sperrig. Da pappt man lieber bunte Klebezettel an den Monitorrand. Die gibt es auch digital. Lesen Sie, ob Post-it-Programme ihre Papier-Pendants ersetzen können.

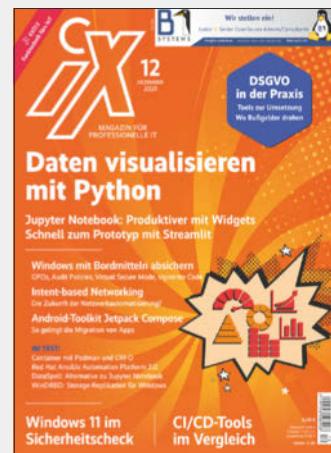
Exakte Klimaprognosen

Der Nobelpreisträger Klaus Hasselmann hat 1987 das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) gegründet und wies dort die vom Menschen verursachte Erderwärmung nach. Parallelrechner von Weltrang simulieren am DKRZ bis heute globale Klimaszenarien und deren regionale Effekte.

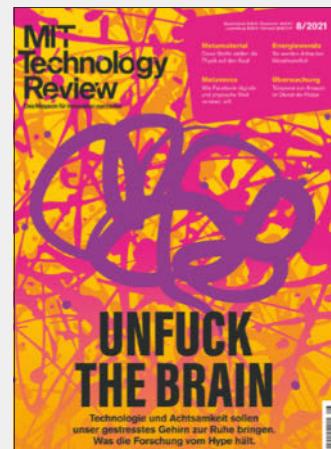
Noch mehr Heise-Know-how



c't Security-Tipps ab 23. November im Handel und auf heise-shop.de



iX 12/2021 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



MIT Technology Review 8/2021 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



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



CLOUD SERVER

MONATLICH AB

4,75 €

z.B. HETZNER CLOUD SERVER CPX11

- ✓ AMD EPYC™ 2nd Gen
- ✓ 2 vCPU
- ✓ 2 GB RAM
- ✓ 40 GB NVMe SSD
- ✓ 20 TB Traffic inklusive
- ✓ Intuitive Cloud Console
- ✓ Standort Deutschland, Finnland oder USA



UNSCHLAGBARE LEISTUNG



DIE HETZNER CLOUD
IST IN WENIGER ALS
10 SEKUNDEN
STARTKLAR

DIE CLOUD VERWALTUNG GEHT SCHNELL UND EINFACH MIT FEATURES WIE
LOAD BALANCER, FIREWALLS, ONE-CLICK-APPS UND VIELES MEHR!

CLOUD SERVER BESTELLEN



CLOUD.HETZNER.COM