



**magazin für
computer
technik**

7.11.2020 **24**



**Erster Blick
auf Playstation 5**

Kaufberatung für CPU, SSD, Grafikkarte & Co.

Der optimale PC 2021

Bauvorschläge: Leiser Allrounder, Gaming-PC ab 570 Euro

**IM
TEST**

- Google Pixel 5 und 4a 5G
- Musik-Mastering im Web
- Sicherheits-Stick mit FIDO2 & OTP
- Chromecast mit Google TV
- AMD Ryzen 9 5900X und 5950X

Apples neue Tablets ab 370 Euro

iPad 8 und iPad Air 4

c't deckt fatale Sicherheitslücke auf

Rettungsdienste angreifbar

Betrug mit Bitcoin-Wallets

E-Perso: Österreich machts besser

IoT-Projekte ganz einfach mit ESPEasy

Windows-Installationen anpassen mit DISM

Die Tricks von Parship, ElitePartner, LemonSwan, eDarling

Partnerbörsen im Test

Matching-Algorithmen, Datenschutz, Kostenfallen



€ 5,20
AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00
NL € 6,30 | IT, ES € 6,50
CHF 7.60 | DKK 57,00





Elektrisch, fertig, los. Der neue EQV¹ im Abo.



Der neue EQV¹. Jetzt im flexiblen Abo. Die erste vollelektrische Großraumlimousine von Mercedes-Benz bringt Sie problemlos an Ihr Ziel – und das komfortabler denn je. Mit Platz für acht Personen und einer Reichweite von bis zu 418 km^{2, 3}.

Mehr unter eqv.mercedes-benz.de **#MakeYourMove**

¹ Mercedes-Benz EQV 300: Stromverbrauch in kWh/100 km: 26,4–26,3; CO₂-Emissionen in g/km (kombiniert): 0.²

² Stromverbrauch und Reichweite wurden auf der Grundlage der VO 692/2008/EG ermittelt. Stromverbrauch und Reichweite sind abhängig von der Fahrzeugkonfiguration.

³ Die tatsächliche Reichweite ist zudem abhängig von der individuellen Fahrweise, Straßen- und Verkehrsbedingungen, Außentemperatur, Nutzung von Klimaanlage/Heizung etc. und kann ggf. abweichen.



Kundenbewertungen: Sterne gegen Taler

Ich staunte nicht schlecht, als ich von Amazon meine neue Schutzfolie fürs Smartphone bekam. Ausgewählt hatte ich "Amazon's Choice" des chinesischen Herstellers MSOVA. Verifizierte Käufer attestierten in 5-Sterne-Bewertungen die "sehr gute Qualität", es "passt perfekt" und sei "bester Schutz für das Display". Zum Beweis posteten die Käufer zahlreiche Fotos.

Eine Ursache für die Lobpreisungen fand ich in der Packung: Dort lag eine auf Hochglanzkarton gedruckte "amazon gift card" mit offiziellem Amazon-Logo im Wert von 20 Euro: "Leave 5 stars comment you can get €20 (€15 for review, extra €5 if you review with product pictures)." Zum Beweis sollte ich die Order-ID zusammen mit einem "Screenshots" an eine Mailadresse senden. Gezahlt werde per PayPal. Damit hätte ich also Geld verdienen können, schließlich hatte ich nur knapp zehn Euro für die Folie gezahlt.

Nachdem wir Amazon aufmerksam gemacht hatten, löschte der Online-Händler zwar besagtes Produkt aus seinem Angebot. Zig andere Folien desselben Herstellers mit ebenso fragwürdigen 5-Sterne-Bewertungen werden aber weiterhin auch als "Amazon's Choice" beworben.

Amazons Ringen um Glaubwürdigkeit ist ein Kampf gegen Windmühlen. Und da der Konzern kräftig mitverdient, dürfte seine Motivation, solche gekauften Bewertungen auszusortieren, nicht beson-

ders hoch sein. Wie groß das Problem ist und welche Risiken Sterneverkäufer dabei eingehen, deckt unser Artikel auf Seite 40 auf.

Das Beispiel Amazon zeigt, wie korrupt das System der Kundenbewertungen inzwischen ist. Es würde mich nicht wundern, wenn findige Käufer daraus ein Geschäft machen: Sie bestellen jede Menge Billigprodukte, posten 5-Sterne-Bewertungen, kassieren die Prämien und retournieren das Zeug.

Was chinesische Firmen hier perfektioniert haben, nennen Werbeprofis "Incentive Marketing". Das klappt nicht nur auf Amazon: Auch manche Restaurants geben Gästen einen aus, wenn sie den Laden auf Tripadvisor loben. Für mich als Kunde heißt das, dass ich 5-Sterne-Jubeleien künftig generell ignoriere und mir zuverlässige Beratung aus unabhängigen Quellen hole. Eine solche halten Sie übrigens in den Händen.



Hartmut Gieselmann

Hartmut Gieselmann



Der Bereit-bevor-du-es-bist-Computer.



Das ist Chromebook.

Chromebooks sind Computer völlig neu gedacht und jetzt so einfach, schnell und sicher wie nie zuvor. Es gibt sie in verschiedenen Ausführungen und von unterschiedlichen Herstellern. So findest du genau das Chromebook, das zu dir passt.

google.de/chromebook

Einfach.

Einmal aufgeladen, können Chromebooks bis zu 12 Stunden lang genutzt werden.¹

Schnell.

In nur 6 Sekunden sind Chromebooks hochgefahren und arbeitsbereit.²

Sicher.

Der Google-Sicherheitschip verschlüsselt und schützt alle deine Daten.

Ganz sicher.

Integrierte Sandbox-Technologie gibt Malware keine Chance, sich auszubreiten.

¹ Die Akkulaufzeit kann je nach Gerät und abhängig von der Verwendung und anderen Bedingungen variieren. Je nach Gerätemodell können eine Reihe von Faktoren die tatsächliche Akkulaufzeit an einem bestimmten Tag beeinflussen, darunter Temperatur, Nutzungsverhalten (Art der genutzten Apps, Video, WLAN, Bluetooth, Spiele) sowie Alter und Zustand des Akkus.
² Die Startgeschwindigkeit kann je nach Gerät variieren. Gemäß Tests auf verschiedenen Geräten aus dem Chromebook-Portfolio ist 6 Sek. die durchschnittliche Startgeschwindigkeit.

Titelthemen

Der optimale PC 2021

- 20 **Kaufberatung** für PC-Hardware
- 26 **Bauvorschlag** Allrounder mit Ryzen 5 3600
- 30 **Grafikkarten** für Desktop, Video, Gaming
- 34 **Gaming-PC** Zwei Bauvorschläge ab 570 Euro

Partnerbörsen im Test

- 74 **Online-Dating** zwischen Flirt und Abzocke
- 76 **Partnersuche im Web** Vier Portale im Vergleich
- 82 **Matching** Per Algorithmus zum Traumpartner
- 86 **Das Kleingedruckte** Die AGB von Partnerbörsen

Rettungsdienste angreifbar

- 16 **Fatale Sicherheitslücke** aufgedeckt

Aktuell

- 38 **„Cyberbunker“** Prozess eröffnet
- 40 **Gekaufte Bewertungen** auf Amazon.de
- 42 **Internet** Samsung Pay, Facebook-Dating
- 44 **Online-Werbung** Google will Tracking abschaffen
- 45 **Security** Millionen unsichere Windows-Server
- 46 **Bit-Rauschen** AMD mit Rekord, Intel-Aktie sinkt
- 47 **Intel SSDs** künftig von SK Hynix, sicherere Xeons
- 48 **Raspberry Pi** im Tastaturgehäuse
- 49 **Windows 10** Version 20H2 ist da
- 50 **Apple** macOS verschleierte Netzverbindungen
- 51 **Displays** China erobert den Panel-Markt
- 52 **Netze** DSL-Fritzbox mit Wi-Fi 6
- 53 **High-End-Grafikkarten** AMD Radeon RX 6000
- 54 **DNS-Sicherheit** deSEC sichert Domains kostenlos
- 56 **Erster Blick auf Playstation 5 und Xbox Series X & S**
- 58 **HDMI-2.1-Debakel** Keiner will schuld sein
- 60 **Forschung** KI schlägt Mensch bei Spracherkennung
- 61 **Handy-Streamingdienst** Quibi gibt auf
- 62 **Sensoren** Coronatest in fünf Minuten
- 63 **Linux** Ubuntu 20.10 mit Raspi-Desktop-Images
- 64 **Anwendungen** Zoom verschlüsselt Videochats
- 65 **Download-Tool** youtube-dl bei GitHub gesperrt
- 66 **Online musizieren** LIPS reduziert Latenz
- 68 **c't Input Output** c't fördert Schülerwettbewerb
- 70 **Web-Tipps** Corona-FAQ, Klangwelten, Urzeitatlas

Test & Beratung

90 **AMD Ryzen 9 5900X und 5950X**

- 92 **Babyfon-App** Bibino überwacht den Nachwuchs
- 92 **Funkmikrofon** macht Kopfhörer zum Headset
- 94 **Streaming-Clients** Amazons Fire TV Sticks 2020
- 95 **Mini-PC-Gehäuse** Fractal Design Era ITX
- 96 **2646 Steine** Nintendo-Spielkonsole aus Lego
- 98 **Sicherheits-Stick mit FIDO2 & OTP**
- 100 **Malen und Zeichnen** Adobe Illustrator fürs iPad
- 102 **Rundum-Actioncam** Insta360 One X2
- 104 **Mobilbetriebssystem** Sailfish OS 3.4
- 106 **Google Pixel 5 und 4a 5G**
- 110 **iPad 8 und iPad Air 4**
- 114 **Smartphone-Kamera** mit eingebautem Gimbal
- 116 **Fitnessuhr** Fitbit Sense schreibt EKG
- 118 **Chromecast mit Google TV**
- 120 **VR-Headset** Oculus Quest 2 mit Facebook-Zwang
- 124 **Hörgeräte** mit Bluetooth und Tap Control
- 126 **Musik-Mastering im Web**
- 176 **Rätselspiel** The Last Campfire
- 178 **Bücher** Synology NAS, SharePoint

20 Der optimale PC 2021



Drei Bauvorschläge für Ihren Wunsch-PC:
Zur Auswahl stehen ein leiser Allrounder mit Luxusoption und zwei günstige Spielerechner. Außerdem bekommen Sie Tipps zu aktuellen Hardware-Komponenten wie CPUs, SSDs und Grafikkarten.

Wissen

- 132 Zahlen, Daten, Fakten** Kurzlebige Erfindungen
- 134 Betrug mit Bitcoin-Wallets**
- 136 E-Perso: Österreich machts besser**
- 140 Display-Technik** Der Siegeszug der LCD-Monitore

Praxis

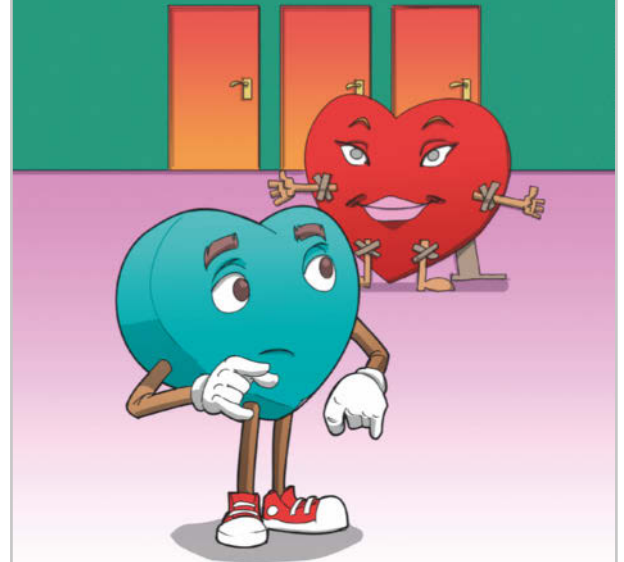
- 142 Programmieren in Go** Kennwörter sicher speichern
- 146 IoT-Projekte ganz einfach mit ESPEasy**
- 150 CAD im Browser** 3D-Design mit Onshape
- 156 Windows-Installationen anpassen mit DISM**
- 164 Netzwerkprotokolle mit Wireshark analysieren**

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Kundenbewertungen gegen Taler
- 10 Leserforum**
- 15 Schlagseite**
- 72 Vorsicht, Kunde** OnePlus verweigert Haftung
- 170 Tipps & Tricks**
- 174 FAQ** PCI Express
- 180 Story** Nothing digital
- 190 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 25/2020**

c't Hardcore c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

74 Partnerbörsen im Test



Partnerbörsen wie Parship & Co. helfen beim Kennenlernen. Matching-Algorithmen finden Partnervorschläge für Abonnenten, die sich über Monate dem Liebesdienst verschreiben. Vier große Plattformen zeigen im Test ihre Tücken.

16 Rettungsdienste angreifbar



Ein Admin-Kennwort für das Rettungsdienstsystem IVENA stand monatelang öffentlich im Internet. In falschen Händen hätte das Menschenleben kosten können. Wir fanden Fahrlässigkeit und organisatorische Ungereimtheiten.

GRAVIS



Ganz in Ihrer Nähe und auf
www.gravis.de

Das Aussterben der Lichtschalter hat begonnen.

**Das Smartphone ist griffbereit,
der Schalter am anderen Ende
des Zimmers? Licht an!**

Keine Frage, im Bett liegend das Licht einschalten können ist nicht lebensnotwendig. Aber soooo praktisch! Noch praktischer: Wenn der Lichtschalter am anderen Ende der Stadt ist, man aber von unterwegs schon das Licht einschalten kann, um Dunkelmänner abzuwehren. Schon ist Zuhause alles im grünen Bereich (naja, außer für Ihren Lichtschalter).





Das im Standpunkt der c't 23/2020 erwähnte i-Kfz-Verfahren wird noch nicht überall angeboten.

Symptomatisch

Standpunkt: eGovernment, c't 23/2020, S. 3

Die Erfahrung ist symptomatisch für die deutsche Verwaltung. Allerdings kann sich der Redakteur noch glücklich schätzen, dass bei ihm das Verfahren überhaupt angeboten wird. Das sieht hier in Sachsen ganz anders aus. Hier ist von i-Kfz noch nicht viel zu sehen. Das BMVI schreibt zwar vollmundig „Allerorts möglich“, aber Sachsen ist wohl ausgeklammert.

Zitat: „Die Lecos GmbH aus Leipzig hat das Onlineverfahren in ihrem Rechenzentrum inzwischen betriebsfähig eingerichtet und testet gegenwärtig mit zwei sächsischen Zulassungsbehörden die Funktionen und die Stabilität des Verfahrens. Die erste sächsische Zulassungsbehörde wird in Kürze das i-Kfz-Online-Verfahren in Betrieb nehmen. Die weiteren Zulassungsbehörden folgen schrittweise.“

Das steht dort nun schon ein Jahr. Toll! Das lässt erlassen, was eine Behörde mit „in Kürze“ definiert. Auf der Internetseite meines Landkreises findet sich überhaupt kein Hinweis auf das Verfahren.

T. Hermann

Nach unseren Recherchen wird i-Kfz auch in Sachsen angeboten, beispielsweise in Leipzig und Dresden. In manchen Landkreisen des Freistaats scheint es aber in der Tat noch immer keine Online-Meldung zu geben.

Schwierig umzusetzen

Dateien, IoT und Industrieanlagen ungeschützt im Netz, c't 23/2020, S. 16

Als Anbieter von industriellen IoT-Lösungen seit dem Jahr 2000 sind wir tief in das Thema IoT-Security involviert. Tatsäch-

lich hat sich das Security-Bewusstsein von industriellen Anwendern im Laufe der letzten Jahre stark verbessert. Oft ist der Wille nach hoher Absicherung vorhanden, jedoch ist nicht jedem die Wirkungsweise bestimmter Technologien bewusst. Ein VPN-Tunnel vom Datenportal aus ist für die Fernwartung geeignet, aber nicht für eine Vielzahl von IoT-Devices, hier sollte sich das Device melden und nicht warten, bis es manuell abgefragt wird.

Gerade in der IoT-Startup-Szene ist Embedded Linux auf Raspberry Pis mit WLAN-Ankopplung zur Vernetzung von Prozessen äußerst beliebt. Für ein Proof-of-Concept und solange man sich im eigenen Netzwerk mit einigen wenigen Edge-Gateways bewegt, ist das noch orchestrierbar. Sehr oft sehen wir jedoch solche Umsetzungen, die sich außerhalb des eigenen Netzwerks bewegen sollen und am Einsatzort das dortige Fremd-WLAN nutzen. Der europäische Sicherheitsstandard EN 303 645 schreibt ein Over-The-Air-Update von IoT-Devices vor, wie soll das im Fremd-WLAN umgesetzt werden?

Sowohl für den Betreiber des WLAN wie auch den Lieferanten des IoT-Devices kann dies ein Himmelfahrtsunternehmen werden. Der Betreiber läuft Gefahr, dass unzureichend gesicherte Fremd-IoT-Devices zu Bots in seinem Netz missbraucht werden. Der IoT-Anbieter läuft Gefahr, dass sich laufend der WLAN Zugang ändert und er dadurch die Konnektivität verliert. Ein Security-Update vor Ort mit Tausenden von Geräten geht dann richtig ins Geld.

Thomas Schildknecht, Schildknecht AG

Nicht DSGVO-konform

Datenschutzbehörden erklären den Einsatz von Microsoft 365 für rechtswidrig, c't 23/2020, S. 34

Im Artikel wird den Datenschutzbehörden vorgeworfen, sie hätten nicht ermittelt, was tatsächlich an Daten an Microsoft übertragen werde. Dass man so etwas tun sollte, steht ja außer Frage, aber für die zu treffende Aussage, ob Office 365 DSGVO-konform zu betreiben sei, ist es erst in zweiter Linie interessant.

Wenn schon die rechtlichen Grundlagen nicht ausreichend definiert sind, ist es egal, was tatsächlich gemacht wird, denn das könnte Microsoft ja jederzeit ändern. Bei Microsoft kommt noch hinzu,

dass die als amerikanischer Konzern bestimmten Regierungsbehörden Zugriff auf die Daten geben müssen. Nach dem Fall des Privacy Shields ergibt also von daher nochmal die Frage Sinn, ob Verwaltungsdaten über Server von amerikanischen Anbietern überhaupt verarbeitet werden dürfen.

Ulrich Schmidt

Nicht hilfreich

Bei der Einrichtung unseres Tenants konnten wir (Schule in freier Trägerschaft) angeben, dass unsere Daten nur in Europa abgelegt beziehungsweise verwaltet werden. Daher dachten wir, dass unsere Daten gemäß der Bestimmung des für Europa geltenden Datenschutzes verarbeitet werden.

Wenn man zum Bäcker geht, kann man heute „weiße“ und morgen „körnige Brötchen“ kaufen. Anders ist das bei den strategischen EDV-Entscheidungen. Hier ist es nicht hilfreich, wenn man heute hört, dass man Microsoft-Produkte einsetzen darf, und morgen, dass man sich schon immer außerhalb der Legalität bewegt habe.

Außerdem ist die EDV nicht Selbstzweck, sondern wird dazu benötigt, die „eigentlichen“ Aufgaben zu erfüllen. Damit das – auch unter Stress – geht, müssen die Anwender mit den Möglichkeiten und der Anwendung der Tools vertraut sein und es muss auch beim First-Level-Support ein Grundverständnis vorliegen.

Name ist der Redaktion bekannt

Ohne Fernbedienung

Actioncam GoPro Hero 9 Black mit Horizontausgleich, c't 23/2020, S. 120

Ich bin als motorisierter Bewegtfotograf sehr angetan von der neuen GoPro Hero 9. Ich habe lange auf den 20-Megapixel-Sensor gewartet, der bessere Foto-

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

ThinkPad X1

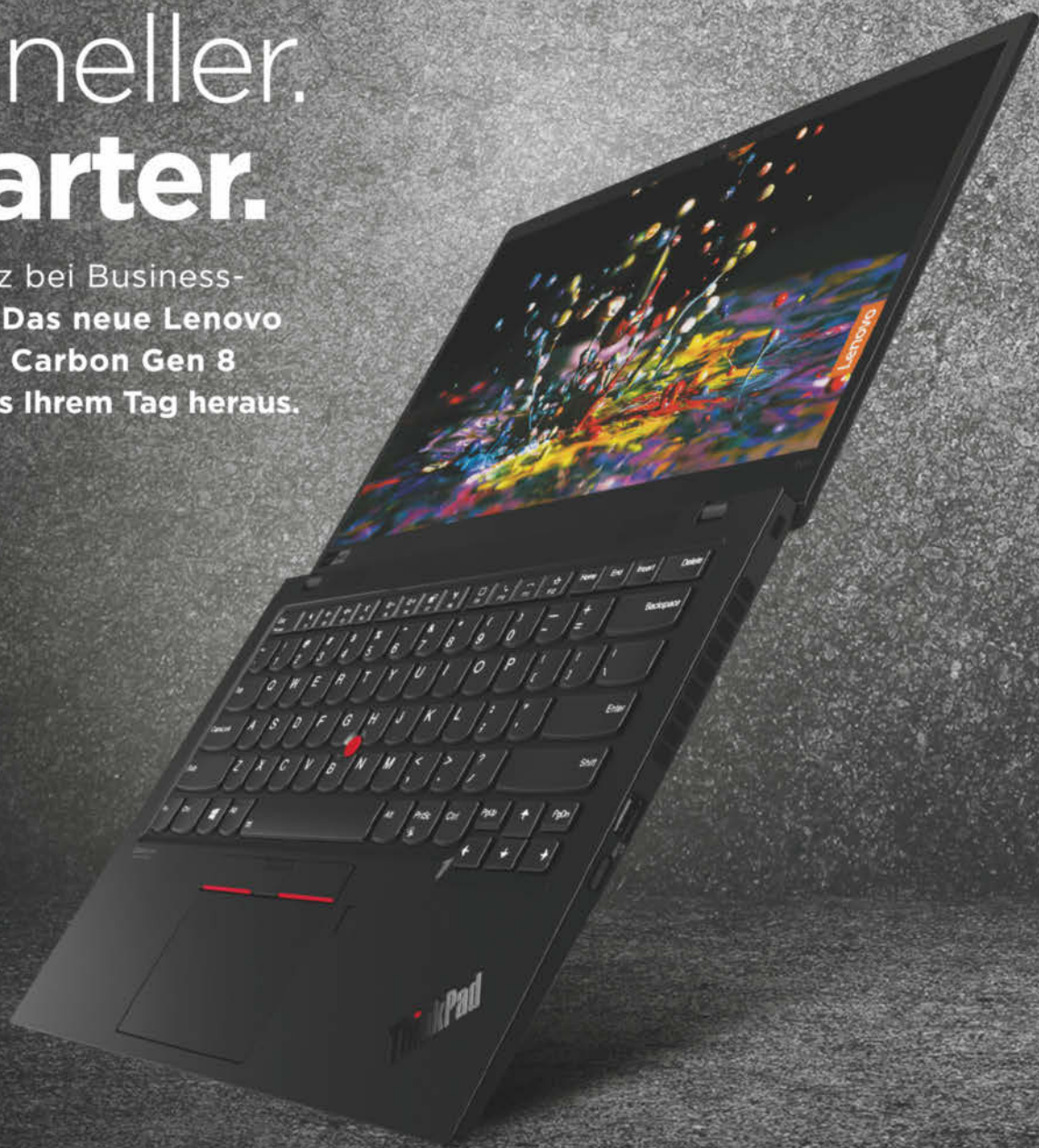


Smarter
technology
for all

Lenovo

Leichter. Schneller. Smarter.

Die Referenz bei Business-Ultrabooks. **Das neue Lenovo ThinkPad X1 Carbon Gen 8** holt mehr aus Ihrem Tag heraus.



Intel® Core™ i7 vPro® Prozessor

Erfahren Sie mehr auf
www.lenovo.com/gettimeonyourside

Ausschnitte ermöglicht. Sie haben allerdings ein Detail unerwähnt gelassen, welches die Kamera für mich unbrauchbar macht: Es gibt keine Fernbedienung.

Die Smart Remote, die von Hero 4 bis Hero 8 funktioniert, ist nicht mit der Hero 9 kompatibel, und es gibt keine neue Fernbedienung. Grober Fehler seitens GoPro. Auf dem Motorrad, auf dem Surfbrett und wahrscheinlich auch in anderen Situationen ist die Fernbedienung ein Muss. Solange die nicht da ist, kann ich die Kamera nicht verwenden.

Tom Bihr

Laut einem Support-Mitarbeiter von GoPro ist eine neue Fernbedienung für die Hero 9 Black in Vorbereitung.

Kein Open Source

Mit Fotogrammetrie vom Drohnenfoto zum 3D-Druck, c't 23/2020, S. 148

Anders als im Artikel suggeriert steht VisualSFM nicht unter einer Open-Source-Lizenz. In den Readme-Hinweisen der Software steht: „You may redistribute [sic] VisualSFM as long as you make no modifications.“ Eine sehr viel funktionalere Open-Source-SfM-Lösung mit aktiver Community ist Meshroom beziehungsweise AliceVision (alicevision.org).

Dr. Benjamin Dücke

Entwicklermodus

Tipps & Tricks: Postbank-TAN klemmt, c't 23/2020, S. 175

Ich hatte auch das Problem. Es lag bei mir am Entwicklermodus, den ich wegen einer App eingeschaltet hatte (Smartphone als Webcam-Ersatz wie in einer c't Ausgabe beschrieben). Nach dem Abschalten ging alles wieder. Ich habe diesen Fehler und die Lösung am 26.7.2020 an die Postbank gemeldet. Keine Reaktion von dieser Seite bis heute.

Bernhard Hasch

Datum ändern

Batch-Renamer für Windows im Vergleich, c't 23/2020, S. 130

Ich nehme auch gerne das „Umbenennen“-Werkzeug in XnView, das als [kostenlose, Anm. d. Red.] Fotoverwaltung selbstredend Exif-Daten auswerten kann. Es kann aber auch stapelweise das „Er-

stellt am“-Datum ändern, das oft beim Download von SD-Karten auf das Download-Datum gesetzt wird.

XnView kann im Menü „Werkzeuge/Dateidatum und Uhrzeit ändern“ stapelweise diesen Windows-Fauxpas ändern und in einem Rutsch zum Beispiel das „Exif-Aufgenommen am“-Datum anwenden auf „Erstellt am“. Erst danach das „Erstellt am“-Datum in den Dateinamen einfügen macht das Leben einfacher und erhöht zudem die Übersicht enorm.

drphuebert

Laufzeitfehler

Tipps & Tricks: Wochentag in Windows-Taskleiste, c't 22/2020, S. 172

Vorsicht: Eine Formatänderung im Dialog „Format anpassen / Datum (kurz)“ führt in Programmen, die mit der Jahreszahl im Datum hantieren, zu Laufzeitfehlern (Verschiebung im Datums-Feld-String, z. B. in Excel 2016 VBA).

Gemeinerweise mit einer Ausnahme: Die Änderung von „JJJJ“ auf „JJ“ führt fürs Jahr 2020 unter Umständen zunächst zu keinem Fehler. So haben wir einen „falschen Fehler“ und eine Zeitbombe: Die Rache kommt zum Beispiel nächstes Jahr.

Dr.-Ing. Manfred Helfert

Das Problem tritt nicht bei jeder Verwendung einer Jahreszahl auf. Die im Tipp vorgeschlagene Änderung greift nur, wenn das genannte „kurze Datumsformat“ zum Einsatz kommt.

History Search

Die Bash-History im Griff, c't 20/2020, S. 170

Die für mich wichtigste Tastenkombination habe ich im Artikel nicht gefunden: History-Search-Backwards. Damit kann man eine Zeile beginnen zu tippen und dann mit der PgUp-Taste alle Zeilen durchblättern, die genauso begonnen haben. Mit PgDn dann in der anderen Richtung.

In openSUSE ist das schon ewig per Default eingestellt. Bei anderen Linuxen kann man das ganz einfach einstellen. Entweder global in `/etc/inputrc` und dort bei folgenden Zeilen die Auskommentierung entfernen:

```
"\e[5~": history-search-backward
"\e[6~": history-search-forward
```

Oder man trägt diese beiden Zeilen in die lokale Datei: `~/.inputrc` – falls die Datei nicht vorhanden ist, einfach anlegen.

Christian Körner

In der Bash-Konfigurationsdatei .bashrc hinterlegen Sie für die beiden Tastenkombinationen folgende zwei Zeilen:

```
bind '"\e[5~": history-search-backward'
bind '"\e[6~": history-search-forward'
```

c't Extra Retro



Die c't Extra Retro 2020 hat viele Leser an ihre ersten Begegnungen mit dem PC erinnert.

LAN-Party 1988

Erinnerungen an den (IBM-kompatiblen) PC, c't Extra 2020, S. 36

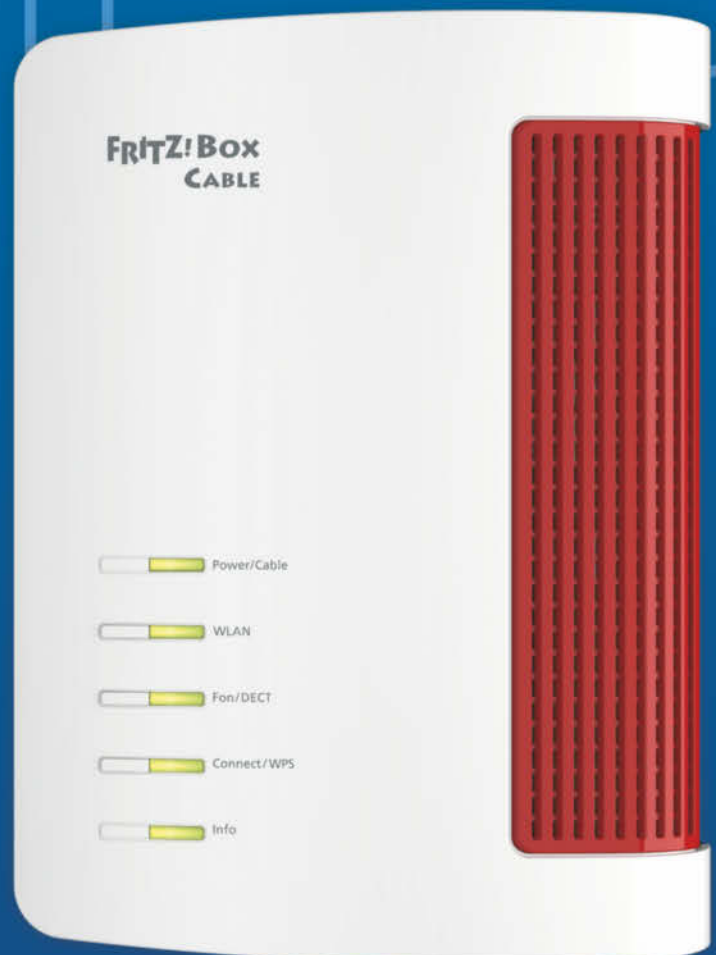
Vielleicht kommt es drauf an, wie man „LAN“ definiert. Wenn „lokales Netzwerk“ meint, dass Computer über ein Kabel miteinander verbunden sind und Daten austauschen, hatten wir schon 1988 unsere erste LAN-Party: 8 oder 10 Atari STs unterschiedlichster Ausbaustufen (vom 520ST bis Mega ST4), verbunden über die Midi-Schnittstelle, Spiel: Midi Maze.

Der Aufbau des Netzes war recht sperrig. Beispielsweise mussten alle STs im gleichen Bildschirmmodus (monochrom oder Farbe) laufen, weil es sonst zu Timing-Problemen im Midi-Ring kam. Also musste schon im Vorfeld geklärt werden,



kabelhaft

**Bestes WLAN
für Deinen
Kabelanschluss**



avm.de/kabelhaft

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>

welche Monitore oder gar Fernseher mitzubringen sind. Bis alles zuverlässig lief, konnte schon mal eine Stunde vergehen.

Wir spielten im Einzelkämpfer-Modus oder in Teams. Es war eine Riesengaudi! Der Nachmittag verging wie im Flug, am Abend fiel es uns schwer, abzubauen. Wir spielten an einem Sommertag draußen auf einer großen Terrasse unter etlichen Sonnenschirmen und aufgespannten Tüchern und Decken. Für mich war dieses Event eine „LAN-Party“, wenn auch dieser Begriff erst wesentlich später geprägt wurde. Und es war die erste, von der ich Kenntnis habe. Noch habe ich von keiner früheren gehört.

Dirk Schimansky ✉

AAC vs. MP3

Vor 25 Jahren bekam ein Codec seinen Namen: MP3, c't Extra 2020, S. 10

Im letzten Absatz des Artikels wird gesagt, dass man beim Codec AAC keinerlei Unterschied zum Original hören kann. Das trifft aber ganz bestimmt nicht zu, wenn man die Musik auf einer sehr hochwertigen Anlage im Freifeld hört.

AAC klingt wirklich besser als MP3, kommt aber dennoch nicht an WAV heran. Bei meiner Anlage, die ich über viele Jahre hardware- und softwareseitig perfektioniert habe, kann ich sogar bei einer Aufnahme im Format WAV 44,1 kHz den Unterschied hören, ob sie in der Auflösung von 16 Bit oder 24 Bit vorliegt. Von 192 kHz und 24 Bit ganz zu schweigen.

Und ich denke, dass ich mit dieser Meinung nicht alleine bin, sonst würde

man die sogenannten Hires-Formate bestimmt nicht verkaufen können.

M. Woitaschek ✉

Praktikabler als mit NuXT

Datenrettung von historischen Disketten, c't Extra 2020, S. 62

Eine bekannte deutsche Computerzeitschrift hat vor etwa zwei Jahren in einem gewissen „Retro“-Sonderheft einmal ein USB-Interface vorgestellt, welches in Kombination mit einer zugehörigen Software und gängigen Diskettenlaufwerken eine sehr große Anzahl von Aufzeichnungsformaten lesen und schreiben kann [siehe ct.de/y8xs, Anm. d. Red.].

Der Ansatz scheint sehr vielversprechend, günstiger und praktikabler, als z. B. allein zu diesem Zweck einen NuXT aufzubauen.

Michael Reimann ✉

Mit dem vor zwei Jahren in c't vorgestellten Kryoflux-Adapter lassen sich von einer Floppy gelesene Inhalte nur auf Floppy zurückschreiben, nachdem man ein 33 MB großes Festplattenimage erzeugt hat.

Artikel zum Kryoflux-Adapter: ct.de/y8xs

In fünf Stunden aufgebaut

Das erste richtige Betriebssystem für Mikrocomputer, c't Extra 2020, S. 168

Ich habe mich wirklich gefreut, heute das neue Retro-Sonderheft 2020 im Briefkasten zu finden. Noch größer war dann die

Überraschung über den CP/M-Artikel, zumal ich mir erst kürzlich den schon länger gehegten Wunsch nach einem eigenen CP/M-Rechner mit dem RC2014-kompatiblen Bausatz SC130 erfüllt habe.

Dank Z180 mit 18 MHz und 512 KByte RAM läuft CP/M 3.0 sehr schnell. Der Zusammenbau des Kits war übrigens in rund fünf Stunden erledigt und zu meiner großen Freude funktionierte das System schon beim ersten Einschalten.

Stefan Kühnel ✉

Ehre, wem Ehre gebührt

Menschen, Programmiersprachen, IDEs, c't Extra 2020, S. 94

Wow! Niemals hätte ich mir vorstellen können, mein Bild zwischen Brian Kernighan und Alan Kay zu sehen. In Ihrem Artikel schreiben Sie vieles über mich, wofür ich tatsächlich stehe, dafür danke.

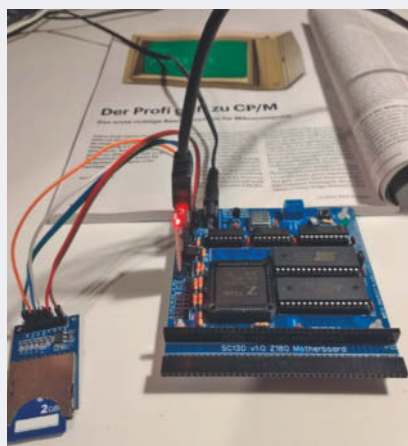
In Bezug auf Maestro 1 möchte ich jedoch einiges richtigstellen und den ehren, dem Ehre gebührt.

Ja, ich war an dem Projekt beteiligt, in dem das System PET-X1150, Vorläufer von Maestro 1, entstanden ist. Ja, soweit ich weiß, war es die erste integrierte Programmierungsumgebung weltweit, ohne dass dieser Name verwendet wurde. Aber: Nein, ich habe keine wesentlichen Beiträge zur Entwicklung des Systems geleistet. Meine Rolle war vielmehr die einer Methodenberaterin zur strukturierten Programmierung, an der sich die Entwicklung des Systems orientierte.

Maestro hat einen sehr eindeutigen Vater, Harald Wieler, von dem alle grundlegenden Ideen stammen und der sie auch alle in mehreren aufeinander aufbauenden Systemversionen umgesetzt hat. Harald Wieler, Deutschamerikaner und leitender Entwickler bei Softlab, München, war eine außerordentliche Persönlichkeit, ein Super-Programmierer mit legendärem Ruf, der zu seiner Zeit ein sehr hohes Ansehen genoss. Er war jedoch nicht ein Mann des Schreibens – deshalb sind seine Ergebnisse nicht in die Literatur eingegangen und seine überragenden Fähigkeiten nur Eingeweihten bekannt.

Das Bild von Harald Wieler hätte gut zwischen Brian Kernighan und Alan Kay gepasst! Aber so haben Sie mir die Gelegenheit gegeben, seine Verdienste zu würdigen, und das habe ich gern getan.

Christiane Floyd ✉



CP/M-Nachbau mit dem Bausatz SC130 von Stefan Kühnel

Bild: Stefan Kühnel





Bild: Thorsten Hübner

Dubios digitalisiert

c't deckt auf: Kritisches Sicherheitsleck bei Rettungsdienst-System IVENA

Über die Plattform IVENA koordinieren Rettungsleitstellen und Krankenhäuser die Versorgung von Notfallpatienten. Durch mehrere leicht vermeidbare Fehler beim Entwicklerteam landete ein Admin-Kennwort im Klartext im Netz. Eine Sabotage hätte Menschenleben gefährdet. Doch neben leicht behebbaren technischen Problemen offenbarte sich ein organisatorischer und juristischer Flickenteppich bei dieser kritischen Infrastruktur.

Von Jan Mahn

Wenn der Rettungsdienst kommt, muss, entscheiden oft Sekunden – ist der Patient erst einmal untersucht,

steht oft der zügige Transport in ein Krankenhaus an. Am besten in eines, das ihn auch aufnehmen und bestmöglich versorgen kann. Weil die Fahrt in eine überfüllte oder nicht richtig ausgestattete Notaufnahme nicht nur teuer, sondern schlimmstenfalls sogar lebensbedrohlich sein kann, verlassen sich viele Rettungsleitstellen und Krankenhäuser mittlerweile auf Software und vernetzte Systeme.

Ein solches System heißt IVENA, die Abkürzung steht für „Interdisziplinärer Versorgungsnachweis“. Die Krankenhäuser tragen in das Onlinesystem ihre Ressourcen ein – also zum Beispiel Kapazitäten in der Notaufnahme, Ärzte nach Fachbereichen und Diagnosegeräte. Die Mitarbeiter im Rettungsdienst, die den Patienten vor Ort untersucht haben und einen Platz im Krankenhaus brauchen, geben der Rettungsleitstelle per Funk oder Handy einen sechsstelligen Code, den PZC-Code, durch. Die ersten drei Ziffern kodieren das Leiden des Patienten, die folgenden beiden Ziffern das Alter, die

letzte Ziffer die Dringlichkeit. IVENA zeigt dann für den Einzugsbereich freie Krankenhäuser mit der für den Patienten passenden Ausstattung an. Der Disponent in der Leitstelle wählt eine Klinik aus, meldet den Patienten dort an und gibt den Namen des Krankenhauses an den Rettungsdienst durch. In der Datenbank von IVENA wird vermerkt, dass der Patient auf dem Weg ist und eine Ressource für die nächste Zeit blockieren wird.

Auch im Krankenhaus läuft IVENA, nicht nur auf PC-Arbeitsplätzen, oft auch als großer Informationsbildschirm in der Notaufnahme. Das Personal sieht dort in einer Tabelle, welche Patienten gerade auf dem Weg sind, kann sich vorbereiten und dringliche Fälle priorisieren. Über verschiedene Schnittstellen kann IVENA zusätzliche Alarmer auslösen, zum Beispiel per Pager oder über die Telefonanlage des Krankenhauses.

Die ursprüngliche Idee zu IVENA stammt aus Hessen. Zusammen mit dem Frankfurter Gesundheitsamt entwickelt die Firma mainis IT-Service GmbH die Software seit 2009. Vertrieben wird sie mittlerweile in ganz Deutschland. Teilweise bestellen und betreiben einzelne Kommunen eine IVENA-Instanz, in vielen Bundesländern (etwa in Niedersachsen, Berlin, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Hessen) laufen Plattformen flächendeckend oder fast flächendeckend.

Das Programm läuft im Browser, und jeder Kunde, also eine Kommune oder ein ganzes Bundesland, muss seine Server-Instanz selbst betreiben – meist in Rechenzentren der öffentlichen Hand. IVENA generiert aus den gemeldeten Kapazitäten und den Fällen eine tabellarische Übersicht nach Krankenhäusern und zeigt nach einem Ampelsystem an, wie ausgelastet die Einrichtungen pro Zeitabschnitt sind. Diese Übersicht kann man in vielen IVENA-Instanzen als Bürger ohne Zugangsdaten einsehen. In Niedersachsen etwa unter ivena-niedersachsen.de, in Hessen unter ivena-hessen.de. In München haben die Betreiber diesen öffentlichen Zugang 2018 sperren lassen, nachdem Datenjournalisten des Bayerischen Rundfunks anhand der frei verfügbaren Daten unbequeme Details zur Versorgungslage und zur Überlastung des Krankenhauspersonals recherchiert hatten (siehe ct.de/y7xw).

Generalschlüssel ohne Schutz

Auf IVENA aufmerksam wurden wir durch den Hinweis eines Lesers. Er hatte die

Software in einer TV-Reportage des Norddeutschen Rundfunks über den Rettungsdienst gesehen (Video siehe [ct.de/y7xw](https://www.ct.de/y7xw)). Im Browserfenster eines Leitstellencomputers aus Hannover, das im Film zu sehen war, fiel ihm ein verdächtiges Detail auf: An die Adresse ivena-niedersachsen.de war eine kryptische Zeichenkette angehängt, offensichtlich eine sogenannte Session-ID. Das erinnerte den Hinweisgeber an die Anfänge der Webentwicklung: Bis etwa Anfang der 2000er war es üblich, auf Websites, die mit einer Authentifizierung versehen sind, nach erfolgreicher Anmeldung eine solche Zeichenkette an die Adresse anzuhängen. Darüber konnte der Server die Sitzung des Nutzers wiedererkennen. Von diesem Konzept haben sich Webentwickler aber lange verabschiedet. Das Problem: Eine solche URL, also inklusive des Schlüssels für eine aktive Sitzung, landet zum Beispiel im Verlauf des Browsers oder Nutzer verschicken die URL versehentlich an andere. Wer den Link bekommt, ist automatisch angemeldet. Stattdessen speichert man die Session-ID heutzutage in Cookies.

Wer ein solch antiquiertes Sicherheitskonzept verwende, so der Gedanke des Hinweisgebers, könnte noch weitere Sicherheitsprobleme aus längst vergangenen Tagen mitschleppen. Also schaute er sich die Anwendung aus Niedersachsen, die er im Film gesehen hatte, genauer an. Außerdem sah er sich auf der Homepage des Herstellers um. In einem leicht aufspürbaren Pfad wurde er fündig: Der Betreiber hatte versäumt, auf dem Apache-Webserver das sogenannte Directory Listing abzustellen. Auch das ist ein typisches Relikt aus vergangenen Zeiten. Navigierte man auf den Pfad eines Ordners, zeigte der Server eine Übersichtsseite über dessen Inhalte. Per Links konnte man darin bequem navigieren. Auf diese Weise fand unser Leser eine INI-Datei, die außer einigen Einstellungen auch einen Benutzernamen und ein Kennwort enthielt; laut Kommentaren war der Zugang für eine Entwicklungsinstanz von IVENA gedacht. Kurzerhand probierte er die Daten auf der niedersächsischen Plattform aus – und war angemeldet. Mit dieser Erkenntnis wandte er sich besorgt an unsere Redaktion.

Der gefundene Account durfte so ziemlich alles auf der Plattform – er war Administrator mit vollen Rechten zur Benutzer- und Krankenhausverwaltung. Er durfte also nicht nur Patienten anmelden, wie es ein Mitarbeiter der Rettungsleitstelle darf, son-

dern auch ganze Krankenhäuser abmelden, anlegen und Kennwörter anderer Nutzer ändern. Der Schaden, den ein übelgesinnter Finder der Zugangsdaten hätte anrichten können, wäre gewaltig. Plötzlich wären viele Rettungsleitstellen in Niedersachsen von einem wichtigen Werkzeug abgeschnitten gewesen, die Bildschirme in unzähligen Notaufnahmen hätten nur noch Fehler oder manipulierte Daten angezeigt. Ein solcher Ausfall oder eine Sabotage hätten schlimmstenfalls Menschenleben gefährden können. Wie uns die Entwickler später bestätigten, hatte der gefundene Account auch in allen anderen IVENA-Instanzen in Deutschland volle Zugriffsrechte.

Personenbezogene Daten wie Alter, Diagnose und Geschlecht, die sich in den Datensätzen fanden, konnten keinem konkreten Patienten zugeordnet werden – Namen, Adresse oder Geburtsdaten werden in IVENA nämlich nicht erfasst. Einsehbar waren dagegen die Kontaktdaten aller Benutzer, also dienstliche Kontaktdaten von Ärzten, Mitarbeitern der Leitstellen und den Notaufnahmen. Diese Daten findet man aber überwiegend auch auf den Homepages der Krankenhäuser.

Flächendeckendes Problem

Diese Erkenntnisse waren mehr als besorgniserregend. Gespräche mit Personal aus einer Notaufnahme bestätigten unsere Einschätzung, dass ein Ausfall oder Manipulationen im Krankenhausalltag verheerend sein könnten. Großen Schaden, so das Ergebnis unseres Gesprächs, hätte der Admin-Account auch mit dem

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
Core/	2020-04-08 14:24	-	
IVENA/	2020-04-08 14:24	-	
cache/	2020-04-15 16:20	-	
config/	2020-04-08 14:24	-	
layout/	2020-04-15 16:20	-	
libs/	2020-04-08 14:24	-	
map.php	2020-04-09 11:43	7.1K	
map_v1.0.0.js	2020-04-09 08:29	2.5K	

Apache/2.4.25 (Debian) Server at www.ivena.de Port 443

Einer der folgenschweren Fehler: Der Webserver der Entwickler lieferte eine Übersichtsseite für Ordner aus. So konnte man die Datei mit dem Kennwort leicht finden.

Modul „MANV“ anrichten können. Damit kann man einen „Massenanfall an Verletzten“ in einer Region anmelden – wie etwa bei einem Zugunglück oder Flugzeugabsturz.

Mit diesen Informationen kontaktierten wir sofort die Entwicklerfirma mainis IT und wiesen darauf hin, dass auch alle Nutzerkennwörter potenziell geändert werden müssten. Schließlich hatte der betroffene Account das Recht, diese zurückzusetzen oder Rechte zu bearbeiten.

Technische Fehler

Das Unternehmen reagierte zügig. Am späten Abend, etwa fünf Stunden nach unserem Hinweis, bekamen wir die Information, dass das Kennwort geändert und der Fehler in Apache beseitigt sei.

IVENA stellt die Auslastung der Krankenhäuser unter anderem in Tabellen mit Ampelfarben dar. Die Zuweisung von Patienten auf Krankenhäuser soll damit effizienter werden.

In einem längeren Gespräch mit mainis IT gab ein Mitarbeiter am nächsten Tag die Fehler unumwunden zu und sprach gleich in mehreren Punkten von völligem menschlichen Versagen. Falsch sei es gewesen, einen Super-Admin-Account anzulegen, in allen Instanzen dasselbe Kennwort zu verwenden, dieses noch im Klartext irgendwo zu hinterlegen und den Apache-Server dann noch so falsch zu konfigurieren. Das Kennwort gelangte im April 2020 auf den Webserver, nachdem das Unternehmen – nach eigenen Angaben mit letzter Kraft – ein Modul für die Covid-19-Bettenauslastung fertiggestellt und auf Wunsch der niedersächsischen Landesregierung noch eine öffentliche Auslastungskarte implementiert hatte. Die Konfigurationsdatei mit dem Kennwort gehörte zu ebendieser Kartenschnittstelle.

Dieser Zeitdruck und die besonderen Umstände sollen, so der Verantwortliche, das Versagen keinesfalls entschuldigen und höchstens etwas erklären. Die zahlreichen individuellen Fehler, etwa ein Kennwort für alle Instanzen und das Directory Listing, seien unter keinen Umständen zu entschuldigen. So viel Offenheit und Ehrlichkeit nach Hinweisen auf Sicherheitslücken ist nicht alltäglich.

Auch die weiteren Maßnahmen waren vorbildlich: Mainis IT veröffentlichte eine ausführliche Stellungnahme auf der Homepage ivena.de und per Rundschreiben an alle Nutzer-Accounts mit dem Hinweis auf einen möglichen Vorfall nach Artikel 33 der DSGVO. Demnach wurde am 16. Oktober auch der hessische Landesdatenschutzbeauftragte informiert. Uns gegenüber berichtete man außerdem, eine ausführliche Analyse aller Logfiles in allen Instanzen durchgeführt zu haben.

Jeder Schreibvorgang wurde protokolliert, sodass sich alle Aktionen des Admin-Accounts seit April zurückverfolgen ließen. Der Account habe nirgendwo Schaden angerichtet und keine Kennwörter anderer Nutzer geändert. Überdacht werde auch die Anmeldung – alle Benutzer-Accounts, die andere Benutzer verwalten können, sollen in Zukunft verpflichtend mit einem zweiten Faktor (TOTP oder FIDO2) gesichert werden. Arbeiten daran hätten bereits begonnen.

Organisatorisches Versagen

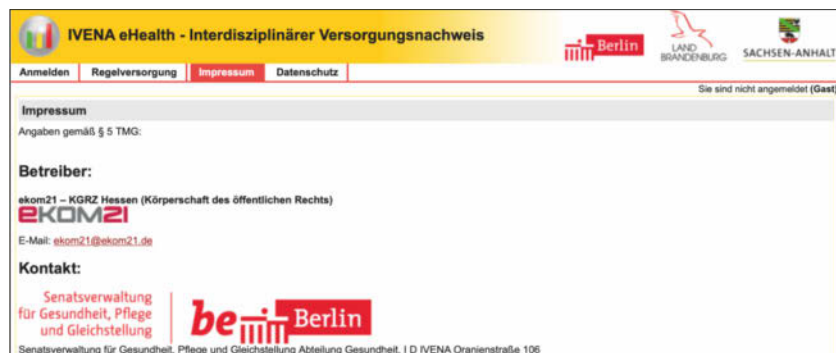
Die akute Gefahr war damit gebannt und wir sahen uns das IT-Projekt aus organisatorischer und rechtlicher Sicht an. Dabei fanden wir allerlei Merkwürdiges.

Die Instanz ivena-berlin.de zum Beispiel wird von ekom21 betrieben, einer öffentlich-rechtlichen Körperschaft aus Hessen. Diese Plattform nutzen, darauf deuten zumindest die Logos im Kopfbereich der Seite hin, neben Berlin auch Sachsen-Anhalt und Brandenburg mit. Das Impressum stammt aus einem Online-Impressum-Generator, die Seite mit der Datenschutzerklärung war bis Redaktionsschluss einfach leer. Als Betreiber wird im Impressum ekom21 genannt – die uns auf Anfrage aber schriftlich mitteilten, inhaltlich nicht verantwortlich zu sein und nur das Hosting zu übernehmen. Wer dann verantwortlich ist? „Nach unserem Kenntnisstand wurde die Anwendung in Berlin zentral über die Senatsverwaltung eingeführt“, so ekom21. Auch die Berliner Charité als angeschlossenes Krankenhaus ist sich keiner Verantwortung bewusst. Auf Anfrage heißt es: „Es handelt sich bei IVENA um ein Projekt der Senatsverwaltung für Gesundheit, Pflege und Gleich-

stellung, weshalb wir Sie bitten möchte, sich bezüglich Ihrer Fragen dorthin zu wenden.“ Hier hat sich ganz offenkundig niemand mit den organisatorischen Fragen des Projekts beschäftigt und vorab sicher keine Rechtsabteilung konsultiert.

Wie uns mainis IT beschrieb, ging die Initiative in einigen Bundesländern oft von einzelnen Krankenhäusern aus, die im Einzugsbereich einer Rettungsleitstelle eine gemeinsame Plattform betreiben wollten und IVENA oft auch bezahlen. In Niedersachsen hat zum Beispiel das Gesundheitsministerium die Plattform als Pilotprojekt für einzelne Kreise aufgesetzt, wie aus einem Bericht auf dessen Homepage hervorgeht; an diese Instanz haben sich dann immer mehr Krankenhäuser angehängt. Die Digitalisierung verlief hier also, untypisch für staatliche Projekte, von unten nach oben und ohne Vergabe-, Prüf- und Genehmigungsverfahren recht hemdsärmelig. Das Klinikum Region Hannover schrieb uns auf unsere Fragen nach der Zuständigkeit: „Das KRH hat mit hannIT einen Auftragsdatenverarbeitungsvertrag geschlossen, in dem die Verantwortlichkeit für die Datenübertragung und -verarbeitung im Rahmen von IVENA beim KRH verbleibt.“ Einen solchen Vertrag sollte jeder mit seinem Host abschließen. Die Frage der Zuständigkeit beantwortet das aber nicht. Die hannIT findet sich im Impressum als Betreiber und in der Datenschutzerklärung als Verantwortlicher, bezeichnet sich auf unsere Anfrage aber lediglich als Host. Als Verantwortliche sieht man „die in Niedersachsen an das IVENA-System angeschlossenen Krankenhäuser und Leitstellen“.

Kern des organisatorischen Problems ist eine komplizierte Drei- oder Vierecksbeziehung zwischen Krankenhäusern, Kommunen mit den Rettungsleitstellen, Rechenzentrum und teilweise dem Bundesland. Irgendwo in diesem Konstrukt fehlt es an klaren Verantwortlichkeiten, die für ein solches Projekt nötig gewesen wären. Auch Sicherheits-Audits oder Maßnahmen wie eine Zweifaktor-Anmeldung wurde von den Kunden nicht systematisch eingefordert. Anders als das technische Problem eines veröffentlichten Kennworts, das vom Entwickler zügig behoben wurde, dürfte das Entknoten dieses rechtlichen Konstruktes die Betreiber und Beteiligten in Krankenhäusern und Landkreisen deutlich länger beschäftigen. (jam@ct.de)



Wer hier zuständig ist, ließ sich nicht ergründen. Die Plattform nutzen Berlin, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Betreiber ist laut Impressum das Rechenzentrum ekom21 – die sich selbst auf Anfrage aber nur als Host bezeichnen.

Stellungnahme und Dokumente:
ct.de/y7xw

DAS GLAUBT UNS
KEINER. AUSSER
UNSERE KUNDEN.
DIE NR.1 BEI
DIGITALEN RISIKEN.



DIE BUSINESS-
VERSICHERUNG
VON HISCOX.

Versicherung neu gedacht. Seit 1901.

Mehr erfahren: hiscox.de/business



HISCOX
WISSEN VERSICHERT.

Wiederholt Platz 1 als Anbieter von Cyber-Versicherungen in den unabhängigen Studien AssCompact TRENDS unter unabhängigen Vermittlern in Deutschland.
Hiscox ist Pionier in der Absicherung digitaler Risiken als erster Anbieter von Cyber-Versicherungen in Deutschland seit 2011.

Der optimale PC 2021

Kaufberatung für aktuelle Prozessoren, SSDs, Arbeitsspeicher & Co.



Kaufberatung für PC-Hardware	Seite 20
Bauvorschlag Allrounder mit Ryzen 5 3600	Seite 26
Grafikkarten-Kaufberatung	Seite 30
Zwei Bauvorschläge für günstige Gaming-PCs	Seite 34

In den vergangenen Monaten erschienen eine Menge attraktiver Hardware-Neuheiten. Anhand unserer Tipps finden Sie die passenden aktuellen Bauteile für Ihren Selbstbau-PC.

Von Christian Hirsch

Wenn die Tage kürzer werden, bleibt wieder mehr Zeit zum Basteln. Wer einen Desktop-PC selbst zusammenstellen und bauen möchte, muss sich jedoch zunächst durch das riesige Angebot an Hardware-Komponenten kämpfen. Wir geben im folgenden Ratgeber Tipps für die Auswahl der wichtigsten Bauteile wie Prozessor, Mainboard, SSD und Arbeitsspeicher. Auf den folgenden Seiten finden Sie zudem aktuelle Bauvorschläge und Verweise auf weiterhin zeitgemäße aus vergangenen Ausgaben. Die Kaufberatung auf Seite 30 erklärt, welche Grafikkarte für Ihre Zwecke am besten passt. Selbstverständlich gelten die Empfehlungen und Tipps auch beim Kauf eines Komplettsystems oder für das Aufrüsten eines vorhandenen Desktop-PCs.

Vor der Auswahl der Hardware sollten Sie sich genau überlegen, welche Aufgaben der Rechner erfüllen soll. Eine untermotorisierte Maschine, die später für viel Geld aufgerüstet werden muss, lässt sich dadurch ebenso vermeiden wie ein überdimensionierter Bolide, bei dem die teuer bezahlte Hardware ungenutzt vor sich hin altert und die Stromrechnung nach oben treibt.

Einen Komplettrechner zu kaufen und diesen gleich umzubauen, ist meist keine gute Idee. Denn Sie vereinen damit die Nachteile beider Konzepte: Zum einen verlieren Sie die vom Hersteller gegebene Garantie auf ein funktionierendes Gesamtsystem inklusive Betriebssystem und Treibern. Obendrein müssen Sie mit Einschränkungen leben, weil beispielsweise das Mainboard nur mit zwei DIMM-Slots ausgestattet ist oder das Netzteil nicht genügend Anschlüsse für leistungsstarke Grafikkarten mitbringt.

Mehr Kerne, mehr Leistung

Die wichtigsten Merkmale bei der Konfiguration sind der Prozessor sowie die zugehörige Plattform. Außer der maximal möglichen Rechenleistung bestimmen sie auch die Art und Zahl der Schnittstellen

für USB, SATA und PCI Express. Bei aktuellen Desktop-PCs hat man grundsätzlich die Wahl zwischen der AM4-Plattform für AMDs Ryzen-Prozessoren und der LGA1200-Plattform für Intels Core-i-CPUs. Zusätzlich haben beide Hersteller mit dem Ryzen Threadripper (TRX40) beziehungsweise dem Core X (LGA2066) noch aufwendigere High-End-Serien im Programm, die eng mit Workstation-Prozessoren verwandt sind.

Selbst ohne Berücksichtigung der Workstations-CPUs gibt es eine enorme Leistungs- und Preisspanne: Sie reicht vom sparsamen Dual-Core Celeron G5900 für 35 Euro bis zum 16-Kerner Ryzen 9 5950X, der 800 Euro kostet. Doch welcher Prozessor passt am besten? Das hängt zunächst einmal von den Anwendungen ab, die auf dem Rechner laufen sollen. Für reine Office- und Webaufgaben oder das Abspielen von Videos reicht immer noch ein günstiger Dual-Core-Prozessor aus. Hier nehmen sich der Celeron G5900 oder der Athlon 3000G nicht viel. Beide enthalten zudem eine Grafikeinheit. Damit sparen Sie das Geld und den Strom für eine Grafikkarte. Als positiven Nebeneffekt ermöglicht das extrem kompakte Systeme wie unseren letztjährigen Bauvorschlag für einen 7-Watt-Mini [1].

Für Allround- und Gaming-PCs sollte es im Jahr 2020 mindestens ein Quad-

Core mit Simultaneous Multithreading (SMT, bei Intel Hyper-Threading/HT) oder besser gleich ein Sechskerner sein. Diese CPUs für 80 bis 200 Euro bieten einen guten Kompromiss aus Kosten und Performance. Interessant sind dabei für günstige Gamer der kürzlich vorgestellte Core i3-10100F mit vier Kernen für rund 80 Euro und das AMD-Pendant Ryzen 3 3100 für 95 Euro. Eine halbe Klasse höher spielen der Ryzen 5 3600 für 170 Euro und der 145 Euro teure Core i5-10400F mit jeweils sechs Kernen. Allen gemein ist jedoch die fehlende integrierte GPU. Die gibt es bei Intel beim 15 Euro teureren Core i5-10400 ohne „F“.

Bei AMD ist die Sache momentan etwas vertrackt, da ein Generationswechsel stattfindet. Von den Ryzen 5000 mit den neuen, vor allem im Singlethreading schnelleren Zen-3-Rechenkernen gibt es erst die teuren High-End-Varianten oberhalb von 300 Euro zu kaufen (siehe S. 90). Zudem hat AMD die mit den Ryzen 3000 eng verwandten Kombiprozessoren der Serie Ryzen 4000G noch immer nicht für den Einzelhandel freigegeben, obwohl sie für viele Nutzer interessant sind, die nicht spielen wollen und deshalb eigentlich keine Grafikkarte benötigen. Stattdessen beliefert der Chiphersteller damit momentan ausschließlich PC-Hersteller und es ist auch ungewiss, ob sich das in absehbarer Zeit ändert. Zwar tauchen die CPUs wie zum Beispiel der Ryzen 5 Pro 4650G und der Ryzen 7 4750G hin und wieder bei Online-Händlern auf, dann aber nur als sogenannte Tray-Varianten ohne Garantie und Kühler, dafür mit einem satten Aufpreis.

Wer fürs Rendering oder das Kompilieren großer Softwareprojekte noch mehr Leistung wünscht, für den bietet Intel auf der LGA1200-Plattform Zehnkerner wie den Core i9-10850K oder den Core i9-10900K an. AMD hat aber auch in diesem

High-End-Prozessoren wie der AMD Ryzen Threadripper (rechts) mit vier Speicherkanälen und vielen Kernen benötigen mehr Platz als die Mainstream-CPUs Intel Core i und AMD Ryzen.





Allround-PC mit Ryzen 5 3600

Schon in der Basisausstattung mit dem Sechskerner macht der Ryzen-Allround-er Plus bei den allermeisten Anwendungen eine gute Figur. Er lässt sich problemlos zur luxuriösen High-End-Maschine mit der brandneuen 16-Kern-CPU Ryzen 9 5950X, einer PCIe-4.0-SSD und einer High-End-Grafikkarte aufbrezeln.

- ↑ leise, sehr gut erweiterbar
- ↑ NVMe-SSD
- ↓ 32 Watt im Leerlauf



Budget-Gamer im Doppelpack

Wer flüssig in Full-HD spielen will, ohne ein Vermögen auszugeben, liegt mit den beiden Budget-Gamern ab circa 570 Euro richtig. In diesem Jahr können Sie zwischen zwei Varianten mit AMD- oder Intel-Prozessor wählen.

- ↑ leise und sparsam
- ↑ gutes Preis-/Leistungsverhältnis
- ↓ kein USB 10 GBit/s



Heimserver

Unser Bauvorschlag für einen leisen, sparsamen Server aus c't 18/2020 [3] lässt sich mit bis zu 108 TByte Festplattenplatz bestücken. Obendrein bietet er einige Profi-Features wie ECC-RAM und Fernwartung.

- ↑ viel Speicherplatz möglich
- ↑ Fernwartung
- ↓ Ethernet nur mit 1 GBit/s

Segment die Nase vorn, denn auf AM4-Mainboards laufen CPUs mit bis zu 16 Kernen wie der Ryzen 9 5950X. Die genannten CPUs kostet 450 bis 800 Euro. Für Gamer bieten sie aber in der Regel keine Vorteile, weil bisherige 3D-Spiele nur eine begrenzte Zahl an Kernen und

Threads ausschöpfen. Die Preisdifferenz zu einem Sechs- oder Achtkerner ist in diesem Fall besser in eine stärkere Grafikkarte investiert.

Für noch mehr Rechenleistung gibt es die Ryzen-Threadripper-Prozessoren, die mit bis zu 64 Kernen sowie 4- und 8-Kanal-

Speicher-Interface antreten, aber hauptsächlich für professionelle Nutzer interessant sind. Zudem passen sie nicht auf AM4-Mainboards, sondern auf die teuren und energiehungrigen TRX40- und WRX80-Hauptplatinen. Intels teure Core-X- und Xeon-W-Prozessoren für die

Aktuelle Prozessoren für Desktop-PCs und Workstations

Prozessor	Fassung	Kerne	Takt / Turbo	Cinebench R20 1T	Cinebench R20 MT	Cinebench-Punkte pro Euro	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last [W]	Preis
				besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	
AMD Ryzen Threadripper 3990X	sTRX4	64+SMT	2,9 / 4,3 GHz	497	25321	6,8	73/402	3700 €
AMD Ryzen Threadripper 3970X	sTRX4	32+SMT	3,7 / 4,5 GHz	522	17207	9,3	69/403	1850 €
Intel Xeon W-3275	LGA3647	28+HT	2,5 / 4,4 GHz	463	9925	2,1	47/273	4700 €
AMD Ryzen 9 3950X	AM4	16+SMT	3,5 / 4,7 GHz	532	9138	13,1	36/185	700 €
Intel Core i9-10980XE	LGA2066	18+HT	3,0 / 4,6 GHz	493	8113	8,1	56/238	1000 €
AMD Ryzen 9 3900X	AM4	12+SMT	3,8 / 4,6 GHz	531	7179	17,1	36/202	420 €
Intel Core i10-10900K	LGA1200	10+HT	3,7 / 5,3 GHz	533	6410	11,2	45/327	570 €
AMD Ryzen 7 3700X	AM4	8+SMT	3,6 / 4,4 GHz	512	4837	16,7	33/125	290 €
AMD Ryzen 7 Pro 4750G	AM4	8+SMT	3,6 / 4,4 GHz	507	4832	15,6	20/114	310 €
AMD Ryzen 5 3600	AM4	6+SMT	3,6 / 4,2 GHz	490	3738	19,7	34/126	190 €
Intel Core i5-10600K	LGA1200	6+HT	4,1 / 4,8 GHz	504	3620	14,5	44/191	250 €
Intel Core i5-10400	LGA1200	4+HT	2,9 / 4,3 GHz	445	3128	19	18/93	165 €
Intel Core i3-10100	LGA1200	4+HT	3,6 / 4,3 GHz	442	2152	19,6	18/74	110 €
AMD Ryzen 5 4650G	AM4	6+SMT	3,7 / 4,2 GHz	491	3697	16,4	19/115	225 €
AMD Ryzen 3 3300X	AM4	4+SMT	3,8 / 4,3 GHz	506	2568	19	29/114	135 €
AMD Ryzen 3 3100	AM4	4+SMT	3,6 / 3,9 GHz	451	2346	24,7	28/102	95 €
Intel Pentium G6400	LGA1200	2+HT	4 GHz	374	974	17,7	18/46	55 €
AMD Athlon 3000G	AM4	2+SMT	3,5 GHz	348	876	15,9	24/55	55 €
Intel Celeron G5905	LGA1200	2	3,5 GHz	324	634	15,9	19/40	40 €



7-Watt-Mini fürs Büro

Wer einen extrem sparsamen Office-PC für unter 250 Euro wünscht, kann den 7-Watt-PC aus dem vergangenen Jahr nachbauen [1]. Weil der dort empfohlene Prozessor Athlon 200GE kaum noch erhältlich ist, sollte man diesen durch den Nachfolger Athlon 3000G ersetzen.

- 👉 sehr günstig und sparsam
- 👉 flüsterleise auch unter Last
- 👎 nur ausreichende Performance



Mini-PC Intel NUC

Noch kompakter als der 7-Watt-Mini sind die PC-Barebones der Serie Intel NUC. Aktuell sind die Modelle mit der zehnten Core-i-Generation wie beispielsweise der NUC10i7FNH, den wir in [2] getestet haben, oder dessen preiswertere Core-i5-Variante.

- 👉 extrem kompakt und sehr sparsam
- 👉 Hexa-Core-CPU
- 👎 kaum erweiterbar

Ein Vorteil der Core-i-Chips und der zugehörigen Mainboards ist die immer noch deutlich geringere Leerlaufleistungsaufnahme als bei Ryzen-Systemen. Spar-same LGA1200-Mainboards kommen mit Onboard-Grafik auf unter 15 Watt, während AM4-Mainboards mit Ryzen-Kombiprozessoren wegen ihres Chipsatzes mindestens 20 Watt benötigen. Weil die meisten Ryzen-CPU's keine integrierte GPU haben, klettert die Leistungsaufnahme bei ruhendem Desktop wegen der notwendigen Grafikkarte auf 25 bis 35 Watt.

Bei der Auswahl des Mainboards sollte man achtgeben, sich nicht zu stark auf bestimmte Funktionen oder Anschlüsse festzulegen. Damit grenzt man das Angebot ein und es bleiben oft nur teure Spezialmodelle übrig, die mehr Kompromisse erfordern und fehleranfälliger sind. Funktionen wie Bluetooth und WLAN lassen sich leicht intern per PCIe-Erweiterungskarte oder extern per USB-Stick nachrüsten. Preiswerte SATA-Controller-Karten dienen zum Anschluss weiterer Laufwerke.

Schneller Speicher

Wie viel Arbeitsspeicher Sie für Ihren neuen Rechner benötigen, können Sie leicht selbst herausfinden. Zum einen geben die Hersteller von Programmen und 3D-Spielen jeweils die dafür notwendigen Systemanforderungen an. Zudem können Sie bei Ihrem bisherigen Rechner mit dem Task-Manager von Windows oder vergleichbaren Tools bei Linux-Distributionen die momentane Speicherauslastung auslesen und den Bedarf abschätzen. Weil Arbeitsspeicher weiterhin günstig ist, empfehlen wir für Office-Rechner 8 GByte, für Allround-PCs 16 GByte und bei speicherhungrigen Anwendungen wie dem

Fassungen LGA2066 und LGA3647 lohnen sich nur für wenige Spezialanwendungen, die zum Beispiel bestimmte KI-Funktionen oder AVX-512 verwenden.

Unabhängig von der von Ihnen bevorzugten Plattform raten wir davon ab, vorerst eine günstige CPU zu kaufen mit dem Ziel, sie in ein paar Jahren durch eine schnellere zu ersetzen. Bei Intel wechselt etwa alle zwei bis drei Jahre die CPU-Fassung. Die älteren Core-i-Prozessoren verschwinden anschließend relativ schnell aus dem Einzelhandel und fallen vorher auch nicht wesentlich im Preis. AMD verwendet die AM4-Fassung für die Ryzen-Prozessoren zwar bereits seit Anfang 2017, doch die erste Generation der Serie-300-Mainboards unterstützt schon nicht mehr die Ryzen-5000-CPU. Zudem ist am Horizont bereits das Ende der AM4-Plattform sichtbar, die wohl maximal noch zwei Jahre aktuell ist bis zum Wechsel auf DDR5-RAM. Deshalb sollten Sie besser gleich eine CPU kaufen, die für die übliche Nutzungsdauer von fünf bis sechs Jahren genug Reserven bietet.

Stabiler Unterbau

Die Wahl des Prozessors entscheidet indirekt auch über andere wichtige Funktionen. Dazu zählen Geschwindigkeit und Anzahl der PCI-Express-Lanes sowie der USB- und SATA-Ports. AMD hat hier einen

Vorsprung vor Intel. So ist auf Mainboards mit B550- oder X570-Chipsatz PCI Express 4.0 aktiv und die Ryzen-Prozessoren stellen genug PCIe-Lanes bereit, um eine NVMe-SSD mit vier Leitungen direkt an die CPU anzubinden. Hauptunterschied zwischen den Chipsätzen ist, dass beim X570 auch die PCIe-Ports des Chipsatzes im PCI-4.0-Modus arbeiten und er mehr USB-3.2- und SATA-6G-Ports bereitstellt, aber wegen der höheren Leistungsaufnahme ein zusätzlicher Lüfter auf dem Board notwendig ist. Für die meisten Anwender reicht ein Mainboard mit B550-Chipsatz aus. Die günstigsten Modelle kosten weniger als 70 Euro und sind somit kaum teurer als solche mit dem Billig-Chipsatz A520.

Die LGA1200-Mainboards für Core i-10000 verwenden Intel-Chipsätze der 400er-Serie. Die Unterschiede zwischen den Billig-Varianten H410 und B460 sind recht gering. USB mit 10 GBit/s gibt es dagegen erst bei den teureren Chipsätzen H470 und Z490. Bei letztgenanntem erlaubt Intel außerdem das Overclocking der K-Prozessoren. Bei den Fähigkeiten hinkt die aktuelle Core-i-Plattform dem Ryzen hinterher: Weil die CPUs nur 16 PCIe-Lanes bieten, hängen M.2-SSDs typischerweise am Chipsatz und teilen sich mit allen anderen Schnittstellen die schmale DMI-Anbindung zum Prozessor.

Projektseite mit Leserforum

Auf der Projektseite zu unseren Bauvorschlägen finden Sie die Listen mit den Komponenten in elektronischer Form. Zudem haben wir dort die nötigen Einstellungen für das BIOS-Setup hinterlegt, damit Sie unsere Bauvorschläge 1:1 nachbauen können. Im Diskussionsforum können Sie uns Fragen stellen und sich mit anderen Schraubern austauschen. Projektseite und Forum: ct.de/ya91



Klassische SATA-SSDs im 2,5-Zoll-Format werden peu à peu durch die schnelleren M.2-SSDs mit PCI-Express-Interface ersetzt. Bei letzteren gibt es bereits Modelle mit PCIe 4.0 (rechts), was die Transferrgeschwindigkeit verdoppelt.

Betrieb virtueller Maschinen besser 32 GByte.

Derzeit ist auf allen Plattformen DDR4-RAM aktuell. Die meisten Ryzen-Prozessoren können laut Spezifikation DDR4-3200 ansprechen. Inzwischen hat sich die Auswahl an JEDEC-konformen Modulen mit 1,2 Volt Spannung erheblich verbessert. Übertaktermodule mit XMP benötigen hingegen oft 1,35 Volt, die nicht jedes Board bereitstellt. Zudem drehen viele Mainboards beim Aktivieren des XMP-Profiles auch an anderen Stellgrößen des Prozessors herum, die mit dem Arbeitsspeicher nichts zu tun haben, zum Beispiel I/O-Spannungen oder Turbo-modi. Dadurch kann sich die Leistungsaufnahme erhöhen.

Bei Vollbestückung mit Dual-Rank-Modulen, meist mit 16 und 32 GByte Kapazität, ist die Belastung für den Speicher-Controller so hoch, dass mit DDR4-3200 nicht immer ein stabiler Betrieb möglich ist. AMD garantiert bei Ryzen-3000- und -5000-Prozessoren im Maximalausbau nur noch DDR4-2666. Abhängig von der Qualität des Mainboards lau-

fen aber auch höhere Geschwindigkeiten zuverlässig.

Die schnelleren Intel-Prozessoren ab Core i7 aufwärts können mit DDR4-2933 umgehen. Module dieser Geschwindigkeitsklasse gibt es jedoch nur vergleichsweise wenige. Stattdessen können Sie bedenkenlos zu DDR4-3200-RAM greifen, das Board stellt dann typischerweise das korrekte, niedrigere Tempo ein. Core-i5-CPU's und darunter arbeiten mit DDR4-2666-Tempo.

Bei der Auswahl der Speichermodule sollten Sie unbedingt darauf achten, dass diese unbuffered (UDIMM) sind. Registered DIMM (RDIMM) mit zusätzlichen Pufferchips laufen nur in Server-Plattformen. Wer den dort üblichen Speicherschutz auch im Desktop-PC nutzen will, muss zu den teureren ECC-UDIMMs greifen – sofern es die Plattform auch beherrscht. Bei Intel ist die Sache eindeutig: Mit den Consumer-Chipsätzen und Core-i-Prozessoren geht es nicht. Stattdessen ist ein Workstation-Mainboard mit einem Chipsatz der C-Serie notwendig sowie ein Prozessor vom Typ Celeron G, Pentium Gold oder Xeon.

Die meisten Ryzen-Prozessoren können ECC-RAM nutzen, allerdings hat AMD die AM4-Plattform dafür nicht offiziell freigegeben, weshalb es vom einzelnen Mainboard abhängt. Zudem haben uns Leser berichtet, dass bei manchen Boards nach einem BIOS-Update der Speicherschutz nicht mehr aktiv war. Wer auf Nummer sicher gehen will, muss deshalb zur teureren TRX40-Plattform für Ryzen Threadripper greifen.

Große Datensilos

Betriebssystem, Anwendungen und Ihre Daten benötigen im neuen PC ein passendes Zuhause. Fürs System und Programme

empfiehlt sich eine schnelle SSD, wobei man hier von den weiterhin leicht sinkenden Preisen profitiert. Auf's Gigabyte gerechnet liegt der Sweetspot inzwischen bei Kapazitäten von 1 und 2 TByte. Modelle mit weniger Platz lohnen sich nur noch für günstige Office-Rechner, denn aktuelle 3D-Spiele wie Call of Duty: Warzone oder der Microsoft Flight Simulator 2020 belegen jeweils über 100 GByte.

Zur Wahl stehen zweieinhalb verschiedene Formate: SSDs in der klassischen 2,5-Zoll-Bauform mit SATA-Schnittstelle sowie M.2-Steckkärtchen. Letztere gibt es sowohl mit SATA- als auch mit deutlich schnellerem PCI-Express-Interface. Während SATA 6G auf rund 550 MByte/s beschränkt ist, erlauben vier PCIe-3.0-Lanes bis zu 3,5 GByte/s. Seit etwa einem Jahr sind zudem SSDs mit der nächsten Evolutionsstufe PCI Express 4.0 erhältlich, die über 7 GByte/s liefern können. Die Preise von SATA- und PCIe-SSDs haben sich inzwischen fast angeglichen, lediglich bei sehr schnellen Modellen muss man mit den doppelten Kosten rechnen. Der Wermutstropfen: Die höhere Geschwindigkeit von PCIe-4.0-SSDs im Vergleich zu PCIe-3.0-SSDs spürt man nur in wenigen Anwendungen.

Bei der Auswahl einer M.2-SSD sollten Sie unbedingt vorher prüfen, für welchen Typ die M.2-Slots auf dem Mainboard geeignet sind. Manche können ausschließlich mit SATA-SSDs oder einzig mit PCI Express umgehen. Zudem teilen sich manche Mainboards Zuleitungen mit den SATA-Ports, sodass nur zwei der vier PCIe-Lanes aktiv sind, wenn Sie mehrere SATA-Laufwerke anschließen.

Eine zusätzliche Festplatte lohnt sich nur dann, wenn Sie riesige Datenmengen günstig vorhalten wollen. Bei mehreren Rechnern im Haushalt lohnt ein zentraler

Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 10: Benchmarks und Messwerte

	Cinebench R20 Single/Multithread	Sysmark 25	3DMark Firestrike	Assassin's Creed Hoch, UHD / WHQD / FHD [fps]	Metro Exodus, Hoch, UHD / WHQD / FHD [fps]	Geräuschentwicklung Leerlauf / Volllast [Sone]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
Ryzen-Allrounder mit Ryzen Plus							
Basiskonfiguration	489/3747	1324	4212	-/-/24	-/-/14	0,1/1,1	32/199
mit Radeon RX 5500 XT	489/3747	1324	12629	-/53/71	-/37/49	<0,1/1,2	34/295
mit GeForce RTX 2070 Super	489/3747	1324	22000	52/78/94	45/74/96	0,3/1,3	38/372
mit Ryzen 9 5950X und GeForce RTX 2070 Super	627/10775	1702	25462	52/80/97	45/74/98	0,3/1,2	40/460
Budget-Gamer							
mit Core i3-10100	448/2167	1199	11993	-/51/62	-/37/48	<0,1/0,3	23/262
mit Ryzen 3 3100	451/2351	1045	12067	-/53/65	-/37/48	<0,1/0,7	35/258
FHD: 1920 × 1080, WQHD: 2560 × 1440, UHD: 3840 × 2160 – keine Messung							

Speicher wie ein Fertig-NAS oder Heimserver zum Selberbauen, wie wir ihn in [3] vorgestellt haben. Egal ob Festplatte oder SSD, denken Sie in jedem Fall an ein Backup: Eine externe USB-Festplatte, auf der Sie regelmäßig Ihre Daten sichern, ist immer preiswerter, als bei einem Ausfall einen professionellen Datenretter zu beauftragen.

Wer ab und zu noch optische Medien wie CDs und DVDs oder SD-Karten nutzt, sollte zu externen USB-Laufwerken und -Kartenlesern greifen. Diese lassen sich bei Bedarf schnell anschließen und zum Beispiel an einem Notebook zweitverwenden. Den meisten modernen PC-Gehäusen fehlen inzwischen die für optische Laufwerke notwendigen, von außen zugänglichen 5,25-Zoll-Schächte. Stattdessen wird dieser Platz für eine bessere Belüftung des PCs genutzt.

Kleinkraftwerke

Alle Komponenten benötigen Energie, die ihnen das PC-Netzteil liefert. Gebräuchlich ist das ATX-Format, das nicht nur die Abmessungen, sondern auch die verwendeten Stecker festlegt. Beim Kauf sollten Sie darauf achten, dass es inklusive etwas Spielraum passend zur erwartenden Leistungsaufnahme des Rechners dimensioniert ist. Unnötig leistungsstarke Kraftwerke kosten viel Geld und sind bei Teillast weniger sparsam. Für Systeme mit Onboard-Grafik reichen Netzteile mit 300 bis 400 Watt locker. Für anspruchsvolle Gaming-Systeme sind Netzteile mit mindestens 500 Watt Pflicht, vor allem wenn außer der Grafikkarte noch ein energiehungriger Prozessor wie der Core i9-10900K oder ein Ryzen Threadripper eingebaut ist, der über 250 Watt schluckt.

Das 80Plus-Logo gibt Auskunft über die Netzzeileffizienz. 80Plus Bronze hat sich inzwischen quasi als Mindeststandard durchgesetzt, viele bessere Modelle mit 80Plus Gold kosten aber nur einen geringen Aufpreis. Die Anschaffung teurer Platinum- und Titanium-Netzteile lohnt hingegen nicht, denn es handelt sich dabei um sehr leistungsstarke Wandler. Sie schneiden im Niedriglastbereich aber nicht besser ab, weil dort der 80Plus-Standard gar keine Vorgaben macht.

Die Energie, die in einen PC hineingeht, muss auch wieder herauskommen: in Form von Wärme. Damit die Komponenten nicht überhitzen, empfiehlt sich ein Gehäuse mit möglichst großflächigen Öffnungen und mindestens einem, besser zwei großen Lüftern. Leider gibt es bisher

Genau so, nur anders

Per Telefon, E-Mail oder übers Forum erreichen uns immer wieder Anfragen mit der Bitte um Hilfe bei einem der Bauvorschläge. Mal ist die Leistungsaufnahme zu hoch, mal wird der Prozessor zu heiß oder das System zu laut. Auf die Frage „Haben Sie denn die Komponenten von der Teileliste genommen?“ kommt dann oft die Antwort: „Ja, ich habe das genau so nachgebaut, nur ein wenig anders!“

Die Sache ist die: Ein anderes Prozessormodell aus derselben Baureihe, aber mit höherer TDP-Klasse kann deutlich mehr Leistung aufnehmen. Dann wird der Chip wärmer und der CPU-Lüfter

dreht schneller und lauter. Eine andere Grafikkarte mit der gleichen GPU mag dieselbe Performance liefern, kann dabei aber lauter werden – oder auch leiser, weil der Hersteller einen völlig anderen Kühler draufpackt. Das gleich teure Mainboard eines anderen Herstellers hat vielleicht eine vergurkte Lüftersteuerung oder stellt die Power Limits der CPU falsch ein.

Selbstverständlich können Sie also unsere Bauvorschläge nach Ihrem Gusto anpassen. Die Messwerte und Einstellungen gelten allerdings nur für die von uns vorgestellten Kombinationen. (bkr@ct.de)

immer noch wenige Midi-Tower, die PWM-Lüfter mit vierpoligem Anschluss verwenden, wie sie auch auf CPU-Kühlern zum Einsatz kommen. Diese lassen sich besser regeln als Ventilatoren mit 3-Pin-Anschluss. Je nach Designwunsch können Sie aus einem riesigen Angebot auswählen. Sind die mitgelieferten Lüfter zu laut, gibt es für unter 10 Euro Austauschmodelle mit 12 oder 14 cm Kantenlänge.

Wenn Sie von unseren nachfolgenden Bauvorschlägen abweichen wollen und stattdessen andere Komponenten suchen, schauen Sie einfach in die c't-Ausgaben der vergangenen Monate. Dort finden Sie zahlreiche Tests zu Mainboards, SSDs,

Prozessoren, Netzteile und Gehäusen. Für welche Komponenten oder für welchen Bauvorschlag Sie sich auch entscheiden – wir wünschen viel Spaß beim Basteln!

(chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, 7-Watt-Spar-Mini, Sparsamer Einsteiger- und Office-PC für 250 Euro, c't 24/2019, S. 28
- [2] Benjamin Kraft, Zwerg mit Sixpack, Intels Mini-PC NUC10i7FNH mit Sechskern-Prozessor, c't 4/2020, S. 70
- [3] Carsten Spille, Speicher-Quader, Flexibler Heimserver mit ECC-RAM, c't 18/2020, S. 112

Projektseite mit BIOS-Einstellungen:
ct.de/ya91

PC-Bauvorschläge Basisvarianten: technische Daten und Tests

Typ	Ryzen-Allrounder Plus	Budget-Gamer AMD	Budget-Gamer Intel
Hardware-Ausstattung			
Abmessungen (B × H × T)	23,1 cm × 46,2 cm × 45,0 cm	21,0 cm × 46,0 cm × 40,5 cm	21,0 cm × 46,0 cm × 40,5 cm
Erweiterungs-Slots (frei)	3 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x2, 1 × PCIe 3.0 x1) (2), 1 × PCIe 3.0 x1 (1), 2 × M.2 22110/80/60/42 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x4) (1)	1 × PEG (PCIe 4.0 x16) (0), 2 × PCIe 3.0 x1 (2), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 3.0 x4) (0)	1 × PEG (PCIe 3.0 x16) (0), 2 × PCIe 3.0 x1 (1), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 3.0 x2) (0)
Einbauschächte (frei)	2 × 3,5" (2), 5 × 2,5" (5)	1 × 2,5/3,5" (1), 1 × 3,5" (1), 2 × 2,5" (2)	1 × 2,5/3,5" (1), 1 × 3,5" (1), 2 × 2,5" (2)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 3 × DisplayPort 1.4, 6 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch	1 × HDMI 2.0, 3 × DisplayPort 1.4, 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2, 3 × analog Audio	1 × HDMI 2.0, 3 × DisplayPort 1.4, 2 × USB-A (5 GBit/s), 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 2 × PS/2, 3 × analog Audio
Anschlüsse vorn	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio
Elektrische Leistungsaufnahme und Funktionstests			
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	1,5 W (0,2 W) / 1,8 W / 32 W	1,3 W (0,2 W) / 2,1 W / 35 W	0,9 W (0,3 W) / 1,2 W / 23 W
Vollast: CPU / CPU und Grafik	141 W / 199 W	106 W / 258 W	96 W / 262 W
Bootdauer bis Login	20 s	14 s	12 s
Preis ohne / mit Windows 10 Home	750 € / 850 €	595 € / 695 €	570 € / 670 €



Die moderne Hardware unseres Ryzen-Allrounders Plus bietet genug Reserven, um für die kommenden Jahre gerüstet zu sein. Mit leistungstärkerem Ryzen-5000-Prozessor, mehr Arbeitsspeicher und schneller Grafikkarte taugt er auch als Gaming- oder High-End-PC.

Von Christian Hirsch

Beim diesjährigen Bauvorschlag für einen Allround-PC wollen wir zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: Zum einen eignet er sich in der Basisvariante mit dem Sechskernprozessor Ryzen 5 3600, 16 GByte Arbeitsspeicher und einer NVMe-SSD als flotter Alltagsrechner, der außer mit Office- und Webanwendungen auch problemlos mit anspruchsvolleren Aufgaben wie Raw-Fotobearbeitung und Videoschnitt zurechtkommt.

Zum anderen ersetzt er den Luxus-PC aus dem Vorjahr, weil er sich problemlos mit AM4-CPU bis hin zum brandneuen 16-Kerner Ryzen 9 5950X, mit bis zu 128 GByte DDR4-RAM und mit einer High-End-Grafikkarte vom Typ GeForce RTX 2070 Super ausrüsten lässt. Darüber hinaus haben wir Empfehlungen für eine preiswertere Gaming-Grafikkarte sowie für Extras wie WLAN und eine noch schnellere PCI-Express-4.0-SSD parat.

Auf Hardware-Suche

Bei der Auswahl der PC-Komponenten für den Ryzen-Allrounder Plus war unser ursprünglicher Plan, nicht bei null zu beginnen, sondern möglichst viele bewährte Bauteile aus dem Vorjahr zu übernehmen. Im Laufe der Tests mussten wir aber mehr und mehr Komponenten ersetzen, weil sie nicht optimal zusammenspielten. Die Eingangsfrage „AMD oder Intel?“ ließ sich zum Glück leicht beantworten: Hier bieten die Ryzen-Prozessoren von AMD bei vergleichbarem Preis mehr Performance, haben unter Volllast eine klar definierte Leistungsaufnahme und bringen die modernere Plattform mit.

Wie im Vorjahr empfehlen wir als Basisprozessor den preiswerten Sechskerner Ryzen 5 3600, der dank Simultaneous Multithreading (SMT) eine hohe Rechenleistung bei Anwendungen bietet, die von

Alleskönner mit Luxus-Option

Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Ryzen-Prozessor und schneller SSD

vielen Threads profitieren. Dazu zählt beispielsweise der Benchmark des Rendering-Programms Cinema 4D, in dem die CPU über 3700 Punkte erreicht. Solch ein Wert war vor wenigen Jahren noch High-End-CPU's vorbehalten.

Zugleich arbeitet der Ryzen-Sechskerner dank 7-Nanometer-Fertigung effizient und kommt mit einer Thermal Design Power (TDP) von 65 Watt aus, wobei er diese laut Spezifikation bis auf 88 Watt überschreiten darf. Gern hätten wir auch für die Basisvariante schon einen der neuen Ryzen-5000-Prozessoren mit höherer Performance genommen, bislang gibt es von AMD aber lediglich die teuren Modelle ab 300 Euro aufwärts.

Unser Kauf Tipp: Nehmen Sie grundsätzlich die Boxed-Variante, denn nur dann gilt die Herstellergarantie. Den beim Ryzen 5 3600 mitgelieferten Kühler verwenden wir jedoch nicht, sondern packen stattdessen den Scythe Mugen 5 Rev.B mit 12-Zentimeter-Lüfter darauf. Er arbeitet leiser und bietet zudem genug Reserven für die leistungsstärkeren AMD-CPU's bis hin zum 16-Kerner mit 105 Watt TDP.

Als Mainboard haben wir eines mit dem im Sommer vorgestellten Chipsatz B550 ausgewählt. Er erlaubt nun auch auf preiswerteren Boards PCI Express 4.0, so dass man für sämtliche Funktionen der aktuellen Ryzen-Prozessoren nicht mehr auf teure und mit einem Chipsatzlüfter ausgestattete X570-Boards angewiesen ist.

Auf dem Gigabyte B550 Aorus Elite laufen alle Prozessoren der Serien Ryzen 3000, 4000G und nach einem BIOS-Update auf Version F10 oder höher auch die seit Anfang November erhältlichen Ryzen-5000-CPU's. Damit man die Firmware auch ohne ältere kompatible CPU aktualisieren kann, haben wir bei der Wahl des Boards darauf geachtet, dass es BIOS-Flashback unterstützt. Mit dieser Funktion lässt sich das BIOS im ausgeschalteten Zustand durch Druck auf den QFlash-Plus-Knopf auch ohne Prozessor von einem USB-Stick aktualisieren. Auf dem von uns gekauften Board befand sich noch das Ursprungs-BIOS F1 aus dem Mai 2020. Wir empfehlen bei Ryzen 5000 mindestens auf Version F11 zu aktualisieren. Nur damit erreichen die neuen CPU's laut AMD ihre optimale Performance.

Zur Ausstattung des Gigabyte B550 Aorus Elite gehören unter anderem zwei M.2-Slots; der obere hängt an der CPU und eignet sich damit auch für PCIe-4.0-SSDs. In der fest am Board angebrachten I/O-

Blende gibt es Monitorausgänge für DisplayPort 1.4 und HDMI 2.0. Nutzen lassen sich diese allerdings ausschließlich mit den Kombiprozessoren der Serie Ryzen 4000G. Die behält AMD allerdings immer noch großen PC-Herstellern vor, sodass unser Plan A für den Bauvorschlag nicht aufging, zugunsten einer niedrigen Leistungsaufnahme auf eine Grafikkarte zu verzichten und stattdessen den Sechskerner Ryzen 5 4600G beziehungsweise Ryzen 5 Pro 4650G einzubauen. Dennoch haben Sie diese Option, wenn sich die Liefersituation in den kommenden Wochen und Monaten ändern sollte.

Im Vergleich zum X570-Mainboard des Luxus-PC's aus dem Vorjahr kostet das Gigabyte B550 Aorus Elite rund 60 Euro weniger, ist aber unter anderem mit einem Netzwerkchip Realtek RTL8125B ausgerüstet, der Daten zu einer passenden Gegenstelle mit 2,5 GBit/s statt 1 GBit/s übertragen kann. Leider funktioniert dieser selbst in aktuellen Linux-Distributionen wie Ubuntu 20.10 mit Kernel 5.8 nicht, weil der passende Treiber erst im Linux-Kernel 5.9 enthalten ist. Zudem trägt das Gigabyte-Board den hochwertigen Audiochip ALC1200 mit 110 Dezibel Signal-Rauschverhältnis und ist bei ruhendem Desktop 10 Watt sparsamer als das letztjährige X570-Mainboard.

Viel Luft nach oben

Die Grafikkarte mit AMD Radeon RX550 kann zwei digitale 4K-Displays ansteuern, ist sparsam und bietet mehr Videofunktionen als die letztjährige GeForce GT 1030. Sie unterstützt im Unterschied zur etwas günstigeren GeForce-Karte zusätzlich die Wiedergabe von Netflix-Inhalten mit 4K-Auflösung und kann aktuelle Videoformate wie H.264 und H.265 in Hardware de- sowie enkodieren. Ein Wermutstropfen

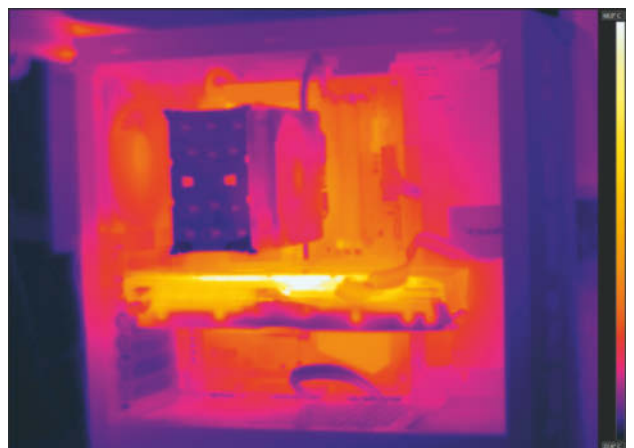
ist allerdings die aktive Kühlung, während die GT 1030 ohne Lüfter auskam. Für Gamer halten wir im nachfolgenden Artikel zudem zwei leistungsstärkere Karten parat, die fürs Full-HD- beziehungsweise 4K-Gaming taugen.

In der Standardvariante tritt der Ryzen-Allrounder Plus mit 16 GByte Arbeitsspeicher an. Sie können statt der beiden 8-GByte-Module mit DDR4-3200-Tempo aber auch größere mit jeweils 16 GByte Kapazität einbauen. Wer noch mehr Speicher benötigt, kann den Rechner mit bis zu vier 32-GByte-UDIMMs bestücken, sofern im persönlichen Budget die dafür notwendigen 400 Euro vorhanden sind. Bei der Bestückung mit vier Modulen erlaubt AMD jedoch nur noch ein Speichertempo von DDR4-2933 (Single-Rank-Module) beziehungsweise DDR4-2666 (Dual-Rank-DIMMs). ECC-RAM unterstützt das Board ebenfalls, allerdings ist die AM4-Plattform offiziell nicht dafür freigegeben.

Als SSD kommt wie im Vorjahr die M.2-SSD Kingston A2000 für rund 100 Euro zum Einsatz, die rund 2 GByte/s schafft und 1 TByte Daten aufnimmt. Im Preis ist zudem ein Key für die OEM-Version der Backup-Software Acronis True Image enthalten. Wer eine schnellere SSD bevorzugt, kann die Samsung SSD 980 Pro mit PCIe-4.0-Interface einbauen. Allerdings spürt man in der Praxis keinen Unterschied.

Die früher verwendeten Gehäuse haben wir durch das be quiet Pure Base 500 ersetzt. Es bietet mehrere Vorteile: So lässt sich das Dach wahlweise mit geschlossenem Deckel oder einem Staubfilter bestücken, die beide magnetisch halten. Wir empfehlen für bessere Kühlung die offene Variante mit Staubfilter. Zudem sind im Pure Base 500 zwei große 14-Zentimeter-Lüfter untergebracht, von denen einer

Auch unter Volllast mit der High-End-Grafikkarte heizt sich das Innere des Ryzen-Allrounders Plus nicht über 40 °C auf.





Beim Gehäusedach haben Sie die Wahl zwischen einer offenen und einer geschlossenen Variante.

die warme Abluft hinten aus dem Gehäuse transportiert. Das 500-Watt-Netzteil von Seasonic bietet genug Leistung für die Option mit High-End-CPU und -Grafikkarte, arbeitet bei Teillast dennoch sehr effizient.

Bastelanleitung

Damit es beim Zusammenbau des Ryzen-Allrounders Plus keine bösen Überraschungen gibt, sollten Sie beim Bestellen der Komponenten auf die exakten Produktbezeichnungen achten, wie sie in der Tabelle auf dieser Seite oder in der Teileliste für den Heise Preisvergleich auf der Projektseite (siehe ct.de/yqtc) angegeben sind.

Für den Zusammenbau sollten Sie sich zwei bis vier Stunden Zeit nehmen. Als Werkzeug benötigen Sie einen kleinen und einen langen großen Kreuzschlitzschraubendreher, wobei letzterer beim CPU-Kühler mitgeliefert wird. Wärmeleitpaste liegt ihm ebenfalls bei. Bei Unklarheiten helfen die zur Hardware mitgelie-

ferten Anleitungen oder unser Leserforum auf der Projektseite weiter.

Im ersten Schritt bestücken Sie das AM4-Mainboard außerhalb des Gehäuses mit Prozessor, RAM, SSD und CPU-Kühler. Achten Sie dabei darauf, keinen der empfindlichen Pins des Ryzen-Prozessors zu verbiegen. Sie erkennen die korrekte Ausrichtung an einem kleinen goldenen Dreieck, das mit der ebenfalls markierten Ecke der CPU-Fassung auf dem Mainboard übereinstimmen muss.

Um den Mugen-5-Kühler auf dem Board anzubringen, müssen Sie die beiden schwarzen Plastikhalterungen für Kühler mit Klammerhalterung vom Gigabyte-Board abschrauben. Die Konterplatte auf der Rückseite wird hingegen weiterverwendet. Nach dem Festschrauben des Prozessor-Kühlers bringen Sie den Ventilator an und stecken das zugehörige Kabel auf den CPU_FAN-Pfostenstecker. Bestücken Sie anschließend die Speicherslots DDR4_A2 und DDR4_B2 und schrauben Sie die SSD im Slot M2A_CPU fest – Vorsicht mit dem winzigen Schraubchen. Den SSD-Kühler benötigen Sie für die Kingston-SSD nicht.

Vor dem Einbau des Mainboards versetzen Sie den vorderen Gehäuselüfter um zehn Zentimeter nach oben. Dann wandert das Netzteil ins PC-Gehäuse, und zwar so, dass der Lüfter in Richtung Gehäuseboden zeigt, wo der Staubfilter angebracht ist. Anschließend müssen Sie vorübergehend den hinteren Gehäuseventilator ausbauen, damit das Mainboard leichter hineinpasst. Verlegen Sie die An-

schlusskabel für Strom (auch ATX12V!), Frontanschlüsse und Lüfter auf der Rückseite des Board-Trägers. Dann rangieren Sie das Board zunächst grob in Position, schrauben es aber noch nicht fest, sondern nutzen den Spielraum, um die Stecker anzuschließen. Der hintere Gehäuselüfter kommt an den SYS_FAN1- und der vordere Ventilator an den SYS_FAN3-Anschluss des Mainboards. Nur so passt die Zuordnung der Lüfterkurven und der Ryzen-Allrounder Plus bleibt bei ruhendem Windows-Desktop flüsterleise (0,1 Sone).

Anschließend schrauben Sie das Board fest und bauen den hinteren Gehäuselüfter wieder ein. Wenn Sie die Radeon RX 5500 XT oder die GeForce GTX 2070 Super verwenden, dann vergessen Sie nicht, sie mit einem beziehungsweise zwei PEG-Stromstecker(n) vom Netzteil zu verbinden.

Einrichtungstipps

Beim ersten Start rufen Sie mit „Entf“ das BIOS-Setup auf. Bei einer Ryzen-5000-CPU müssen Sie vorher per BIOS-Flashback die aktuelle Firmware aufspielen. Stellen Sie erst die von uns empfohlenen BIOS-Vorgaben von der Projektseite ein (siehe ct.de/yqtc) und installieren Sie dann erst das Betriebssystem. Passende Windows-Treiber finden Sie ebenfalls über unserer Projektseite.

Ein großer Knackpunkt beim aktuellen Ubuntu 20.04 LTS und 20.10 ist die fehlende Unterstützung für den Realtek-Netzwerkchip mit 2,5 GBit/s. Deshalb muss man den notwendigen Kernel 5.9 von Hand installieren. Als Alternative können Sie eine billige PCIe-x1-Karte mit 1-Gbit/s-Ethernet einbauen oder einen USB-LAN-Adapter wie den Anker USB 3.0 to RJ45 Gigabit Ethernet Adapter für 17 Euro nehmen.

Wenn Sie kein Ethernet-Kabel durch Ihr Haus oder Ihre Wohnung verlegen wollen, hängen Sie den Bauvorschlag per WLAN ans heimische Netz. Wir empfehlen eine PCIe-Steckkarte wie die Gigabyte GC-WBAX200, auf der der moderne Wi-Fi-6-Chip AX200 von Intel sitzt. Im Test übertrug der Adapter auf 20 Meter Entfernung im 5-GHz-Band sehr gute 277 MBit/s. Wer sich noch nicht sicher ist, welche der drei Grafikkarten-Optionen die passende ist, findet auf den nachfolgenden Seiten eine Kaufberatung. Wir wünschen viel Spaß beim Bauen. (chh@ct.de)

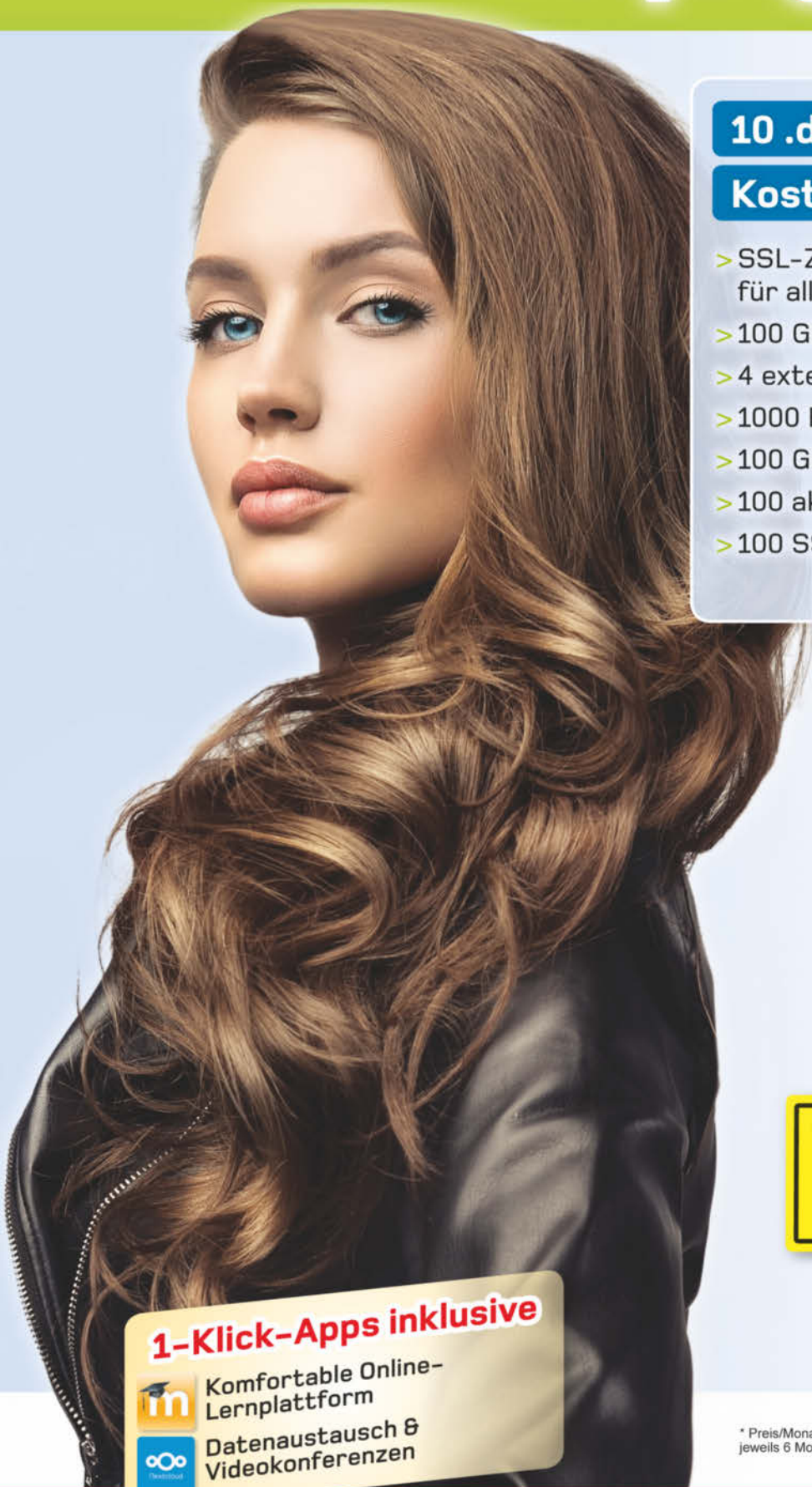
Projektseite mit BIOS-Einstellungen:
ct.de/yqtc

Teile Ryzen-Allrounder Plus

Komponenten	Produkt	Preis
Prozessor	Ryzen 5 3600, boxed	185 €
CPU-Kühler	Scythe Mugen 5 [Rev. B] (SCMG-5100)	45 €
Mainboard	Gigabyte B550 Aorus Elite	135 €
Speicher	2 × Crucial DIMM 8GB, DDR4-3200 (CT8G4DFS832A)	2 × 33 €
SSD	Kingston A2000 1 TByte (SA2000M8/1000G)	103 €
Grafikkarte	Sapphire Pulse Radeon RX 550 4G G5 (11268-01-20G)	82 €
Gehäuse	Be quiet Pure Base 500 (BG034)	61 €
Netzteil	Seasonic Core GM 500W (SSR-500LM/CORE-GM-500)	71 €
	Summe (+Versandkostenpauschale)	748 € (+20 €)
Alternativen		
Prozessor	Ryzen 9 5950X, boxed	800 €
Speicher	2 × Kingston ValueRAM DIMM 16GB, DDR4-3200 (KVR32N22D8/16)	2 × 60 €
Grafikkarte	Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT 8G (11295-01-20G)	205 €
Grafikkarte	Zotac Gaming GeForce RTX 2070 SUPER AMP Extreme (ZT-T20710B-10P)	500 €
SSD	Samsung SSD 980 Pro 1 TByte (MZ-V8P1T0BW)	205 €
Extras		
WLAN / BT	Gigabyte GC-WBAX200	35 €
Kartenleser	Sandisk Extreme Pro Single-Slot-Cardreader (SDDR-399-G46)	22 €
DVD-Brenner	Hitachi-LG Data Storage GP57EB40	25 €



Ein starkes Angebot: Homepage XXL



10 .de-Domains inklusive

Kostenlose SSL-Zertifikate

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB Webspace
- > 4 externe Domains
- > 1000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken

2,29
€/Monat*

Dauerpreis!

! Verlängert bis 30.11.2020!

Noch bis zum 30. November
werden Bestellungen angenommen.

1-Klick-Apps inklusive



Komfortable Online-
Lernplattform



Datenaustausch &
Videokonferenzen

* Preis/Monat inkl. 16% 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/xxl**



Bei aktuellen Spielen sind die integrierten Grafikeinheiten moderner Prozessoren schnell überfordert – wenn sie überhaupt eine solche haben. Wir helfen, die passende Grafikkarte für den Desktop-, Video- und Gaming-Einsatz zu finden.

Von Carsten Spille

Erst mit einer Grafikkarte kommt Freude am PC auf. Bei vielen Notebooks und PCs mit Intel-Prozessor und eingebauter GPU gilt das freilich nur, wenn es um aufwendige 3D-Spiele geht. Bei den meisten PCs mit AMD-CPU muss man aber eine separate Karte einstecken. Denn so schnell die Ryzen-Rechner auch sind, den allermeisten AM4-Prozessoren fehlt eine integrierte Grafikeinheit. Auch bei unserem Bauvorschlag muss man sich daher Gedanken machen, wie viel Grafik es sein soll. Geht es bloß um die grafische Oberfläche des Betriebssystems, will man moderne Video-Codescs dank dedizierter Hardware-Decoder effizient und ruckelfrei angezeigt bekommen, soll es zwischendurch auch mal ein (einfaches) 3D-Spiel sein oder ist der PC die Basis einer gut geölten Gaming-Maschine?

Abhängig von der Antwort auf diese Frage ist man mit weniger als 50 Euro oder aber im Extremfall mit einem vierstelligen Betrag dabei. Unseren Allrounder-Bauvorschlag auf Basis des Sechskerners Ryzen 5 3600 (siehe S. 26) haben wir daher mit einer günstigen Radeon RX 550 für rund 80 Euro bestückt. Sie entlastet den Prozessor mit ihren modernen Video-De- und Encodern etwa beim Netflix-Schauen und beschickt auch 4K-Displays mit ergonomischen 60 Hertz. Genügsamen Nutzern reicht sie dank ihres 4 GByte großen Grafikspeichers auch für ein Spielchen zwischendurch. Der Flug Simulator 2020 läuft jedoch in 1080p auch mit niedrigen Details nur noch mit knapp 20 fps.

Echte Spielernaturen wollen in aufwendigeren Titeln und Full-HD-Auflösung von 1920 × 1080 Pixeln gern noch 60 Bilder pro Sekunde erreichen – und möglichst wenig Details abschalten. Dafür empfehlen wir eine Radeon RX 5500 XT mit 8 GByte Grafikspeicher, damit hier in absehbarer Zukunft kein

Trumpf-Karte

So finden Sie die richtige Grafikkarte für Office- und Spiele-Rechner

Flaschenhals entsteht. Damit läuft etwa der Shooter Metro Exodus in Full HD und Detailstufe „Normal“ mit knapp 70 fps – ein deutlicher Sprung von den 21 fps der RX 550. Im Action-Adventure Assassin's Creed Odyssey sind es mit hohen Details ebenfalls rund 70 fps, in WQHD (2560 × 1440) noch über 50 fps. Beim FS2020 sind in Full-HD-Auflösung mit hohen Details noch über 30 fps drin und selbst in WQHD bleiben noch knapp 25 Bilder pro Sekunde übrig.

Wer in die Vollen gehen will, greift aktuell noch zur rund 490 Euro teuren GeForce RTX 2070 Super. Mit ihr laufen die meisten Spiele inklusive des FS2020 auch in WQHD-Auflösung mit maximalen Details noch flüssig und selbst Ultra HD (3840 × 2160) ist oft noch möglich. In Assassin's Creed Odyssey und Metro Exodus stehen dann noch spielbare 40 fps im Benchmark-Log. Raytracing wird über Hardware-Einheiten beschleunigt, kostet aber einiges an Leistung. Kommt der Bildverbesserer zum Einsatz, sollten Sie auf längere Sicht eher mit flüssigem Gameplay in Full-HD-Auflösung kalkulieren.

Parallel zum Erscheinen dieses Heftes sollen auch die GeForce RTX 3070 und AMDs Radeon RX 6000 auf den Markt kommen. Laut Vorabberichten könnten

sich hier sogar die besseren Alternativen auftun, sofern die Preise die Marke von 500 Euro nicht deutlich übersteigen – und die gewünschte Karte auch lieferbar ist. In ausgewählten Spielen erreicht etwa die RTX 3070 das Leistungsniveau der GeForce RTX 2080 Ti, die aktuell über 1000 Euro kostet.

GeForce, Radeon oder Intel?

Noch dieses Jahr will Intel die ersten dedizierten Grafikkarten auf Basis der Xe-Architektur verkaufen, erste Muster sollen bereits bei OEM-Herstellern im Testbetrieb laufen. Die ersten Modelle, DG1 genannt, sollen allerdings nicht für Hardcore-Gamer gedacht sein, sondern mit fortschrittlicher Video- und Display-Technikpunkten. Hardware-Decoder entlasten Prozessoren etwa auch beim neuen AV1-Codec. Doch erst die nächste Ausbaustufe Xe HPG soll dann im kommenden Jahr auch viel 3D-Performance liefern und zugleich Raytracing-Unterstützung integrieren.

Bei leistungsfähigen Karten für Spieler führt kein Weg an AMD oder Nvidia vorbei. Nvidias GeForce-Familie besteht aktuell aus Restbeständen der RTX-2000-Reihe, den kaum lieferbaren RTX 3000 und der günstige(re)n GTX-1600-Serie.

Bei AMD Radeon ist aktuell die RX 5000 verbreitet und die RX 6000 im Anflug, günstigen Einstieg versprechen die Abverkäufe der RX-500-Reihe.

Einsteigergrafikkarten mit sehr geringer 3D-Leistung gibt es ab rund 70 Euro. Diese sind etwa dann interessant, wenn die alte Grafikkarte das neue 4K-Display nicht mit ergonomischen 60 Hertz ansteuern kann. Für circa 140 Euro gibt es Gaming-Karten der vorigen Generation, die noch genug Leistung für die meisten Titel in Full-HD-Auflösung haben. Aktuelle Technik in Form der RX 5500 oder der GTX 1660 (Super) kostet dann bereits knapp 200 Euro, sofern man mindestens 6 GByte Grafikspeicher einplant, um ein gewisses Polster für die kommenden Jahre zu haben.

Fühlbar mehr Reserven kosten schon deutlich mehr. Wer etwa die WQHD-Auflösung mit 2560 × 1440 Pixeln für 27-Zöller und Bildraten durchweg oberhalb von 60 fps anvisiert, muss über 300 Euro investieren. Kann man in aktuellen Blockbuster-Titeln wie dem Action-Adventure Control auf einige Details verzichten, so genügt auch die RX 5600 XT für rund 250 Euro.

Wer in Ultra HD, mit aktivierten Raytracing-Effekten oder mit besonders hohen



Primär verlangt der Flight Simulator 2020 nach einem starken Prozessor. Erst in höheren Detailstufen und Auflösungen ab 2560 × 1440 (WQHD) steigt auch die Grafikklast durch die hübschen Flugzeug- und Wolkenmodelle deutlich.



Das Action-Adventure Control fordert in höheren Detailstufen die Grafikkarte enorm. Optional lassen sich hübsche, aber leistungsfressende Raytracing-Effekte zuschalten, für die die Grafikkarte allerdings DirectX Raytracing (DXR) unterstützen muss.

Bildraten spielen will, muss mindestens 400 Euro für eine Grafikkarte vom Typ RTX 2070 Super oder RTX 3070 einplanen. Die Kombination aller drei Anforderungen überfordert in einigen Titeln selbst aktuelle High-End-Karten – hier helfen aktuell nur Techniken wie Nvidias KI-basiertes DLSS auf den RTX-Karten. Deep Learning Super Sampling (DLSS) senkt die Render-Auflösung und spart so Rechenleistung; zugleich versucht ein neuronales Netzwerk, welches auf den ansonsten unterbeschäftigten Tensor-Cores des Grafikchips läuft, die verloren gegangenen Details zu rekonstruieren.

Integrierte Grafik

Die meisten Rechner nutzen im Prozessor integrierte Schaltkreise zur Grafikdarstellung, daher auch der Name „Integrated Graphics Processor“ (IGP). Er macht bei den meisten Intel-Prozessoren für die Fassungen LGA1151v2 und LGA1200 sowie AMDs G-Modellen wie Ryzen 5 Pro 4650G, Ryzen 5 3400G oder Athlon 3000G eine teure Grafikkarte überflüssig, wenn man auf opulente Spiele in hoher Auflösung verzichten kann. Die 3D-Leistung der IGPs hingegen ist überschaubar. Ältere Spiele mit niedrigen Auflösungen und Detailstufen sind die Domäne der integrierten Grafik, sodass ein Spielchen zwischendurch absolut möglich ist. Die

neuesten Blockbuster in voller Pracht muss man sich allerdings abschminken.

Aktuelle IGPs steuern bis zu drei 4K-Displays mit ergonomischen 60 Hertz an und sind flott genug, um im Büroalltag nicht negativ aufzufallen. Auch bei fast allen aktuellen Videocodern machen sie eine gute Figur und entlasten die CPU-Kerne von den meisten Aufgaben bei der Videowiedergabe, was auch zu einer niedrigeren Leistungsaufnahme beiträgt.

Für den Alltag sind die IGPs auch bei Bild- oder Videobearbeitung kräftig genug, nur wenige aufwendige Filter wie Verflüssigen oder effektgeladene Überblendungen im Videoschnitt werden von einer teuren GeForce oder Radeon merklich beschleunigt.

Alternativen

Wer mit unseren Empfehlungen aus dem Bauvorschlag nicht glücklich ist, kann auch zu anderen Grafikkarten greifen. Speziell zwischen Radeon RX 5500 und der GeForce RTX 2070 Super ist preislich noch eine Menge Luft. Soll es gar noch schneller werden, müssen Sie auch die Anschlüsse des Netzteils beachten. Das ausgewählte Seasonic Core GM 500 mit 500 Watt genügt für den Bauvorschlag, muss aber bei den dicksten Grafikkarten, die drei 8-Pin-Stecker zur Stromversorgung benötigen, passen.

In etwa gleich schnell wie die RX 5500 ist eine GeForce GTX 1660 Super, die aber nur 6 anstelle von 8 GByte Speicher hat. Das ist in dieser Leistungsklasse heute noch kein Problem, kann allerdings recht bald zu knapp werden, weil die neuen Spielkonsolen Playstation 5 und Xbox Series X vor der Tür stehen. Von Konsolen portierte Spiele setzen oft die dort vorhandene Speichermenge voraus. Selbst wenn man noch ein paar Gigabyte für Betriebssystem und Spieldaten abzieht, die bei den Konsolen vom selben Speicherpool bedient werden wie die Grafik, sind 6 oder gar 4 GByte Grafikspeicher auf mittlere Sicht recht wenig. Im Zweifelsfall kann man allerdings immer noch die Detailstufe reduzieren, da zwischen höchster und zweithöchster Stufe erfahrungsgemäß nur wenig optischer Verlust liegt.

Wer noch etwas mehr ausgeben kann, landet bereits bei der Frage nach Raytracing oder nicht. Für knapp 270 Euro wechseln die günstigsten GeForce-RTX-Karten den Besitzer. Sie konkurrieren direkt mit der Radeon RX 5600 XT, die im 3DMark etwas flotter ist, allerdings keine Raytracing-Hardware besitzt. Beim Speicher unterscheiden sich die beiden nicht und bringen beide 6 GByte mit. Oberhalb von 300 Euro liegt dann das 8-GByte-Land, in dem RX 5700 und RTX 2060 Super zu Hause sind. Während die RX 5700 nur

wenig Mehrleistung gegenüber der 5600 XT hat und man besser zur nur wenig teureren RX 5700 XT greift, ist der Sprung zwischen RTX 2060 und 2060 Super deutlich. Nicht nur spendiert Nvidia der aufgefrischten Grafikkarte 8 statt 6 GByte, es kommt sogar ein anderer, stärkerer Grafikchip zum Einsatz, sodass die Karte schon fast einer RTX 2070 gleicht.

Von RTX-2000-Grafikkarten, die deutlich teurer als 500 Euro sind, raten wir zurzeit ab. Sie werden gerade von ihren Nachfolgern in Form der RTX 3000 ersetzt, die zudem deutlich schneller sind.

Apropos abraten: Nicht jede Grafikkarte älteren Semesters ist ein Schnäppchen. Oft ziehen die Preise in Online-Shops nach Ablauf ihrer Blütezeit deutlich an – die niedrigen Werte in der Spalte „3DMark pro Euro“ in der Tabelle am Ende des Artikels entlarven solche Kandidaten.

Ausblick – RTX 3000 und RX 6000

Die nächste Kartengeneration scharrt mit den Hufen: Nvidia hat die GeForce RTX 3000 bereits seit September im Verkauf und auch AMD hat gerade drei Radeon RX

6000 angekündigt (siehe S. 53). RTX 3080 und 3090 sind allerdings kaum lieferbar – Nachfrage und Angebot passen trotz hoher Preise offenbar nicht zusammen. Die RX 6800 XT soll leistungsmäßig mit einer RTX 3080 mithalten können und bietet ebenfalls Hardware-unterstütztes Raytracing. Ob sie den Vorschusslorbeeren gerecht wird, müssen erste unabhängige Tests zeigen.

Wann RX 6000 und die etwas günstigere GeForce RTX 3070 gut und dauerhaft verfügbar sein werden, ließ sich zu Redaktionsschluss noch nicht ermitteln.

(csp@ct.de) 

3D-Performance ausgewählter Grafikkarten

Grafikkarte	Shader	Architektur	Speichermenge / -art / -anbindung	DirectX	4K HEVC / DP 1.4 / HDMI 2.0	3DMark (Time Spy / Fire Strike) [Punkte]	Leistungsaufnahme (Leerlauf / 3D) [W]	3DMark pro Euro	Preis ab ca. [Euro]
						besser ➡			
Spiele in Ultra HD (3840 × 2160)									
GeForce RTX 3080	8704	Ampere (GA102)	10 GByte / GDDR6X / 320 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓ ⁴	15197/29119	14 / 334	32	900
GeForce RTX 2080 Ti	4352	Turing (TU102)	11 GByte / GDDR6 / 352 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	13006/26269	13 / 250	23	1120
GeForce RTX 2080 Super	3072	Turing (TU104)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	11248/23365	— ²	36	650
GeForce RTX 2080	2944	Turing (TU104)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	10566/22939	12 / 235	35	660
GeForce GTX 1080 Ti ¹	3584	Pascal (GP102)	11 GByte / GDDR5X / 352 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	9504/22654	9 / 231	25	920
GeForce RTX 2070 Super	2560	Turing (TU104)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	10157/22599	15 / 224	50	450
Radeon RX 5700 XT	2560	RDNA (Navi 10)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	9184/22424	12 / 217	64	350
Spiele in WQHD (2560 × 1440) oder VR in Full HD (1920 × 1080)									
GeForce GTX 1080 ¹	2560	Pascal (GP104)	8 GByte / GDDR5X / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	8006/20679	10 / 179	36	580
GeForce RTX 2070	2304	Turing (TU104)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	8842/20423	11 / 185	49	420
Radeon RX 5700	2304	RDNA (Navi 10)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	7760/20212	11 / 186	58	350
GeForce RTX 2060 Super	2176	Turing (TU104)	8 GByte / GDDR6 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	8979/19963	12 / 207	55	360
Radeon RX Vega 64 ¹	4096	GCN 5 (Vega)	8 GByte / HBM2 / 2048 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	7328/19629	13 / 284	34	580
Radeon RX 5600 XT	2304	RDNA (Navi 10)	6 GByte / GDDR6 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	7387/18247	12 / 175	70	260
GeForce RTX 2060	1920	Turing (TU106)	6 GByte / GDDR6 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	7621/17987	10 / 160	67	270
GeForce GTX 1070 Ti ¹	2432	Pascal (GP104)	8 GByte / GDDR5 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	6962/17502	11 / 165	36	490
Radeon RX Vega 56 ¹	3584	GCN 5 (Vega)	8 GByte / HBM2 / 2048 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	6366/17026	12 / 213	40	430
GeForce GTX 1070 ¹	1920	Pascal (GP104)	8 GByte / GDDR5 / 256 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	6478/16913	11 / 180	37	460
GeForce GTX 1660 Ti	1536	Turing (TU116)	6 GByte / GDDR6 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	6624/14676	8 / 134	59	250
GeForce GTX 1660 Super	1408	Turing (TU116)	6 GByte / GDDR6 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	6337/14669	13 / 125	73	200
Radeon RX 580	2304	GCN 4 (Polaris 20)	8 GByte / GDDR5 / 256 Bit	12 (FL12_0)	✓ / ✓ / ✓	4749/12998	12 / 207	87	150
Radeon RX 390X ¹	2816	GCN 2 (Hawaii)	8 GByte / GDDR5 / 512 Bit	12 (FL12_0)	— / — / —	4552/12759	11 / 287	34	380
GeForce GTX 1660	1408	Turing (TU116)	6 GByte / GDDR5 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	5832/12525	10 / 128	70	180
Radeon RX 5500 XT 8 GB	1408	RDNA (Navi 14)	8 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	5096/12393	8 / 151	65	190
GeForce GTX 980 ¹	2048	Maxwell 2.0 (GM204)	4 GByte / GDDR5 / 256 Bit	12 (FL12_1)	— / — / ✓	4499/11983	11 / 173	31	390
GeForce GTX 1060 6GB ¹	1280	Pascal (GP106)	6 GByte / GDDR5 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	4610/11725	5 / 117	42	280
Radeon RX 570	2048	GCN 4 (Polaris)	4 GByte / GDDR5 / 256 Bit	12 (FL12_0)	✓ / ✓ / ✓	178/11643	12 / 150	78	150
GeForce GTX 1060 3GB ¹	1152	Pascal (GP106)	3 GByte / GDDR5 / 192 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	4376/11312	9 / 132	63	180
Spiele in Full HD (1920 × 1080)									
GeForce GTX 1650 Super	1280	Turing (TU116)	4 GByte / GDDR6 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	5026/11132	8 / 104	74	150
GeForce GTX 970 ¹	1664	Maxwell 2.0 (GM204)	4 GByte / GDDR5 / 256 Bit ³	12 (FL12_1)	— / — / ✓	- ² /9896	12 / 153	25	400
GeForce GTX 1650	896	Turing (TU117)	4 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	3895/8451	9 / 85	65	130
GeForce GTX 1050 Ti	768	Pascal (GP107)	4 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	2606/7184	4 / 51	60	120
GeForce GTX 960 ¹	1024	Maxwell 2.0 (GM206)	4 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / — / ✓	- ² /6752	10 / 115	42	160
GeForce GTX 1050	640	Pascal (GP107)	2 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	- ² /6429	4 / 60	58	110
Radeon RX 560D	896	GCN 4 (Polaris)	4 GByte / GDDR5 / 128 Bit	12 (FL12_0)	✓ / ✓ / ✓	- ² /5444	8 / 72	54	100
GeForce GT 1030 ⁵	384	Pascal	2 GByte / DDR4/GDDR5 / 64 Bit	12 (FL12_1)	✓ / ✓ / ✓	- ² /3355	3 / 29	52	65
gemessen unter Windows 10 (1903/2004) auf Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte RAM, VSync aus					✓ vorhanden	— nicht vorhanden			
¹ nur noch Restbestände zu unrealistisch hohen Preisen					² keine Messung	³ Speicher nicht gleichmäßig schnell angebunden	⁴ HDMI 2.1	⁵ in Spielen nicht viel schneller als int. Grafik	

gemessen unter Windows 10 (1903/2004) auf Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte RAM, VSync aus

✓ vorhanden

— nicht vorhanden

¹ nur noch Restbestände zu unrealistisch hohen Preisen

² keine Messung

³ Speicher nicht gleichmäßig schnell angebunden

⁴ HDMI 2.1

⁵ in Spielen nicht viel schneller als int. Grafik



Schön zocken für wenig Geld

Bauvorschlag für einen günstigen Spielerechner für Full HD

Auch mit knappem Budget kann man einen Rechner zusammenstellen, der Spiele in Full HD ruckelfrei darstellt. Dabei muss man weder am RAM noch an der SSD sparen – und flüsterleise bleibt das System obendrein. Preispunkt: ab 570 Euro.

Von Benjamin Kraft

Für PC-Käufer mit schmalen Geldbeutel ist dieses Jahr ein gutes. Nicht nur, dass die Speicherpreise stetig fallen. Es gibt endlich auch neue Prozessoren und Grafikkarten im Einsteigersegment, die das Spielen in Full HD (1920 × 1080) bei hoher Detailstufe ohne störende Ruckler ermöglichen.

Eine dieser Neuerscheinungen ist die Radeon RX 5500 XT aus AMDs erster Navi-Generation. Sie liefert in etwa die Performance einer RX 590, geht dabei aber deutlich effizienter ans Werk. Mit 8 GByte

hat sie mehr Speicherreserven als Nvidias gleich schnelle GeForce GTX 1660 mit 6 GByte. Auf in Hardware beschleunigte Raytracing-Effekte muss man in dieser Preisklasse allerdings verzichten. Wir entschieden uns für die rund 200 Euro teure Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT, die auch unter vollem 3D-Einsatz flüsterleise bleibt, sofern man die Karte im Quiet-Mode betreibt [1]. Dazu muss man nur den kleinen Schiebeschalter an der Kante in Richtung Anschlussleiste schieben.

Beim Prozessor taten wir uns zunächst deutlich schwerer. Dass es eine Quad-Core-CPU mit SMT (Simultaneous Multi-Threading, bei Intel Hyper-Threading genannt) sein musste, stand nach unserem Artikel zur Kernskalierung in 3D-Spielen fest [2]. Ob die aber von AMD oder von Intel stammen sollte, wurde heiß diskutiert, denn die Hersteller liefern äquivalente CPUs. AMD hat bei der Anwendungs-Performance die Nase vorn und kann als Unterbau den moderneren B550-Chipsatz mit Unterstützung für PCIe 4.0 in die Waagschale werfen. Außerdem unterstützt er auch kommende Zen-3-Prozessoren, die speziell in Spielen noch einmal einen Leistungsschub versprechen (siehe S. 90). Boards mit dem günstigeren, aber auf PCIe 3.0 beschränkten A520-Chipsatz waren zu dem Zeitpunkt, als wir die Systeme zusammenstellten, noch ebenso teuer wie die B550er, weshalb wir sie nicht berücksichtigten.

Intel kontert mit geringerer Leistungsaufnahme und einem insgesamt niedrigeren Preis: Unterm Strich ergibt sich je nach Tagespreisen ein Vorteil von 25 bis 30 Euro. Letzterer kommt unter anderem durch den Griff zum H410-Chipsatz zustande. Der ist zwar gegenüber den Geschwistern B460 und vor allem H470/Z490 abgespeckt, reicht aber für unsere Gamer-Zwecke völlig aus.

Nach langem Hin und Her entschieden wir uns – für beide. Ins AMD-System bauen wir den 95 Euro teuren Ryzen 3 3100 [3], eine im 7-Nanometer-Prozess gefertigte Zen-2-CPU. Sie läuft im Turbo mit bis zu 3,9 GHz und verfügt über stolze 16 MByte L3-Cache. Das Gigabyte-Mainboard B550M S2H ist mit 75 Euro ein recht günstiger Vertreter seiner Gattung, der nur wenige Kompromisse eingeht.

Das Herzstück des Intel-Systems ist der frisch vorgestellte Core i3-10100F ohne integrierte Grafikeinheit aus der Comet-Lake-Serie. Er fußt auf Intels inzwischen fünf Jahre alter Skylake-Archi-

tektur und wird noch im 14-Nanometer-Verfahren hergestellt. Seine Taktspanne reicht von 3,6 bis 4,3 GHz, und dass er sowohl Turbo als auch Hyper-Threading mitbringt, ist ein Novum für einen i3-Prozessor – erst das macht ihn konkurrenzfähig zum Ryzen 3. Zum Redaktionsschluss war er zum Knallerpreis von nur 85 Euro erhältlich. Ihm stellen wir das 60-Euro-Mainboard Gigabyte H410M S2H zur Seite, das in unserem Test der Billig-Boards einen guten Eindruck hinterließ [4].

Der günstige Sechskerner Ryzen 5 2600 kam für uns nicht infrage: Er erzielt weniger Rechenleistung pro Takt und wird offiziell nicht vom B550-Chipsatz unterstützt. Derzeit können B550-Boards wohl noch mit dieser CPU booten, doch steigt mit jedem BIOS-Update die Gefahr, dass AMD die Unterstützung aus dem AGESA-Code entfernt.

Flotte SSD, viel RAM

Den niedrigen Preis erzielt Gigabyte bei beiden Mainboards nur, indem die Firma bei einigen Features den Rotstift ansetzt. So haben die Boards den vergleichsweise einfachen Sound-Codec ALC887 von Realtek an Bord, der trotzdem 5.1-Surround-Ton ausgibt und in den Messungen bei der Wiedergabe eine sehr gute Figur machte. Nur dem Audioeingang mangelt es an Dynamik, was aber beim Voice-Chat im Spiel nicht ins Gewicht fällt.

Zudem haben die Boards nur zwei DIMM-Slots. Was letztes Jahr noch ein K.o.-Kriterium gewesen wäre, fällt diesmal dank gesunkener Speicherpreise nicht weiter ins Gewicht: Wir rüsten die Rechner einfach von vornherein mit 16 GByte RAM in Form zweier 8-GByte-Riegel aus, was uns dieses Jahr nur etwa 65 Euro kostet. Bei Intel greifen wir zu DDR4-2666, bei AMD nehmen wir DDR4-3200. Der Crucial-Speicher mag nicht der schnellste sein, aber er begnügt sich mit 1,2 Volt. Module anderer Hersteller verlassen sich hingegen gern auf XMP-Profilen, die nicht selten die Spannung des Speichers anheben. Mancher Mainboard-Hersteller aktiviert bei XMP heimlich noch die eine oder andere Overclocking-Funktion, was die Leistungsaufnahme in die Höhe treibt.

Auch dass die Mainboards kein USB-C mitbringen, lässt sich gut verschmerzen. Ärgerlicher ist, dass bei USB 3.0 Schluss ist – erst recht, weil nicht nur der Ryzen 3 3100, sondern auch AMDs B550-Chipsatz einen USB-3.2-Gen-2-Controller für Datentransfers mit 10 GBit/s enthält.



Unsere Budget-Bauvorschläge packen das Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider in Full HD und dem Preset „Ultra“ mit durchschnittlich 65 fps.

Als SSD haben wir uns für die Kingston A2000 mit 500 GByte für gut 50 Euro entschieden [5]. Diese NVMe-SSD mit TLC-NAND-Flash (Triple-Level Cell) erzielt im AMD-System Lese- und Schreibgeschwindigkeiten von 2,3 und 2,1 GByte/s. Weil der H410-Chipsatz des Intel-Systems den M.2-Slot nur mit zwei PCIe-Lanes anbindet, kommt sie darin nur auf 1,7 und 1,6 GByte/s, womit sie immer noch deutlich schneller als die gleich teuren Markenprodukte mit SATA-Schnittstelle ist. Das gilt selbst dann noch, wenn sie ihren schnellen Cache-Bereich erschöpft hat, denn dann sinkt die Schreibrate wie bei vielen TLC-SSDs, liegt mit 600 MByte/s aber immer noch über SATA-Niveau. Weiterer Vorteil des M.2-Formats: Es müssen zwei Kabel weniger durchs Gehäuse geführt werden.

Cool und leise

Die Prozessoren kaufen wir in der Boxed-Variante – allerdings wegen der besseren Garantiebedingungen und nicht wegen der mitgelieferten Kühler. Weil beide unter Last Radaubruder sind und ihnen bei höchster Drehzahl die Puste ausgehen kann, dürfen sie nicht mitspielen. Stattdessen kommt der Alpenföhn Ben Nevis Advanced von EKL zum Einsatz. Dieser Tower-Kühler liefert mit seinem 130-Millimeter-Lüfter und vier Heatpipes viel Kühlleistung zum moderaten Preis und bleibt in Verbindung mit unserer angepassten Lüfterkurve stets so leise, dass man ihn selbst in ruhigen Umgebungen meist nicht hört.

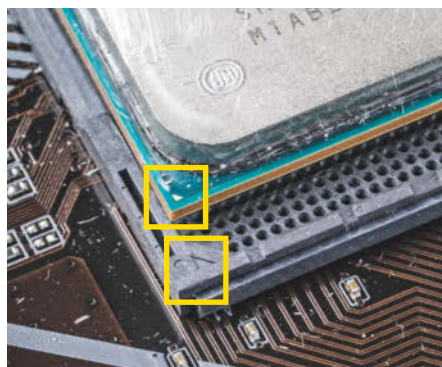
Energie liefert das Netzteil System Power 9 mit 400 Watt von be quiet, das ein

gutes Preis/Leistungs-Verhältnis hat und praktisch lautlos arbeitet. Der zweite PCIe-Stromstecker erlaubt es, später eine kräftigere Grafikkarte nachzustecken, sofern die ins Energiebudget des Netzteils passt.

Verpackt wird die Hardwaresammlung in das Mini-Tower-Gehäuse Aero One Mini von Aerocool. Die Front macht mit ihrem verschachtelten Design und dem Mesh-Look viel her, während das gläserne Seitenfenster jederzeit einen Blick auf die eingebauten Komponenten gewährt. Das Netzteil residiert in einem eigenen abgetrennten Bereich, in dem man auch die nicht benötigten Kabel verstaut. Dort findet sich auch ein vom restlichen Gehäuse per Gummipuffern entkoppelter Schlitten, der eine 3,5-Zoll-Festplatte oder zwei 2,5-Zoll-Speichermedien aufnimmt, etwa um Spiele von der System-SSD auszulagern. Am Mainboard-Träger lassen sich zwei weitere 2,5-Zoll-SSDs anbringen. Außerdem hat er mehrere Öffnungen, um Kabel hinter dem Träger durchzuführen und so mehr Ordnung zu schaffen.

Hinten sitzt ein 120-Millimeter-Lüfter, der ans Mainboard angeschlossen die Warmluftabfuhr unterstützt. Auf Wunsch könnte man unter dem Gehäusedeckel und in der Front noch je zwei 120-Millimeter-Quirle oder den 240-Millimeter-Radiator einer Wasserkühlung unterbringen.

Wem das Schwarz zu eintönig ist, der kann auch ein wenig Farbe ins Spiel bringen: Aerocool führt das Gehäuse auch in einer weißen Version mit schwarzer Front und Rückseite. Bei einem Gehäuse mit Seitenfenster böte sich auch ein wenig Lichtspiel an, etwa mit ARGB-Streifen.



Beim Ryzen-Einbau beachten: Die Dreiecksmarkierung auf der CPU muss auf der im Sockelrand aufliegen.

Anschlüsse dafür bringt nur das Mainboard des AMD-Systems mit, die Intel-Version hat stattdessen den unregelmäßigen RGB-Anschluss.

Die RGB-Version des Ben Nevis Advanced bringt gegen einen Aufpreis von etwa 10 Euro ebenfalls ein dezentes Lichtspiel in die Hardware-Kulisse. Die Lightshow des erleuchteten Ben steuert man mit einem kabelgebundenen Taster, den man nicht ans Mainboard, sondern per Kabelpeitsche an einen der Molex-Stromanschlüsse klemmt.

Das Gamer-Budget

Überschlagen wir die reinen Teilekosten, kommen wir beim Intel-Gamer auf etwa 570 Euro. Bei der AMD-Variante sind es rund 595 Euro. Da man die Komponenten selten bei einem Händler bekommt, setzen wir noch eine Versandkostenpauschale von 20 Euro an. Wer clever kombiniert oder gar vor Ort kauft, kommt eventuell etwas günstiger weg.

Die meisten Zocker werden Windows 10 als Betriebssystem einsetzen. Wer keine Lizenz besitzt, bekommt Windows 10 Home im Online-Handel für 95 Euro. Es geht aber auch günstiger, indem man den Aktivierungsschlüssel einer ungenutzten Windows-7-Lizenz in der Windows-10-

Installation angibt. Anders als im letzten Jahr raten wir in Anbetracht der rechtlichen bestenfalls unklaren Lage vom Kauf bei Lizenz-Discountern wie Lizengo ab.

Linux bekommt man hingegen kostenlos, und zocken kann man auch damit. Viele Entwickler portieren ihre Spiele inzwischen auf Linux. Im Test verhielten sich beide Systeme mit Ubuntu Linux 20.04 LTS und 20.10 unauffällig.

Performance und Lautstärke

Beide Gamer-Varianten erfüllen den Auftrag, Spiele in Full HD geschmeidig wiederzugeben, praktisch gleich gut. In Shadow of the Tomb Raider und Far Cry 5 schicken sie diese in Ultra-Detailstufe mit 65 und gut 80 fps (Bilder pro Sekunde) an den Bildschirm. Bei den anspruchsvolleren Titeln Assassin's Creed Odyssey (Preset: Ultra Hoch) und Metro Exodus (Preset: High) reicht es noch für um die 50 fps; schaltet man eine Detailstufe herunter, sind wieder mindestens 65 fps drin.

Microsofts Flugsimulator 2020 macht den Spar-Spielern mehr zu schaffen. Begnügten wir uns mit der mittleren Detailstufe und TAA (Temporal Anti-Aliasing), erreichten wir in der Region Hannover eine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit von 43 fps bis 50 fps, bei Flügen über New York pendelte sie sich bei rund 40 fps ein. Das klingt niedrig, reicht aber für den Flugsimulator: Damit macht das Fliegen in gemächlich gleitenden Großmaschinen ebenso Spaß wie in kleinen, wendigen Propellerflugzeugen.

Auch außerhalb virtueller 3D-Welten bieten beide Quads mächtig viel Performance fürs Geld: Der Core i3-10100F erzielt im Cinebench R20 mit einem Thread knapp 450 Punkte, mit allen acht kommt er auf 2152. Damit sticht er einen Core i7-6700K aus, immerhin das damals 380 Euro teure Intel-Spitzenmodell des Jahres 2015. Der Ryzen 3 3100 liegt mit ihm mit einem Thread gleichauf, schafft aber mit acht Threads 2351 Punkte und schwingt

sich damit auf das Niveau des einst knapp viermal so teuren Core i7-7700K.

Das Intel-System nimmt in fast allen Szenarien weniger Leistung auf als sein AMD-Pendant. Im Leerlauf und unter CPU-Volllast beträgt der Vorteil immerhin 12 Watt, im 3D-Spiel Shadow of the Tomb Raider wuchs der Abstand auf 24 Watt. Hetzten wir Prime95 und den Furmark gleichzeitig auf die Systeme, stellte sich Gleichstand bei 260 Watt ein. Das war auch das einzige Szenario, in dem der AMD-Rechner mit 0,7 Sone lauter wurde als der Intel-Gamer. Ansonsten flüstern die Rechner erfreulicherweise mit höchstens 0,3 Sone vor sich hin.

Alles muss rein!

Nehmen Sie sich für den Einbau ein wenig Zeit: Erfahrungsgemäß klappt nicht alles beim ersten Anlauf, auch bei uns nicht. Suchen Sie sich eine gut beleuchtete Arbeitsfläche mit genug Platz und legen sich als Werkzeug je einen großen und einen kleinen Kreuzschlitzschraubendreher bereit. Eine Schüssel leistet gute Dienste als Zwischenlager für lose Kleinteile, etwa die Gehäuseschraubchen fürs Mainboard. Achtung: Sollte eine Schraube nicht fassen, denken Sie daran, dass Grob- und Feingewindeschrauben im Lieferumfang sind.

Als Erstes nehmen Sie die beiden Seitenteile des Gehäuses ab und drücken die ATX-Blende des Mainboards von innen in die Gehäuserückseite. Orientierungshilfe: Die drei Löcher für die Audio-Buchsen gehören nach unten. Nun müssen Sie zwei Schraubhülsen in die zwei mit „U“ gekennzeichneten Löcher im Mainboard-Träger drehen, damit unter jedem Schraubloch im Mainboard ein Gewinde sitzt. Aero Cool legt dazu ein kleines Plastikwerkzeug bei, das aussieht wie eine Rändelschraube.

Das Netzteil legen Sie mit dem Lüfter nach unten ins Gehäuse und befestigen es hinten mit vier Schrauben. Führen Sie dann den Kabelstrang mit dem 24-poligen ATX-Stecker durch die obere der beiden Öffnun-

Budget-Gamer 2020: Benchmarks und Messwerte

	Cinebench R20 Single-/Multithreaded [Punkte]	3DMark Firestrike [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider Preset Ultrahoch, SMAA WQHD / FHD [fps]	Metro Exodus Preset Normal QHD / FHD [fps]	Assassin's Creed Odyssey Preset Hoch WQHD / FHD [fps]	Geräuschentwicklung Leerlauf ¹ / 3D ² / Volllast ³ [Sone]	Leistungsaufnahme Leerlauf ¹ / 3D ² / Volllast ³ [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
AMD-Variante	451/2351	12067	43/65	51/68	53/65	<0,1/0,3/0,7	35/106/258
Intel-Variante	448/2154	11193	42/64	51/69	51/62	<0,1/0,2/0,3	23/96/262
Budget-Gamer 2019 ⁴	434/1604	10378	- ⁵ /55	42/57	40/54	<0,1/1,4/2	27/97/278

Alle Messungen mit Windows 10 (20.04), VSync off ¹ bei ruhendem Windows-Desktop ² Furmark ³ Prime95 Torture Test plus Furmark ⁴ Core i3-9100F, 8 GByte DDR4-2400, Radeon RX 570 8 GByte ⁵ nicht gemessen



Mit dem Quiet-BIOS (Schalter zur Anschlussblende) bleibt die Sapphire Radeon RX 5500 XT stets flüsterleise.

gen im Mainboard-Träger; den mit den zwei vierpoligen Steckern schieben Sie durch den länglich-ovalen Ausschnitt in der von hinten gesehen oberen rechten Ecke.

Nun kommen CPU und Kühler auf das Mainboard. Hier teilen wir die Anleitung für die beiden Systeme kurz auf.

AMD-System

Öffnen Sie die Prozessorarretierung mit dem Hebelchen neben der CPU-Fassung und setzen Sie den Prozessor so ein, dass das kleine goldene Dreieck auf dem korrespondierenden Dreieck im Sockelrand liegt (siehe Bild auf S. 36). Achtung: Die Pins an der Prozessorunterseite sind empfindlich. Drücken Sie den Hebel nun wieder nach unten.

Um die Kühlermontage zu erleichtern, schrauben Sie dessen Halteklammern von unten ab, drehen sie um 180 Grad und befestigen sie wieder – so kommt man auch im Gehäuse besser an den Haltemechanismus. Nachdem Sie einen etwa erbsengroßen Klecks der mitgelieferten Wärmeleitpaste auf die Mitte des Prozessordeckels gegeben haben, haken Sie erst die kleine Halteöse am oberen Näschen der Kühlerhalterung ein, setzen die Kontaktplatte auf die CPU und klemmen dann die andere Seite an der Halterung fest. Der Lüfter zeigt dabei zu den RAM-Steckplätzen. Nun schließen Sie das Lüfterkabel am grauen Anschluss „CPU-Fan“ neben den Speichersteckplätzen an.

Intel-System

Öffnen Sie mit dem Hebelchen neben der Prozessorfassung dessen Arretierung und klappen die Sockelabdeckung mitsamt der eingesetzten Plastikkappe nach hinten. Nun kommt der Prozessor in die Fassung. Bei der richtigen Orientierung helfen zwei Kerben an der Seite, die zu zwei Nasen im Sockel passen. Achtung: Die kleinen Federbeinchen in der Fassung sind sehr emp-

findlich. Wenn Sie die Abdeckung herunterklappen und den Hebel wieder schließen und einrasten lassen, springt die Plastikkappe von allein ab.

Im Auslieferungszustand ist der Kühler für AMD-CPU's vorbereitet; der Umbau auf Intel gelingt mit der guten beiliegenden Anleitung schnell. Nicht verwirren lassen: Sie brauchen die Halteärmchen, in die „115x“ eingestanz ist. Nun bringen Sie die Konterplatte des Kühlers mit den aufgebrachten Klebestreifen an der Rückseite des Mainboards so an, dass die Aussparungen über den Schrauben des Mainboards liegen.

Nachdem Sie einen etwa erbsengroßen Klecks der mitgelieferten Wärmeleitpaste auf die Mitte des Prozessordeckels gegeben haben, setzen Sie den Kühler auf und schrauben ihn über Kreuz fest; der Lüfter zeigt dabei zu den RAM-Steckplätzen. Nun schließen Sie das Lüfterkabel am grauen Anschluss „CPU-Fan“ neben den Speichersteckplätzen an.

Finale und Feinschliff

Jetzt stecken Sie die beiden RAM-Riegel in die DIMM-Steckplätze und setzen die SSD in den M.2-Slot ein, wo Sie sie mit dem Schraubchen aus dem Mainboard-Zubehör befestigen. Als Nächstes legen Sie das Gehäuse flach hin und setzen das Mainboard ein, ohne es zu befestigen. So haben Sie mehr Spielraum, um das ATX-Stromkabel und die beiden EPS-Stecker für die CPU ans Board zu stecken und den Hecklüfter mit dem „Sys Fan“-Anschluss zu verbinden.

Nun kommen die Frontanschlüsse dran: Die Kabel für die vorderen USB-Ports, die Audio-Buchsen und die Taster und Leuchten leiten Sie von unten durch eine der Öffnungen des Netzteilabteils hoch und schließen sie an. Beim Intel-Rechner liegt die USB-Anschlussleiste stattdessen an der rechten Mainboard-Kante.

Sind alle Verbindungen hergestellt, schieben Sie das Mainboard leicht angewinkelt in die ATX-Blende und achten darauf, dass keine der EMV-Laschen in die Buchsen rutscht. Dann schrauben Sie es fest und führen das Netzteilkabel mit den PCIe-Stromsteckern vorn nach oben. An der Grafikkarte schieben Sie den Schalter in der Aussparung kurz vor dem Kartenende (über dem Sapphire-Schriftzug an der Seite, siehe Bild links) in Richtung der Anschlussblende und bauen sie ein. Haben Sie den achtpoligen PCIe-Stromstecker angeschlossen, können Sie Monitor, Tastatur und Maus anschließen und den PC das erste Mal starten.

Erst mit den richtigen BIOS-Einstellungen laufen die Rechner so leise und sparsam wie bei uns. Drücken Sie also beim Systemstart die Entf-Taste, um anschließend unsere Vorgaben für die CPU-Einstellungen und die Lüfterkurve umzusetzen. Sie finden sie ebenso wie Links zu den benötigten Treibern auf der Projektseite über ct.de/yemb. Speichern Sie abschließend die Änderungen mit F10.

Nun können Sie das Betriebssystem installieren. Wir empfehlen, anschließend so oft Windows Update auszuführen, bis der Updater nichts mehr findet. Beim AMD-System müssen Sie zusätzlich den Chipsatztreiber von AMDs Supportseite einspielen. Dort finden Sie auch den Radeon-Grafiktreiber – der von Windows installierte ist meist veraltet. Jetzt ist der Gamer einsatzbereit. Viel Spaß beim Spielen! (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Im Mittel: Klasse statt Masse, Sechs Mittelklasse-Grafikkarten für Spieler, c't 3/2020, S. 90
- [2] Benjamin Kraft, Spielen als Kernanliegen, Was mehr CPU-Kerne in 3D-Spielen bringen, c't 7/2020, S. 68
- [3] Christian Hirsch, Ryzen-Quartette, Preiswerte Vierkernprozessoren AMD Ryzen 3 3100, 3300X und 1200 12 nm, c't 12/2020, S. 88
- [4] Christian Hirsch, Für ein paar Zehner, Preiswerte und sparsame Mainboards für Core-i-10000-Prozessoren, c't 20/2020, S. 118
- [5] Lutz Labs, Schnell und günstig, Aktuelle SSDs mit SATA- und PCIe-Schnittstelle, c't 23/2019, S. 112

Teileliste, BIOS-Einstellungen und Projektseite: ct.de/yemb

Teile Budget-Gamer 2020

Komponenten	Bezeichnung	Preis
Prozessor	AMD: Ryzen 3 3100, boxed	95 €
	Intel: Core i3-10100F, boxed	85 €
CPU-Kühler	Alpenföhn Ben Nevis Advanced (84000000146)	25 €
Mainboard	AMD: Gigabyte B550M S2H	75 €
	Intel: Gigabyte H410M S2H	60 €
RAM	AMD: 2 × Crucial DIMM 8GB, DDR4-3200, CL22-22-22 (CT8G4DFS832A)	65 €
	Intel: 2 × Crucial DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19-19-19 (CT8G4DFS8266)	65 €
Grafikkarte	Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT 8G (11295-01-20G)	205 €
SSD	Kingston A2000 NVMe PCIe SSD 500GB, M.2 (SA2000M8/500G)	50 €
Gehäuse	AeroCool Aero One Mini, schwarz, Glasfenster (ACCS-PB18013.11)	40 €
Netzteil	be quiet! System Power 9 400W ATX 2.4 (BN245)	40 €
	Summe (+ Versandpauschale 20 €)	AMD: 595 € Intel: 570 €



Bild: Poolfoto Mario Zender

Mammutprozess an der Mosel

„Cyberbunker“: Was wusste der Hoster über die Straftaten seiner Kunden?

In Trier hat der Prozess gegen die Betreiber des Bulletproof-Hosters „Cyberbunker“ begonnen. Er dürfte zu einem Meilenstein in der Geschichte des deutschen Internetrechts werden.

Von Fabian A. Scherschel

Das Landgericht in Trier steht eher selten im Mittelpunkt bundesweiter Aufmerksamkeit. Mitte Oktober musste jedoch eine beschauliche Seitenstraße vor dem Gerichtsgebäude abgesperrt werden, um Platz für Journalisten zu schaffen, die auf den Auftakt des Prozesses gegen die Betreiber des Bulletproof-Hosters „Cyberbunker“ warteten.

Nicht alle Pressevertreter konnten einen der Plätze im Verhandlungssaal er-

gattern und einen Blick auf die Angeklagten werfen: Die meisten von ihnen wirkten eher wie Versicherungsangestellte als wie gefährliche Kriminelle. Nur einer der acht trug am ersten Verhandlungstag, passend zum Hacker-Klischee, einen schwarzen Kapuzenpulli.

Für den medialen Ansturm gibt es eine ganze Reihe von Gründen: die schiefe Zahl der über das Rechenzentrum abgewickelten Drogengeschäfte, seine Lage in einem riesigen Bunker oberhalb der Mosel, die Kontakte des Hauptangeklagten zu einem irischen Mafiaboss. Es handelt sich aber auch um das erste Mal in der Geschichte, dass deutsche Strafverfolger versuchen, die Betreiber eines Rechenzentrums für Straftaten zur Rechenschaft zu ziehen, die nicht sie selbst, sondern ihre Kunden begangen haben sollen.

Wer wusste was?

Normalerweise haftet ein Hoster nicht für die Verfehlungen seiner Kunden, soweit

er von deren illegalen Aktivitäten nichts wusste. Wird er über vermutlich strafbare Inhalte informiert, so hat er diesen Hinweisen nachzugehen und die Server im Zweifel abzuschalten. Darüber hinaus würde man von seriösen Hosting-Firmen erwarten, dass sie mit den Strafverfolgungsbehörden im Rahmen der geltenden Gesetze kooperieren.

Sogenannte Bulletproof-Hoster versprechen Kunden jedoch, deren Inhalte vor Ermittlern zu schützen und Untersuchungen zu erschweren oder unmöglich zu machen. Da Strafverfolgungsbehörden in Deutschland im weltweiten Vergleich relativ hartnäckig gegen illegale Webseiten vorgehen, werden solche Hosters eher selten hierzulande betrieben. Doch der in Traben-Trarbach beheimatete Cyberbunker warb dreist für seine Dienstleistungen: Man akzeptiere alles außer Kinderpornografie und Terrorismus, hieß es auf alten Seiten, die in Internetarchiven noch abrufbar sind.

Die Staatsanwaltschaft muss den Angeklagten aber nachweisen, dass sie Beihilfe zu den Straftaten leisteten, dass sie also im Einzelfall wussten, was sich auf ihren Servern abspielte, und das Geschehen förderten. Das ist der Knackpunkt des Verfahrens in Trier. Dass Provider in der Regel ihre Nase nicht in die Daten ihrer Kunden stecken dürfen, macht die Behauptung der Angeklagten, sie hätten nichts gewusst, zuerst einmal plausibel.

Cannabis Road, Wall Street Market, Fraudsters

Die Staatsanwaltschaft wirft den acht Verdächtigen Beihilfe zu sieben verschiedenen Sammlungen von Straftaten vor, sortiert nach den diversen Kunden des Rechenzentrums. Da wäre zum einen Cannabis Road, eine Webseite, über die laut Anklageschrift insgesamt knapp 28 Kilogramm Marihuana und Haschisch verkauft wurden. Des Weiteren soll der Cyberbunker den bekannten Untergrundmarktplatz Wall Street Market beherbergt haben, über den Drogen im Wert von insgesamt über 36 Millionen Euro umgeschlagen wurden. Außerdem sollen die Angeklagten gewusst haben, dass das Untergrundforum Fraudsters einer ihrer Kunden war. Über Fraudsters wurden Drogen, Falschgeld, Malware und gefälschte Papiere gehandelt.

Der schwedische Marktplatz Flugschwamp 2.0 soll ebenfalls im Cyberbunker zu Hause gewesen sein. In der Anklage-

schrift wird die schwedische Polizei zitiert, die schätzt, dass in den drei Jahren zwischen 2015 und 2018 mehr als 90 Prozent des gesamten schwedischen Drogenhandels über diese Plattform, und damit über die Server in Traben-Trarbach, abgewickelt wurde. Schließlich sollen im Cyberbunker auch drei Webseiten gehostet worden sein, die darauf spezialisiert waren, neuartige Designerdrogen direkt aus Laboren in China nach Deutschland zu importieren.

Abseits der Drogendelikte wird den Angeklagten zur Last gelegt, eine Suchmaschine für Hidden Services im Tor-Netz beherbergt zu haben, die Links zu Webseiten ausspuckte, auf denen kinderpornografische Inhalte zu finden waren. Außerdem waren Seiten verlinkt, auf denen man Waffen erstehen und Mordaufträge erteilen konnte.

Botnetz-Zentrale

Schließlich wird ihnen vorgeworfen, dass die sechs Command-and-Control-Server des IoT-Botnetzes Mirai im Bunker liefen. Mirai hatte im November 2016 bei einem verunglückten Angriff auf Speedport-Router der Deutschen Telekom knapp 1,2 Millionen Internetanschlüsse des Providers lahmgelegt und so einen geschätzten Schaden von 2,8 Millionen Euro verursacht. Insgesamt hätten die diversen Cyberbunker-Kunden über 250.000 Straftaten begangen, heißt es in der Anklage.

Allen Beteiligten scheint ein langes Verfahren bevorzustehen. Der Prozess ist nicht umsonst bis Ende 2021 mit zwei Terminen pro Woche angesetzt. Denn bevor die Staatsanwaltschaft sich daran machen kann, zu beweisen, dass die Angeklagten von den illegalen Machenschaften auf ihren Servern wussten, muss sie hieb- und stichfest darlegen, dass wirklich Verbrechen über die genannten Webseiten begangen wurden.

Dazu haben die Ermittler lange vor der Razzia im Cyberbunker im Herbst 2019 die einzelnen Marktplätze und deren Kunden ins Visier genommen. Zwar wird ihnen in den meisten Fällen gesondert der Prozess gemacht, ihre Schuld muss aber auch im Cyberbunker-Verfahren eindeutig belegt werden, damit die Anklage zum nächsten Schritt übergehen kann.

Tarnkappe gegen Aufpreis?

Die Staatsanwälte werden dann versuchen, das Gericht davon zu überzeugen, dass die Angeklagten wussten, wer ihre Kunden waren, und ihnen sogar dabei halfen, Straftaten zu begehen.

Dabei werden sie sich wohl vor allem des internen Mailsystems des Bunkers bedienen, das bei der Razzia im September 2019 zusammen mit den Kundenservern sichergestellt wurde. Im Interview mit c't sagte der Leiter der Anklage, Oberstaatsanwalt Jörg Angerer, dass fast alle Daten auf den Servern (insgesamt knapp 2 Petabyte) im Klartext vorliegen. Auf die Frage, ob er sich erklären könne, warum die Angeklagten solche sensiblen Daten nicht verschlüsselt hätten, sagte er: „Das kann ich Ihnen auch nicht sagen. Die fühlten sich in ihrem Bunker wohl ziemlich sicher.“

Zum Verfahrensauftritt in Trier betonte Angerer auch erneut, dass man auf den Servern noch keine Spur legitimer Kunden gefunden habe, was dafür spreche, dass der Cyberbunker es allein auf kriminelle Geschäfte abgesehen habe. Normalerweise werden Bulletproof-Hoster auch von politischen Aktivisten oder Nutzern frequentiert, die einfach sehr viel Wert auf Privatsphäre und Schutz vor staatlichen Übergriffen legen.

Hauptangeklagter ist ein Niederländer, der über eine gemeinnützige Stiftung in seinem Heimatland den Bunker gekauft und betrieben haben soll und in Traben-Trarbach öfters mit einem irischen Mafia-paten („Der Pinguin“) spazieren ging. Zur Seite standen ihm seine zwei Söhne und seine ehemalige Lebensgefährtin. Während der ältere Sohn als Assistent seines Vaters agiert haben soll, hat die Lebensgefährtin laut Anklageschrift die Buchführung der kriminellen Hosting-Firma übernommen.

»Die fühlten sich in ihrem Bunker wohl ziemlich sicher.«

Oberstaatsanwalt Jörg Angerer

Der jüngere Sohn habe, so die Staatsanwaltschaft, zusammen mit zwei Deutschen und einem Bulgaren als Programmierer und Admin im Bunker gearbeitet. Ein weiterer Holländer habe zuerst als Hilfsarbeiter im Cyberbunker angefangen, sich aber schnell zum Manager und zur rechten Hand des Hauptangeklagten hochgearbeitet. Kommt es zu einer Verurteilung, drohen den Angeklagten bis zu 15 Jahre Haft.

Ein Beweisstück der Ankläger ist eine Mail, in der die Angeklagten sich augenscheinlich bemühen, dem Betreiber des Mirai-Botnetzes einen speziellen „Stealth-Service“ zu verkaufen, um seine Command-and-Control-Server online zu halten. Ob einzelne Mails jedoch als Beweis für Beihilfe des Hosters zu Straftaten ausreichen, bleibt abzuwarten. Gegen die These vom Rechenzentrum speziell für kriminelle Geschäfte spricht auch die Tatsache, dass der Cyberbunker in zumindest einem Fall durchaus mit Strafverfolgern kooperierte und Server des Wall Street Market umstandslos aushändigte.

Auch für die Staatsanwaltschaft steht in diesem historischen Prozess deshalb viel auf dem Spiel. Sollte der Prozess mit einem Freispruch enden, würde der Staat hilflos erscheinen gegenüber Hostern, die ganz offen um kriminelle Kunden buhlen. Deutschland könnte dann zum Paradies für Bulletproof-Hoster werden.

(cwo@ct.de) **ct**



Bild: LKA Rheinland-Pfalz



Bild: LKA Rheinland-Pfalz

Büro und Server im Cyberbunker: Das Rechenzentrum war in einem Bunker untergebracht, der früher der Bundeswehr gehörte.

Sterne vom Fließband

Ein Datenleck zeigt, wie Amazon-Bewertungen gekauft werden

Ein offener Server mit über 14.000 Screenshots lässt erahnen, in welchem großem Umfang Bewertungen auf Amazon.de gefälscht werden. Die Hauptrollen spielen chinesische Händler, Mittelsmänner mit Telegram-Bots und gierige Kunden.

Von Ronald Eikenberg
und Christian Wölbart

Anfang Oktober erreichte uns eine Mail eines anonymen Tippgebers, die uns neugierig machte. „Verkäufer von Amazon-Bewertungen hat Screenshots der Einkäufe offen im Netz“, hieß es in der Betreffzeile. Wir klickten den vom Informanten gesendeten Link an und im Browser erschien ein Ordner mit exakt 14.359 Screenshots von Amazon-Bestellbestätigungen und -Rezensionen.

Wir schauten uns einige hundert Screenshots an. Rund die Hälfte zeigte Rezensionen, die andere Hälfte Bestellbestätigungen. Die Dateinamen folgten keinem erkennbaren Muster, jedoch gehörten offenbar jeweils eine Rezension und eine Kaufbestätigung zusammen. So zeigte ein Bild, dass jemand am 30. Juli einen „Baozun Fahrradständer“ bestellt hatte. Ein weiteres Bild zeigte eine am 9. August verfasste Rezension dieses Produkts.

Name und Anschrift geleakt

Auffälligerweise lagen in dem Ordner ausnahmslos 5-Sterne-Bewertungen. Das legt den Verdacht nahe, dass die Rezensionen gekauft waren. Offenbar hatte irgendjemand mehr als 7000 Fünf-Sterne-Bewertungen organisiert und die Belege auf dem Server gesammelt. Der älteste Screenshot stammte von Ende Januar. Also waren pro Monat im Schnitt über 800 Rezensionen dokumentiert worden.

Vielen Verbrauchern ist zwar längst klar, dass Bewertungen mit Vorsicht zu ge-

nießen sind. Doch im Einzelfall lässt sich selten sagen, wie eine bestimmte Rezension zustande gekommen ist. Und es kommt noch seltener vor, dass Tausende dubiose Fälle auf einmal bekannt werden.

Besonders heikel: In vielen Fällen waren in den Bestellbestätigungen Klarname und Anschrift der Person sichtbar, die das Produkt gekauft und offenbar im Anschluss eine Jubelrezension verfasste hat. Außerdem waren die Namen der Händler ersichtlich, die von den Bewertungen profitierten. Wir schauten uns einige Dutzend näher an – alle hatten ihren Sitz in China.

Doch wie wurden die Bewertungen organisiert, und weshalb standen die Screenshots im Netz? Das konnte uns der Tippgeber erklären: Im Messenger Telegram gebe es zahlreiche Gruppen, in denen sogenannte „Agenten“ Bewertungen für chinesische Händler beschafften.

Gratis shoppen

Wir schauten uns einige Gruppen an und staunten über die Dreistigkeit der Agenten. Sie posten wie am Fließband Produkte von Amazon-Verkäufern, verbunden mit dem Hinweis, dass der Kaufpreis per PayPal erstattet wird, wenn man die Ware zunächst auf eigene Kosten bestellt und mit 5 Sternen bewertet. Als Beleg muss man lediglich Screenshots der Rezension und der Bestellnummer an den Agenten senden.

Wer mitmacht, kann also quasi kostenlos auf Amazon.de einkaufen. Zur Wahl stehen zwar nur No-Name-Produkte mit Verkaufspreisen von unter 50 Euro, doch davon abgesehen haben die Agenten für praktisch jeden Bedarf etwas Passendes im Angebot – von Mode über Elektronik bis hin zu Sexspielzeug.

In vielen Telegram-Channels läuft die Masche sogar automatisch. Man chattet nicht mit einem Agenten aus Fleisch und Blut, sondern mit einem Bot. Neu ist diese effiziente Fake-Maschinerie nicht: Schon im Frühjahr sendete der WDR eine Doku darüber (siehe [ct.de/ytaj](https://www.ct.de/ytaj)).

Unser Tippgeber begann nach eigener Auskunft vor einigen Monaten damit, Produkte aus einem bestimmten Telegram-

Channel zu bestellen. Nach einer Rezension habe er vergeblich auf die Erstattung gewartet und deshalb beim Agenten nachgehakt. Dieser schickte ihm einen Screenshot der App, mit der er anscheinend die Transaktionen kontrollierte.

In dem Screenshot, der c't vorliegt, sind zwei Links zu sehen, die zu den oben erwähnten rund 14.000 Screenshots führen. Das Datenleck hängt also offensichtlich mit dem Telegram-Channel zusammen. Das wiederum bestätigt den Verdacht, dass die Screenshots gekaufte Rezensionen zeigen, die gegen Amazons Rezensionsrichtlinien und das Wettbewerbsrecht verstoßen.

Unter der IP-Adresse lief ein Apache-Webserver in Standardkonfiguration, also ein System, das normalerweise für öffentlich sichtbare Inhalte gedacht ist. Einen Zugriffsschutz muss man bewusst einrichten, zum Beispiel mit der Konfigurationsdatei `htaccess`. In diesem Fall war das nicht passiert.

Nach Absprache mit uns konfrontierte unser Tippgeber den Agenten mit dem



Telegram-Channel für Amazon-Rezensionen: Wer fünf Sterne vergibt, bekommt den Kaufpreis erstattet.

Leck. Dieser machte einen von ihm beauftragten Entwickler für den Fehler verantwortlich. Kurze Zeit später war der Ordner mit den Screenshots nicht mehr einsehbar.

Wir hatten die Daten zu diesem Zeitpunkt bereits gesichert. Nach Abschluss der Recherche werden wir sie jedoch löschen. Eine Weitergabe an Amazon kommt für uns nicht infrage, aufgrund der enthaltenen personenbezogenen Informationen.

Ohnehin wäre wenig gewonnen, wenn Amazon die 7000 Rezensionen finden und löschen könnte: Auch wenn die Zahl erst einmal beträchtlich klingt – angesichts der Vielzahl der „Produkttester“-Gruppen auf Telegram, WhatsApp & Co. ist sie nicht der Rede wert.

Amazon bekämpft Fake-Bewertungen nach eigener Auskunft mit zahlreichen Maßnahmen. Software und Prüfteams analysierten mehr als zehn Millionen Rezensionen pro Woche, erklärte ein Sprecher. Außerdem arbeite man mit sozialen Medien und Zahlungsdiensten zusammen, um Fälschergruppen zu stoppen.

Allein in Deutschland habe man ein Dutzend einstweilige Verfügungen gegen Verkäufer von gefälschten Rezensionen erwirkt. Amazon rät zudem Kunden, die an der Glaubwürdigkeit einer Rezension zweifeln, den darunter stehenden Link „Missbrauch melden“ zu klicken.

Doch die Maßnahmen wirken wie ein Kampf gegen Windmühlen: Neue Messenger-Gruppen sind schnell gegründet. Obendrein steht Telegram in den Ruf, kaum etwas gegen illegale Inhalte zu unternehmen. Und auch Amazons KI kann unmöglich alle gekauften Rezensionen erkennen: Wir überprüften zwei Dutzend Rezensionen aus dem Datenleck, die vor über einem Monat erstellt worden waren. Die Hälfte war noch online.

Hinzu kommt der Erfindungsreichtum mancher Händler. Als ein Kollege aus der Redaktion vor Kurzem einen Displaychutz bei einem chinesischen Verkäufer auf Amazon.de bestellte, mit Versand durch Amazon, lag in der Schachtel auch ein Zettel, der im Gegenzug für eine 5-Sterne-Bewertung eine Zahlung von 20



Manche Händler legen ihren Produkten „Gutscheine“ bei, die im Gegenzug für eine 5-Sterne-Bewertung eine Zahlung versprechen.

Euro via PayPal versprach. Der Trick funktioniert also auch ganz ohne Mittelsmänner und Chatgruppen. (cwo@ct.de) **ct**

WDR-Doku: [ct.de/ytaj](https://www.ct.de/ytaj)



Sound in Style

Der neue MOTIV GO



So sieht guter Sound aus. Und das hört man. Der neue MOTIV GO verwandelt leistungsstarken Sound in ein persönliches Statement, das man gerne teilt. teufel.de

Teufel

Medienstaatsvertrag tritt in Kraft

Das neue Regelwerk der Bundesländer nimmt Online-Plattformen wie Google und Facebook in die Pflicht. Sie sollen mehr Transparenz walten lassen.

Der neue Medienstaatsvertrag (MStV) enthält anders als sein Vorgänger, der Rundfunkstaatsvertrag, auch Regeln für Streaming- und Web-Plattformen. Mit der Ratifizierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern am 28. Oktober tritt er in Kürze in Kraft. Unter der Federführung von Rheinland-Pfalz haben sich die 16 Bundesländer nach mehr als zwei Jahren und zwei öffentlichen Konsultationen auf das Gesetzeswerk geeinigt.

Während sich die Bestimmungen für den klassischen Rundfunk kaum geändert haben, kommen insbesondere auf US-Konzerne wie Facebook, Twitter und Google neue Anforderungen zu. Im MStV heißen derlei Plattformen, die Inhalte bereit-

stellen, aber nicht selbst produzieren, „Intermediäre“. Sie sollen vom MStV zu Transparenz und Diskriminierungsfreiheit gezwungen werden.

Gemäß Paragraph 93 MStV müssen die Unternehmen nun die Kriterien ihrer „Aggregation, Selektion und Präsentation von Inhalten und ihre Gewichtung einschließlich Informationen über die Funktionsweise der eingesetzten Algorithmen“ offenlegen. Noch ist nicht klar, wie das geschehen soll. Dazu müssen die Landesmedienanstalten als Aufsichtsbehörden konkrete Regelungen erarbeiten. Dies gilt auch für das neue Diskriminierungsverbot nach Paragraph 94 MStV. Demnach dürfen die Plattformen „journalistisch-redaktionell gestaltete Angebote, auf deren Wahrnehmbarkeit sie besonders hohen Einfluss haben, nicht diskriminieren“.

Kritik am neuen MStV kommt von den Branchenverbänden. Susanne Dehmel, Mitglied der Bitkom-Geschäftsleitung, er-



Bild: Staatskanzlei RLP / Steffen Unger

Staatssekretärin Heike Raab hat die Ausarbeitung des MStV koordiniert. Sie ist sicher: „Viele der Änderungen werden für die Bürgerinnen und Bürger unmittelbar spür- und sichtbar.“

klärte: „Die Unternehmen bereiten sich auf das Inkrafttreten des Staatsvertrages vor – so gut es derzeit möglich ist. Nach wie vor ist schlicht unklar, auf welche Dienste die neuen Vorgaben anzuwenden sind.“

(hob@ct.de)

Samsung Pay in Deutschland gestartet

Besitzer eines kompatiblen Samsung-Smartphones können an Kartenterminals nun auch die **Bezahl-App** des koreanischen Herstellers nutzen. Technische Grundlage für das kontaktlose Verfahren ist wie bei Apple Pay und Google Pay der NFC-Chip des Geräts. Für die Zahlungsabwicklung ist Samsung eine Partnerschaft mit der Berliner Solarisbank eingegangen.

Um Samsung Pay zu aktivieren, braucht man ein Girokonto bei einer beliebigen Bank sowie ein Samsung-Nutzer-



Bild: Samsung

Nutzer der meisten Samsung-Smartphones ab Baujahr 2018 können ab sofort mit Samsung Pay bezahlen.

konto. Nachdem man die App heruntergeladen und sich mittels 5-Cent-Überweisung identifiziert hat, erzeugt die Solarisbank eine virtuelle Visa-Debitkarte und hinterlegt sie in der App. Die damit abgewickelten Zahlungen bucht sie per Lastschrift vom Girokonto ab. Möglich sind außerdem Ratenzahlungen („Splitpay“), die man auch nachträglich aktivieren kann; der Jahreszins soll bei 12 Prozent liegen. Download und Nutzung der App sind ansonsten entgeltfrei. Debitkarte und Ratenzahlungen werden allerdings wie üblich der Schufa gemeldet.

Zum Schutz der Kartendaten nutzt Samsung die eigene Hardware-Sicherheitsarchitektur; die Kartennummer wird außerdem nicht im Original, sondern als Token mit eigener Nummer auf dem Smartphone hinterlegt und kann ausschließlich damit verwendet werden. Zahlungen sind nur möglich, nachdem man die App mit PIN oder Fingerabdruck entsperrt hat. Samsung verkauft laut Datenschutzerklärung keine Daten zu Werbezwecken, stattdessen soll der Konzern an den Händlerentgelten für Kartenzahlungen beteiligt sein.

(mon@ct.de)

Facebook goes Tinder

Nach monatelanger Verzögerung hat Facebook seine Partnervermittlung „Dating“ auch in Europa aktiviert. **Dating** läuft nur in den mobilen Facebook-Apps für Android und iOS. Nutzer über 18 legen hier parallel zu ihren Daten auf der herkömmlichen Plattform ein eigenes Profil an, woraufhin Facebook dann potenzielle Partnerinnen oder Partner vorschlägt. Dabei werden nicht nur die abgefragten Daten, sondern sämtliche Informationen herangezogen, die das soziale Netzwerk sammelt, also etwa Hobbys, Interessen und Aktivitäten. Facebook-Freunde schlägt die App nicht vor, außer man kennzeichnet jemanden von ihnen im Dating-Profil als „heimlichen Schwarm“. Auf diese Liste kann man bis zu neun Personen setzen.

Kurz bevor Facebook im Februar den Start der Flirt-Plattform in Europa aufschob, hatte die irische Datenschutzbehörde eine „Inspektion“ beim EU-Sitz des Konzerns in Dublin durchgeführt und dabei Unterlagen zu Dating eingesammelt. Der Service halte sich an die DSGVO, betonte Facebook nun.

(hob@ct.de)

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung am 9. Februar 2021

>>> ONLINE <<<

Wer seine Webseiten nicht schnell genug ausliefert, riskiert, dass die Besucher wegglicken. Und Google rankt langsam ladende Seiten auch nicht optimal, denn Performance ist für die Suchmaschine ein wichtiges Kriterium. Websites sind heute aber komplexe Gebilde:

Besucher erwarten bunte, interaktive Seiten, in denen allerlei JavaScript-Bibliotheken, Stylesheets, Bilder u.v.m. zum Einsatz kommen. Die c't <webdev> beleuchtet am 9. Februar 2021 in sechs Talks, wo es bei der Web-Performance haken kann, wie man Bremsen aufspürt und seine Seiten flotter macht.

Auszug aus den Themen:

- > Testing und Monitoring
- > Performance-Fallen vermeiden
- > Prefetching und Caching
- > Bilder, JavaScript und Co. entschlacken

Preis:

Jetzt Early Bird-Ticket sichern für nur 229 Euro!

SAVE
THE
DATE

Line 37, Column

Weitere Informationen und Tickets unter: www.ctwebdev.de



Bild: Lu Liang/magnumchina via ZUMA Press/dpa

Herdenwerbung

Wie Ihr Browser künftig entscheidet, welche Werbung Sie sehen

Google will die personalisierte Werbung im Web umkrempeln. Statt persönliche Daten bei Adtech-Dienstleistern zu lagern, soll der Browser das Targeting übernehmen.

Von Torsten Klein

Bis Ende 2021 will Google Third Party Cookies für Werbezwecke abschaffen. Doch während Apple und die Mozilla Foundation die Möglichkeiten von Werbung schlicht beschneiden, ist das für Google keine Option. Der größte Werbekonzern und zugleich größte Browserhersteller der Welt bemüht sich, im Rahmen seines „Privacy Sandbox“-Projekts Alternativen zum heutigen Tracking-basierten Werbesystem zu schaffen.

Den neuesten Vorschlag hat der Konzern Ende Oktober vorgestellt: Federated Learning of Cohorts – kurz „FLoC“. Kernidee des neuen Werbesystems ist es, einen

wesentlichen Teil der Personalisierung direkt im Browser stattfinden zu lassen. Über Techniken des Maschinenlernens soll der Browser automatisch ein Interessenprofil bilden, das Nutzer zu „Kohorten“ – oder: „Flocks“ – zusammenstellt.

Um das System zu verstehen, muss man zunächst den Status quo betrachten. Werbung wird kaum noch pauschal auf Websites gebucht, sondern jedem Nutzer aufgrund des Interessenprofils individuell ausgespielt. Möglich wird dies durch programmatische Echtzeit-Marktplätze, in denen Werbeplatzierungen noch während der Ladezeit im Browser versteigert werden.

Gruppen-Tracking

Um die notwendigen Interessenprofile aufzustellen, sind Third Party Cookies derzeit unverzichtbar. Besucht ein Nutzer etwa eine Technik-Website, gibt der Browser die Information per Cookie an oft dutzende Werbedienstleister weiter. Aus tausenden solcher Signale entstehen detaillierte Nutzerprofile, für die neben Daten wie Alter und Geschlecht des Nutzers auch sensible Informationen wie Krankheiten oder reli-

giöse Überzeugungen erfasst werden können. Hinzu kommen Datenhändler, die Profilinformationen aus zahlreichen Quellen zusammenfügen und diese mit den Cookie-Profilen vereinigen.

Angesichts des zunehmenden Widerstandes gegen das allumfassende Targeting will Google nun die Interessenprofile in den Browser verlagern. Chrome berechnet aus der Browserhistorie des Nutzers kontinuierlich eine Art Hash-Wert und fasst alle Surfer mit demselben Wert zu einer Kohorte zusammen. Die Kohortenbildung soll verhindern, dass man doch Rückschlüsse über einzelne Nutzer ziehen kann. Angedacht ist eine Mindestgröße von 5000 Nutzern, die sich hinreichend ähnlich sind. Über „Federated Learning“ sollen die Nutzerprofile miteinander abgeglichen werden, ohne dass die Rohdaten das Gerät des Nutzers verlassen.

Wichtig auch: Jeder Nutzer ist nur Mitglied einer Kohorte. So können Werbetreibende und Adtech-Dienstleister nicht einzelne Attribute wie Alter oder Geschlecht abrufen und in ihre eigenen Datenbanken integrieren.

Skeptische Werbewirtschaft

Statt exakte Nutzerprofile abzurufen, müssten sich die Werbetreibenden mit dem Wissen über die ganze Kohorte zufriedengeben. Bei Werbetreibenden kommt Googles Initiative daher nicht gut an. Doch angesichts der zunehmenden Anti-Tracking-Maßnahmen sei ein Teilverzicht auf Daten dem kompletten Verlust der Personalisierung vorzuziehen, machte Chetna Bindra, die zuständige Produktmanagerin bei Google, gegenüber c't deutlich.

Damit das neue System funktioniert, muss Google viele Konkurrenten und Partner vom Wechsel überzeugen. Deshalb stellt Google seine Vorschläge auf GitHub zur öffentlichen Diskussion bereit und nimmt über die Standardisierungsorganisation W3C an einem Fachdialog teil, dem sich mittlerweile auch viele Verbände und Unternehmen aus der Werbebranche angeschlossen haben.

Hier gibt es aber große Vorbehalte. Die Werbewirtschaft will nicht von Branchenschwergewichten wie Google, Apple oder Facebook ausgebootet werden, machte der BVDW-Vizepräsident Thomas Duhr gegenüber c't deutlich. Wer sich mit welchen Vorschlägen durchsetzt, muss sich 2021 zeigen.

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

FLoC-Whitepaper: ct.de/y7xb

Millionen Windows-Server sind tickende Zeitbomben

Eine Studie zeigt, dass weltweit, auch in Deutschland, unzählige nicht mehr im Support befindliche Windows-Server zum Einsatz kommen.

Sicherheitsforscher von Rapid7 haben das Internet nach erreichbaren Windows Servern gescannt und kommen zu einem desaströsen Ergebnis: Derzeit befinden sich noch knapp 3 Millionen Windows-Server in Betrieb, für die der Support ausgelaufen ist. Die Server bekommen also keine Sicherheitsupdates mehr. Somit sind sie entweder bereits attackierbar oder werden es aller Voraussicht nach bald sein.

Zwar machte Microsoft jüngst eine Ausnahme und veröffentlichte sogar für veraltetet Server-Ausgaben Sicherheitspatches gegen die kritische Zero-Logon-Lücke, die Angreifern Domänen-Adminrechte beschert. Doch darauf kann man

sich nicht verlassen. Die meisten unsicheren Systeme finden sich in China und den USA. Das sind die Versionen Windows Server 2003 (6 Prozent) 2008 (2 Prozent) und 2008 R2 (51 Prozent). Die Zahlen von Rapid7 stammen vom September 2020. Doch auch in Deutschland stieß heise Security bei eigenen Tests auf über 50.000 potenziell gefährdete Server. Zwar fiel die Zahl von nicht mehr im Support befindlichen Windows Servern weltweit seit Anfang 2020 kontinuierlich, doch seit August stagnieren die Zahlen auf einem hohen Niveau.

Admins, die veraltete Windows-Server-Versionen einsetzen, sollten diese zügig auf den aktuellen Stand bringen oder auf Alternativen umschwenken. Das ist vor allem wichtig, wenn Server aus dem Internet erreichbar sind, was Angreifer geradezu einlädt. *(des@ct.de)*

Kurz & knapp: Security

Oracle hat sein Quartalsupdate veröffentlicht und schließt über 400 zum Teil kritische Lücken in MySQL, Java SE & Co.

Angreifer haben es derzeit auf **Chromium-Webbrowser** abgesehen: Chrome 86.0.4240.111 und Edge 86.0.622.51 sind gegen diese Angriffswelle abgesichert.

Hewlett Packard Enterprise hat unter anderem in StoreServ Management Console und AirWave Glass kritische Lücken geschlossen.

Es gibt wichtige Patches von **Adobe**, beispielsweise für After Effects, Dreamweaver, Illustrator und Photoshop.

WAS AUCH IMMER SIE BRAUCHEN - MIT DER SOURCING PLATFORM BESCHAFFEN WIR DAS!

Bei Conrad finden Sie jetzt Ihren technischen Betriebsbedarf und umfassende Services.



Bit-Rauschen

AMD im Höhenrausch, Intel auf Abwärtskurs, x86 für China



AMD schafft ein Rekordquartal und kauft den FPGA-Marktführer Xilinx für 35 Milliarden US-Dollar, Intels Aktienkurs sackt nach Bekanntgabe der Quartalszahlen und dem Verkauf der SSD-Sparte ab. VIA verkauft x86-Technik nach China.

Von Christof Windeck

AMD-Chefin Lisa Su hat ihren Laden gut im Griff: Der Umsatz im dritten Quartal 2020 wuchs deutlich auf fast drei Milliarden US-Dollar. Den dadurch steigenden Aktienkurs nutzt AMD, um sich den FPGA-Marktführer Xilinx einzuverleiben. Zwar schwächte diese Ankündigung den Aktienkurs wieder ein wenig, aber längst nicht so stark wie bei Intel, wo er nach Bekanntgabe der eigentlich ordentlichen Quartalszahlen um mehr als zehn Prozent in den Keller rauschte. Doch die neuen AMD Ryzen 5000 mit Zen 3 (siehe S. 90) versenken Intels Core-i-Flotte für Desktop-PCs, deren Umsätze schrumpfen. Nur bei Notebooks läuft es für Intel noch ganz gut, hier kommt Tiger Lake in Fahrt. Daher legte Intels Client-Computing-Sparte auch leicht zu, während die Servertechnik abrutschte – statt über 50 Prozent wie noch zu Jahresbeginn entfielen im dritten Quartal nur noch etwa 46 Prozent des Intel-Umsatzes auf „Data-Centric Products“ wie Xeons, Optane-Speicher und Netzwerkchips. Dabei zählt Intel hier sogar IoT-Produkte mit. Aber wenn dort seit 2016 keine wirklich neuen Chips kommen – der 10-Nanometer-Atom x6000E lief gerade erst vom Stapel –, dann sinkt eben auch die Kauflust.

Auch auf quälende Fragen zu verspäteten Produkten weiß Intel keine überzeugenden Antworten. Der erste Xeon-SP mit 10-Nanometer-Technik „Ice Lake“ kommt

nun wohl erst Anfang 2021. Als Pausenfüller avisierte Intel schon ein paar Sicherheitsfunktionen, stiftete dabei aber neue Verwirrung (siehe S. 47). Und beim 7-Nanometer-Rechenbeschleuniger Ponte Vecchio drohen Verzögerungen, die zur Verspätung des Exaflops-Supercomputers Aurora führen. Statt Prestige beschert dieses 500-Millionen-US-Dollar-Projekt Intel somit neue Sorgen. Und AMD kann darauf hoffen, das Hase-und-Igel-Spiel auch bei Supercomputern zu gewinnen, hat man doch heiße Eisen wie Frontier und El Capitan im Feuer.

Das europäische EuroHPC-Projekt kauft jedenfalls (auch) bei AMD, Ende 2021 soll im finnischen Kajaani der 375 PFlops starke Lumi mit Epyc-Prozessoren und Radeon-Instinct-Beschleunigern loslegen. Mit dem Xilinx-Zukauf will AMD die Serversparte weiter stärken, so wie es auch Intels Ziel bei der Altera-Übernahme war. Nvidia wiederum hatte ja zuerst Mellanox und dann ARM geschluckt.

Bei Intel stehen die Zeichen unterdessen auf Verkauf: Die SSD-Sparte geht an SK Hynix (siehe S. 47) und schon im Frühjahr hatte man die erst 2015 mit dem Lantiq-Zukauf geschaffene Abteilung für Smart Home Gateways an MaxLinear abgegeben. Die Zeiten von „Intel inside“ in der Fritzbox sind also bald wieder vorbei, in einigen aktuellen AVM-Routern stecken nämlich die AnyWAN-Chips von Lantiq/Intel.

VIA-Technik für China

Der taiwanische x86-Prozessorhersteller VIA Technology verkauft einen Teil seines x86-Wissens an Zhaoxin im chinesischen Shanghai. VIA ist mit knapp 15 Prozent an Zhaoxin beteiligt, den Rest hält eine staatliche chinesische Beteiligungsfirma. Die Mikroarchitektur der Zhaoxin-KaiXian-Prozessoren wie dem KX-U6780A stammt letztlich von der texanischen Firma Centaur, die VIA 1999 gekauft hat. Offen bleibt, ob auch der jüngste Centaur-Entwurf in China landet, das Ende 2019 an-

gekündigte CHA-SoC für Server mit acht AVX-512-tauglichen x86-Kernen und eingebautem „NCore“-Beschleuniger für KI-Inferencing.

Zhaoxin lässt die aktuellen KaiXian-Chips bisher in Taiwan von TSMC mit 16-Nanometer-Technik fertigen; doch der Druck der US-Regierung auf Zulieferer für chinesische Firmen wächst. Möglicherweise kann Zhaoxin auf die inländische 14-Nanometer-Technik des chinesischen Auftragsfertigers SMIC wechseln.

US-Präsident Donald Trump persönlich macht sich für die „Heimholung“ von Hardware-Fabriken aus Asien in die USA stark. Als achtetes Weltwunder bezeichnete Trump eine Fab, die der weltgrößte Auftragsfertiger Foxconn derzeit in Wisconsin baut. Die US-Publikation The Verge berichtet nun aber über haarsträubende Zustände dort: Den Plan, dort Fernsehgeräte zu fertigen, habe Foxconn mangels Wirtschaftlichkeit längst beerdigt.

Lenovo-Verkaufsstopp in Deutschland

Ein Streit um Lizenzgebühren für den Videocodec H.264 alias MPEG-4/AVC hat für Lenovo teure Folgen: Patentinhaber Nokia hat vor dem Landgericht München eine einstweilige Verfügung gegen Lenovo erwirkt. Am 22. Oktober stellte Lenovo daher in Deutschland den Verkauf der meisten Produkte über die eigene Webseite ein: Bis man sich mit Nokia einigt, gibt es dort keinerlei Geräte mit Grafikprozessor und darin eingebautem H.264-Decoder (oder Encoder) mehr. Das trifft sämtliche Notebooks, Desktop-PCs, Workstations und Tablets, aber nicht die Lenovo-Tochtermarken Medion und Motorola. Solche Streitigkeiten sind Wasser auf die Mühlen lizenzfreier Codecs wie AV1.

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



Intel Outside: In der Fritzbox 7590 steckt der Chip GRX500 der von Intel erst 2015 gekauften Firma Lantiq, die nun an MaxLinear geht.

Intel verkauft SSD-Sparte an SK Hynix

Künftig wird es keine Intel-SSDs mehr geben, weil Intel seine Flash-Sparte verkauft.

Intel gehört zu den SSD-Pionieren und hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die schnellen Flash-Speichermedien seit 2008 PCs, Notebooks und Server erobern. Doch nun stößt Intel die Flash-Sparte ab: Der koreanische Konzern SK Hynix kauft sie in zwei Tranchen für zusammen rund 9 Milliarden US-Dollar. Damit steigt SK Hynix zum weltweit zweitgrößten NAND-Flash-Hersteller nach Samsung auf – dieselbe Rangfolge wie bei DRAM-Chips. Der Optane-Speicher verbleibt jedoch bei Intel.

SK Hynix fertigt schon lange NAND-Flash-Speicherchips, wagte sich aber erst 2012 auf den Markt der „Client-SSDs“ für PCs und Notebooks. 2016 zog man sich aus dem Endkundengeschäft wieder zurück, um 2019 einen neuen Vorstoß zu wagen.

Bis Ende 2021 will SK Hynix nun für 7 Milliarden US-Dollar Intels-SSD-Entwickler sowie Patente übernehmen. Die NAND-Flash-Fab im chinesischen Dalian betreibt Intel hingegen noch bis 2025 selbst weiter; danach kauft SK Hynix auch die Fab samt Personal sowie das Know-how zur Fertigung von Intels Flash-Chips. (ciw@ct.de)



Intels X25-M – hier in Version G2 – gehörte 2009 zu den ersten attraktiven SSDs für Client-Rechner.

Neue Xeon-Funktionen

Die 2021 kommenden **Xeon-SP-Serverprozessoren der Generation Ice Lake** bringen neue Funktionen, von denen Intel vorab vier angekündigt hat, die die Sicherheit stärken sollen: schnellere AES-Verarbeitung, RAM-Verschlüsselung, eine neue Version der Software Guard Extensions (SGX) sowie BIOS-Schutz.

Bei der RAM-Verschlüsselung stiftet Intel Verwirrung, weil die Pressemeldung nur Total Memory Encryption (TME) erwähnt, die etwa schon AMDs Ryzen Pro und Intels Tiger-Lake-Mobilprozessoren beherrschen. Für Cloudserver wichtiger wäre Multi-Key-TME (MKTME), was es beim AMD Epyc als Secure Encrypted Virtualization (SEV) längst gibt: Damit lassen sich die unterschiedlichen RAM-Bereiche parallel laufender virtueller Maschinen gegeneinander abschotten. Dadurch wiederum verlieren CPU-Bugs wie Spectre und Melt-down in Cloudservern erheblich an Brisanz.

SGX dient zur Einrichtung von Trusted Execution Environments (TEEs) im RAM, um darin sensible Daten zu verarbeiten. Die neue SGX-Version verwaltet Enklaven mit bis zu 1 TByte Kapazität. Der BIOS-Schutz Plattform Firmware Resilience (PFR) setzt auf einen FPGA-Chip (Intel MAX 10), der unabhängig von CPU und Chipsatz die Integrität des BIOS-Codes überwacht. (ciw@ct.de)

EXTRA GARANTIE-ZEIT

Sie wollen mehr Sicherheit? Dann verlängern wir die Garantie Ihrer IT-Hardware. Das bieten wir für Geräte namhafter Hersteller wie Dell, HP, Fujitsu, Lenovo, EMC und NetApp.

Wir beraten Sie unter 07903 93297-0.

bis zu 70 % sparen

im Vergleich zu Hersteller-Listenpreisen mit flexiblen Wartungsverträgen von DIS



Raspberry Pi 400 im Tastaturgehäuse

Die Raspberry Pi Foundation verkauft einen Raspi 4 im Tastaturgehäuse zum Einsatz in Schulen und für Schüler daheim.

Der Raspberry Pi 400 ist ein kompakter und bezahlbarer ARM-Linux-Computer vor allem für Schüler. Er soll hierzulande rund 70 Euro kosten oder 100 Euro im Kit inklusive Maus, Netzteil, vorbespielter MicroSD-Karte und HDMI-Kabel. Die eingebaute Hardware entspricht im Wesentlichen dem seit 2019 verkauften Raspberry Pi 4 mit vier ARM-Kernen des Typs Cortex-A72 und 4 GByte Hauptspeicher. Zwei Micro-HDMI-Buchsen binden Displays an und es gibt drei USB-A-Buchsen, zwei mit USB 3.0 und eine mit USB 2.0. Ebenfalls an der Rückseite der Tastatur sitzt die Raspi-typische GPIO-Pinleiste mit 40 Kontakten. WLAN, Bluetooth und Gigabit Ethernet sind eingebaut. Eine Audio-Klinkenbuchse sowie die internen Anschlüsse für Display (DSI) und Kamera (CSI) fehlen allerdings.

Die Tastatur hat ähnliche Abmessungen wie die kompakter (13-Zoll-)Notebooks; für den deutschen Markt gibt es eine lokalisierte Version. Das 2 Zentimeter hohe Tastaturgehäuse hat eine Grundfläche von 28,5 × 12,5 Zentimetern, das sind weniger als 60 Prozent eines DIN-A4-Blatts.

Bei ersten Versuchen zeigte sich, dass ein Aluminiumblech unter der Tastatur

den BCM2711-Chip gut kühlt: Er drosselt auch bei hoher Last nicht und taktet mit bis zu 1,8 GHz um 20 Prozent höher als beim „normalen“ Raspi 4. Praktisch ist der Ein-/Ausschalter in der Tastatur. Außer Raspberry Pi OS lässt sich etwa auch Ubuntu 20.10 installieren. Einen ausführlichen Test des Raspi 400 bringen wir in der kommenden c't 25/2020. (ciw@ct.de)



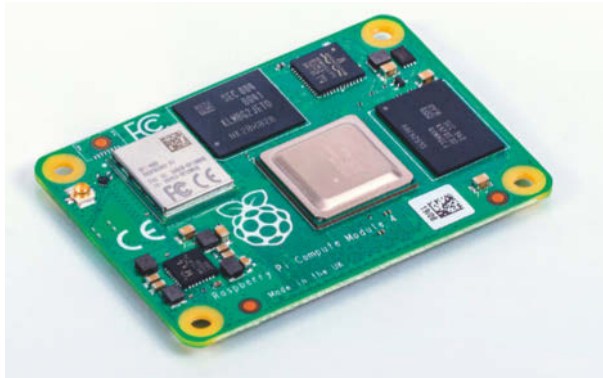
Der „Tastatur-PC“ Raspberry Pi 400 erinnert an berühmte Vorbilder wie C64, Atari ST und BBC Micro, ist aber kleiner und für Schüler gedacht.

Raspberry Pi 4 als Embedded-Modul

Der Raspi 4 ist nun wie sein Vorgänger Raspi 3 in einer modularen Einbauvariante als **Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4)** erhältlich. Die CM4-Platine ist mit Kantenlängen von 5,5 und 4 Zentimetern weniger als halb so groß wie ein Raspi 4 und hat auf der Unterseite zwei „High Density“-Steckverbinder zur Kopplung mit einer Basisplatine. Erst dort sind CM4-Schnittstellen wie HDMI, USB und Ethernet nutzbar. Die Raspberry Pi Foundation verkauft ein passendes „IO Board“ fürs CM4, eigentliches Ziel ist aber der

Einsatz als Embedded System in Geräten anderer Hersteller. Dazu ist das CM4 mindestens bis Januar 2028 lieferbar und erfüllt einschlägige Zertifizierungen.

Das CM4 gibt es in 32 Varianten, nämlich ohne oder mit WLAN-Adapter, ohne oder mit bis zu 32 GByte eMMC-Flash sowie mit 1, 2, 4 oder 8 GByte RAM. Die Preise reichen von 25 bis rund 90 Euro. Der Hersteller Gumstix verkauft für rund 30 US-Dollar einen Adapter, um das CM4 in Basisplatinen für den größeren Vorgänger CM3 einzustecken. (ciw@ct.de)



Das Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4) ist weniger als halb so groß wie ein Raspi 4.

Mehr I/O für Raspi-Steuerung

Für das **Schaltschrank-Steuermodul** Smart Manager 4.0 mit Raspi-Technik – Herzstück ist ein Raspi Compute Module 3+ (CM3+) – verkauft die Firma STV nun ein I/O-Erweiterungsmodul. Das I/O Module 16 lässt sich wie der Smart Manager auf einer Hutschiene befestigen und bietet 16 galvanisch getrennte Ein- und Ausgänge: 4 digitale Eingänge, 4 digitale Ausgänge und 8 konfigurierbare Schnittstellen. Ein Smart Manager steuert via RS-485 bis zu acht I/O-Module mit zusammen 128 Ein- und Ausgängen an. Der Smart Manager 4.0 lässt sich unter anderem per CoDeSys, NodeRed und Node.js programmieren. (ciw@ct.de)



Das I/O Module 16 hat 16 Ein- und Ausgänge.

Windows: Version 20H2 ist da

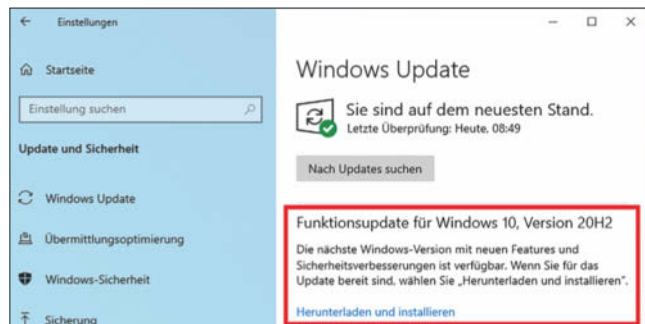
Die neue Windows-Ausgabe ist ab sofort verfügbar – Microsoft will sie gemächlich verteilen.

Microsoft hat am 13.10., also pünktlich zum Oktober-Patch-day, die neue Ausgabe von Windows 10 namens „Oktober 2020 Update“ veröffentlicht (Version 20H2). Die Verteilung per Windows Update will Microsoft in den kommenden Wochen hochfahren.

Auf Rechnern, auf denen schon Version 2004 läuft, ist die Installation in den kommenden Monaten optional (Klick auf „Herunterladen und installieren“). Per Windows Update passiert die Aktualisierung auf solchen PCs sogar erfreulich schnell und verlässlich – die Unterschiede zwischen Version 2004 und 20H2 sind bereits über die monatlichen Updates ins System gewandert und werden fürs Upgrade einfach freigeschaltet. Davon abgesehen ist die neue Ausgabe auch via Media Creation Tool (siehe ct.de/y3q9) und in den Download-Portalen für Visual-Studio-Abonnenten, Volumenlizenzkunden & Co. zu haben.

Wer nicht warten will, bis Windows Update 20H2 automatisch anbietet, kann ab der Pro-Edition die Gruppenrichtlinie „Zeitpunkt für den Empfang von Vorabversionen und Funktionsupdates auswählen“ aktivieren und darin das Bereitschaftsniveau auf „Semi-Annual Channel“ setzen. (jss@ct.de)

Media Creation Tool: ct.de/y3q9



Vorerst in geringer Dosierung zu haben: Das Funktions-Upgrade auf Version 20H2.

Flash-Killer-Update

Microsoft hat ein Update veröffentlicht, das dazu dient, den Adobe Flash Player aus Windows zu **entfernen**. Es ist für alle Windows-Versionen ab 8.1 verfügbar, und zwar bislang ausschließlich über den Update-Katalog. Einmal ausgeführt, soll das Tool mit der Bezeichnung KB4577586 auch verhindern, dass der Player zu einem späteren Zeitpunkt wieder installiert werden kann. Wer Flash später doch einmal braucht, muss Windows neu installieren oder – falls verfügbar – das System auf einen Wiederherstellungspunkt von vor der Deinstallation zurücksetzen. (jss@ct.de)

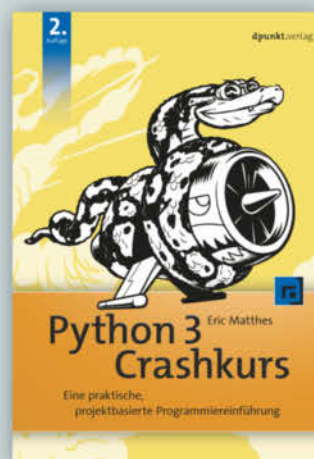
Flash-Killer: ct.de/y3q9



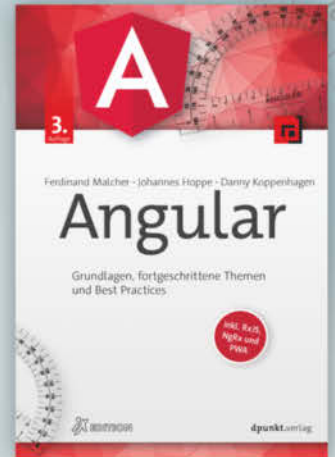
2020, 202 Seiten
€ 29,90 (D)
ISBN 978-3-86490-784-5



2020, 600 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-756-2



2. Auflage
2020, 620 Seiten
€ 32,90 (D)
ISBN 978-3-86490-735-7



3. Auflage
2020, 870 Seiten
€ 36,90 (D)
ISBN 978-3-86490-779-1



6. Auflage
2020, 608 Seiten
€ 44,90 (D)
ISBN 978-3-86490-769-2

plus+
Buch + E-Book:
www.dpunkt.plus

dpunkt.verlag

Wiebling Weg 17 · D-69123 Heidelberg · fon: 0 62 21 / 14 83 40
fax: 0 62 21 / 14 83 99 · e-mail: bestellung@dpunkt.de
www.dpunkt.de

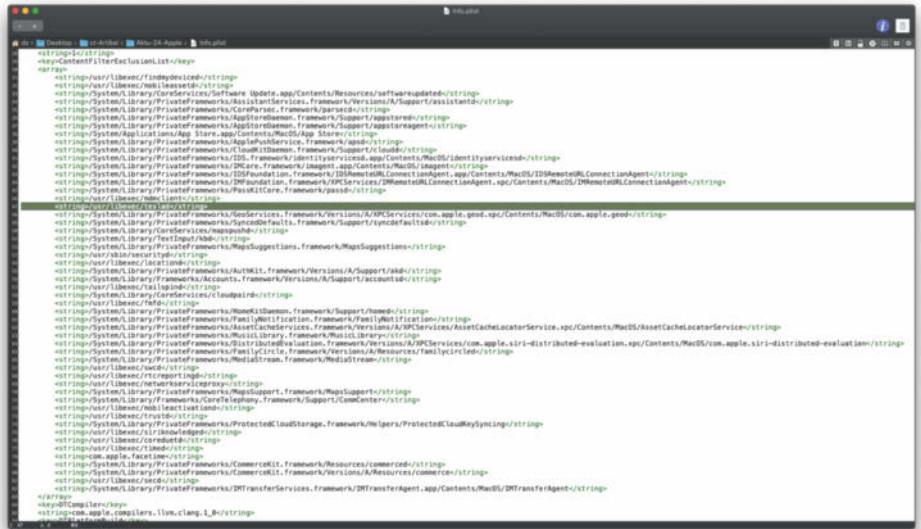
Apple-Dienste untergraben Netzwerkfilter

Apple führt mit macOS Big Sur Scheuklappen ein, sodass Mac-Nutzer nicht mehr direkt prüfen können, welche Apps Internet-Verbindungen aufbauen. Damit könnten auch Spionage-Tools ihren Verkehr vor den Usern verbergen.

Netzwerkfilter wie „LuLu“ oder „Little Snitch“ sollen im bald erwarteten macOS 11 alias „Big Sur“ Internetverbindungen von Mac-Diensten nicht mehr kontrollieren oder blockieren können. Dafür hat Apple die Ausschlussliste „ContentFilterExclusionList“ im Betriebssystem verankert, auf der über 50 Einträge stehen. Die zugehörigen Dienste erhalten für ausgehenden Verkehr grundsätzlich grünes Licht.

Darunter sind sicherheitsrelevante Dienste, etwa der Download von Security-Updates, sodass Apples Ansatz prinzipiell verständlich ist. Aber falls es Spionagewerkzeuge auf diese Liste schaffen, könnten diese ihr Tun ebenfalls vor den Augen der Nutzer verbergen.

Die Ausschlussliste hat Apple mit macOS 10.15 Catalina eingeführt. Auf Catalina sind Netzwerkfilter noch als Network Kernel Extensions implementiert und können umfassend in den IP-Verkehr eingreifen. In macOS 11 hat Apple diese Extensions mit dem neuen „Network Extension Framework“ ersetzt. Die dazu kompatible Version



Mit dem bald erwarteten macOS 11 führt Apple neue Schnittstellen zum Programmieren von Netzwerkfiltern ein. Spezieller Apple-Verkehr lässt sich damit nicht mehr kontrollieren.

5 von Little Snitch soll mit Erscheinen dieser c't-Ausgabe verfügbar sein.

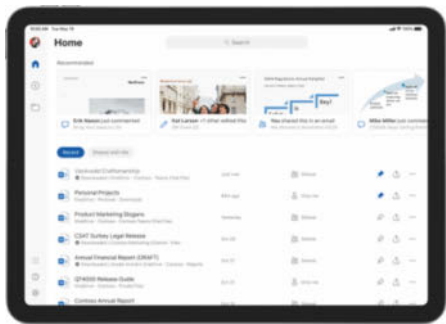
Das neue Framework verweigert Einblicke in den Verkehr von Diensten, die auf der Ausschlussliste stehen. Tools wie „Trip Mode“ können diese nicht blockieren, um Datenvolumen zu sparen, wenn der Mac seine Internetverbindung etwa per Tethering über ein iPhone aufbaut. Das kann unterwegs sinnvoll sein, aber auch bei DSL-Ausfällen. Norbert Heger, einer der Entwickler von Little Snitch, erklärte im

Gespräch mit c't: „Den Datenverkehr eigener Dienste nicht einmal einsehbar zu machen, halten wir für einen Fehler, weil es das Vertrauen ins Betriebssystem untergräbt und Apples sonst so fortschrittliche Position zum Thema Datenschutz unglaubwürdig erscheinen lässt.“

In der aktuellen Beta-Version von Big Sur lässt sich die Ausschlussliste löschen (siehe ct.de/ydhx), doch kann dann beispielsweise iMessage keine Anhänge mehr versenden. (dz@ct.de)

iPad und Microsoft Office

Microsofts Office-Apps Word, Excel und PowerPoint sind jetzt für die Steuerung per Maus und Trackpad am iPad-Tablet an-



Microsoft passt seine iPad-Versionen der Office-Suite weiter an Apples Tablet-Betriebssystem an. Nun lassen sich die Apps wie vom Desktop gewohnt auch per Maus steuern.

gepasst. Aussehen und Funktion des Cursors passen sich dem Kontext an und sollen so etwa gängige Aktionen wie die Textmarkierung vereinfachen.

Apple hat die umfassende Cursor-Steuerung mit iPadOS 13.4 eingeführt. So lassen sich gängige Bluetooth-Mäuse und -Trackpads mit dem iPad verbinden. Beim iPadOS ist der Mauszeiger (Cursor) standardmäßig ein Kreis, der Bedienelemente bei Annäherung automatisch hervorhebt; für die Textarbeit wird er zur Einfügemarke.

Für Nutzer der Desktopversion von Office sei die Bedienung **nun auf dem iPad vertraut**, schreibt Microsoft. Die Updates sollen schrittweise innerhalb von „ein paar Wochen“ an alle Nutzer ausgeliefert werden. Künftig sollen die neuen Office-Apps Designanpassungen des Startbildschirms und des Funktionsmenüs erhalten. (dz@ct.de)

Shell für das iPhone

Apple hat überraschend die „iSH Shell“ in das Angebot seines App Stores aufgenommen, sodass sich die App jetzt **direkt auf iPhones und iPads laden** lässt. iSH gründet auf Alpine Linux und enthält eine Reihe gängiger Kommandozeilenprogramme wie wget, curl und Vi.

Über die Extension „File Provider“ lässt sich iSH auch in Apples eigene Dateien-App integrieren, um weitergehenden Zugriff auf das iOS-Dateisystem zu ermöglichen. Der normalerweise zu iSH zugehörige Paketmanager APK musste gemäß Apples Bestimmungen, die das Nachladen von Software untersagen, draußen bleiben. APK lässt sich aber mittels wget leicht nachinstallieren.

iSH Shell ist kostenlos und setzt iOS ab Version 11 voraus. (dz@ct.de)

China erobert den Panel-Markt

Die koreanischen Hersteller LG und Samsung steigen aus der LCD-Fertigung aus, stattdessen übernehmen chinesische Firmen das Ruder. Die OLED-Preise sollen fallen.

Die etablierte LCD-Technik ist für die koreanischen Panel-Hersteller nicht mehr interessant, seit die Preise im Keller sind. LG will seine LCD-Fertigung in Korea einstellen und sich ab 2022 ausschließlich auf große OLEDs konzentrieren, Samsung wird Ende 2020 seine LCD-Fabriken in Korea und China aufgeben und sich auf kleine OLEDs (etwa für Smartphones) und große QLEDs (für TVs und PC-Monitore) fokussieren.

Währenddessen haben chinesische Hersteller ihre LCD-Kapazitäten kräftig ausgebaut. So will TCL respektive dessen Mutterkonzern China Star Optoelectronics Technology (CSOT) Samsungs LCD-Fabrik der Generation 8.5 im chinesischen Suzhou übernehmen und die benachbarte Modulfabrik gleich mit.

Auch der chinesische BOE-Konzern erhöht seine LCD-Kapazitäten, indem er große Teile zweier Panel-Fabriken der Generation 8.5 beziehungsweise 8.6+ von CEC Panda übernimmt; man munkelt für knapp 1,8 Milliarden US-Dollar. Damit steigt BOE zum weltgrößten LCD-Hersteller mit einem Marktanteil von fast 25 Prozent auf. Solche Wechsel gab es auch

in der Vergangenheit: Vor etwa 20 Jahren wanderte die Panel-Fertigung von Japan nach Taiwan, dann nach Korea und nun also nach China.

Kaum Abschreibungskosten

BOE erhält durch die Übernahme auch Zugriff auf die Oxide-TFT-Technik, die das Unternehmen dringend für die OLED-Fertigung benötigt. BOE dürfte damit zunächst kleine organische Displays für Mobilgeräte produzieren – und dadurch insbesondere Samsung Konkurrenz machen. Irgendwann werden OLEDs für Smart-TVs folgen, was LGs Alleinherrschaft als Produzent großer OLEDs beenden würde.

Unabhängig von OLED oder LCD werden nach Einschätzung der Branchen-Analysten von DSCC in fünf Jahren 77 Prozent aller TV-Panels und 67 Prozent aller Displays in China gefertigt. Während die koreanischen Hersteller mit jeder neuen Panel-Fabrik ein hohes finanzielles Risiko eingehen, haben die chinesischen Unternehmen nur geringe Abschreibungskosten, weil der Staat einen Großteil der Fabs finanziert. Da zudem das Personal vor Ort billiger ist, können sie künftig trotz geringerer Ausbeute an „guten“ Panels (der Yield) wesentlich günstiger produzieren, glaubt der DSCC.

Auch LG möchte seine großen OLEDs im chinesischen Guangzhou fertigen – die Fab wirft allerdings noch Probleme auf.

Multi-Cut-Mutterglas (MMG) kann die Kosten für größere Panels um etwa 20 Prozent reduzieren: Mit MMG fällt weniger Verschnitt bei den Glassubstraten an und die Materialkosten sind geringer. Dadurch sinken die Preise für OLED-TVs.

Im Vergleich zu LCDs bleiben die großen OLED-Panels aber weiterhin deutlich teurer. So kostet ein 65-Zoll-OLED-Panel aktuell etwa 850 US-Dollar, nächstes Jahr sollen es noch knapp 600 Dollar sein. Ein gleich großes LCD mit farbverstärkenden Quantenpunkten kostet dagegen schon jetzt gerade mal 300 Dollar und soll 2021 unter die 300-Dollar-Marke fallen.

(uk@ct.de)

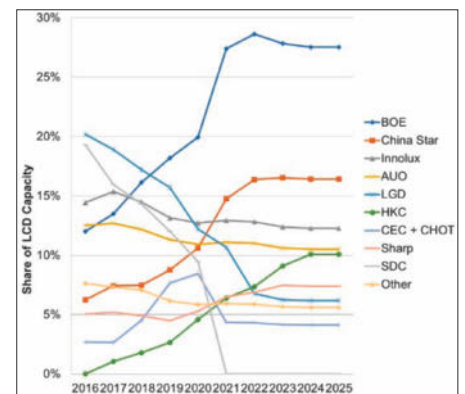


Bild: DSCC

Der chinesische BOE-Konzern steigt mit Übernahme zweier Panel-Fabriken zum weltgrößten LCD-Hersteller auf.

Ihr Business auf dem nächsten Level.

Wir bieten Hardware, Leistung und Services – alles im großen Stil.



Attraktive Preismodelle



Übernahme der gesamten Logistik-Infrastruktur



Rundumausstattung für Ihr Unternehmen



COMSPOT



Sprechen Sie uns gern an!
Tel: 040 - 790 291 919 73
www.comspot.de/business

DSL-Fritzbox mit Wi-Fi 6

AVMs Fritzbox 7530 AX funkt über zwei modernisierte WLAN-Module und liefert per Supervectoring bis zu 300 MBit/s aus dem Internet ins (W)LAN.

Mit dem ersten Wi-Fi-6-fähigen WLAN-Router für xDSL-Internetanschlüsse hat AVM sich Zeit gelassen: Das Modell 6660 für Internet per TV-Kabel erschien schon Anfang 2020 (Test in c't 6/2020, S. 79). Nun folgt die Fritzbox 7530 AX. Sie ist WLAN-seitig im 5-GHz-Band mit drei statt zwei MIMO-Streams sogar etwas besser ausgestattet als der Wi-Fi-6-Erstling.

So schafft die 7530 AX bei den üblichen 80 MHz Kanalbreite auf der Funk-

schnittstelle eine Bruttodatenrate bis zu 1800 MBit/s (6660: 1200 MBit/s). Den Einsatz eines extrabreiten 160-MHz-Kanals für die doppelte Bruttoreate unterstützt das Gerät anders als der Vorgänger jedoch nicht. Mit einem kompatiblen Client wie dem Intel AX200 erreicht die 6660 so immerhin 2400 statt 1200 MBit/s. Im 2,4-GHz-Band kommt die neue Box mit Wi-Fi-6-Technik und zwei MIMO-Streams wie die 6660 auf maximal 600 MBit/s.

Internetseitig versteht die Fritzbox 7530 AX Supervectoring-VDSL bis 300 MBit/s im Downstream (Profil 35b), in Gegenrichtung transportiert sie maximal 50 MBit/s. Diese Datenraten sollte man mit modernen WLAN-Clients (Wi-Fi 5 und 6) auch durch eine oder zwei Wände verlustfrei ausschöpfen können – solange auf den Funkbändern nicht zu viele Nachbar-WLANs gleichzeitig aktiv sind.

Weiterhin bringt der Router vier Gigabit-Ethernet-Ports fürs Heimnetz (aber keinen mit 2,5 GBit/s), einen TAE/ab-Port für ein analoges Telefon sowie eine DECT-Basis für bis zu sechs Schnurlostelefone mit. Über einen USB-Anschluss kann man Massenspeicher oder Drucker anschließen, um sie im (W)LAN zu teilen. Die mit dem aktuellen FritzOS 7.2x ausgestattete Fritzbox 7530 AX soll noch im November erhältlich sein und 169 Euro kosten. (ea@ct.de)



Bild: AVM

AVMs Fritzbox 7530 AX steckt im gleichen kompakten Gehäuse wie ihr Wi-Fi-5-Vorgänger 7530, hat aber Wi-Fi-6-WLAN, im 5-GHz-Band sogar mit 3 MIMO-Streams für maximal 1800 MBit/s brutto.

Entwicklerplatine für Wi-Fi 6

Der chinesische Netzwerkentwickler Wallys Communications hat eine Entwicklerplatine für Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) in sein Sortiment aufgenommen. Auf der 10 Zentimeter durchmessenden Platine **DR6000** sitzt das System-on-Chip Qualcomm IPQ6000 aus der Cypress-Bausteinserie. Das SoC enthält einen vierkernigen ARM-A53-Prozessor mit 1,2 GHz Taktrate, dazu kommen auf dem Board 512 MByte DDR3L-RAM, 128 MByte NAND-Flash für das Betriebssystem sowie 16 MByte NOR-Flash für den Bootloader. Als Netzwerkschnittstellen gibt es zwei Gigabit-Ethernet-Ports. Der IPQ6000 funkt gemäß IEEE 802.11ax auf 2,4 GHz und 5 GHz; dabei sind knapp 600 MBit/s beziehungsweise 1200 MBit/s brutto der Zenit. So eignet sich das Board als Prototyp für WLAN-Mesh-Nodes Wi-Fi 6. Das mitgelieferte Software Development Kit basiert

auf OpenWrt 14.07. Kleine Mengen für Entwickler verkauft der Hersteller für 200 US-Dollar pro Stück. (amo@ct.de)



Die DR6000-Entwicklerplatine nutzt Qualcomms Wi-Fi-6-Chip IPQ6000, der vier ARM-Kerne à 1,2 GHz besitzt. Daneben stecken 512 MByte RAM.

Bild: Wallys Communications

Kurz & knapp: Netze

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) hat ihren ersten Server in Betrieb genommen, der die **Zeitsynchronisation über die kryptografisch gesicherte NTP-Variante NTS** (Network Time Security) anbietet: Über ptbnts1.ptb.de darf jeder die Zeit auf seinem Host oder Server per NTS synchronisieren. Das beherrschen beispielsweise die Tools Chrony und NTPsec. NTS ist im RFC 8915 spezifiziert, an dem die PTB beteiligt war. Es sorgt unter anderem für die Authentifizierbarkeit des Zeit Servers, die Integrität von NTP-Paketen und Skalierbarkeit: Ein Server soll viele Clients versorgen können, ohne dass die Synchronisationsgenauigkeit leidet.

Nur 130 Euro kostet QNAPs frisch in den Handel gebrachter **Multigigabit-Switch QSW-1105-5T**. Alle fünf Ports des LAN-Verteilers können mit 2,5 GBit/s arbeiten, verstehen aber auch 1 GBit/s und 100 MBit/s. Der QSW-1105-5T ist laut Hersteller lüfterlos, verbraucht höchstens 12 W und ist nicht konfigurierbar.

Sapcorda, ein Joint Venture aus Bosch, Mitsubishi Electric, Geo++ und U-blox, beginnt aktuell mit den Tests zur Ausstrahlung eines **Korrektursignals für GNSS-Dienste** (GPS, GLONASS usw.) mittels geostationärer Satelliten über Europa und Mittelamerika. Der kostenpflichtige Dienst reduziert die Ortsabweichung innerhalb weniger Sekunden auf unter 10 Zentimeter – davon sollen besonders autonome Fahrzeuge, Drohnen und Schiffe profitieren.

D-Link frischt eine Reihe seiner **Gigabit-Switches** auf: Die Serie DGS-1100V2 umfasst sieben Modelle mit 5 bis 24 Ports, die zwischen 71 und 288 Euro kosten. Drei Geräte können per Power-over-Ethernet (IEEE 802.3at) WLAN-Basen, Telefone oder Kameras mit Energie versorgen. Alle sind konfigurierbar, unter anderem für Spanning Tree, Link Aggregation, IGMP und VLANs.

Günstige High-End-Grafikkarten von AMD

AMDs neue Radeon RX 6800 und 6900 sollen flüssiges Spielen in hohen Auflösungen ermöglichen. Dazu nutzt der Raytracing-fähige Navi-21-Grafikchip (nicht nur) einen cleveren Trick.

Mit den drei neuen Grafikkarten Radeon RX 6800, 6800 XT und 6900 XT buhlt AMD wieder um die Gunst von High-End-Gamern. Sie sollen 579, 649 und 999 US-Dollar kosten und ab dem 18. November direkt gegen Nvidias GeForce RTX 3070, 3080 und 3090 antreten. Während die beiden größeren Modelle die Nvidia-Karten im Preis unterbieten, setzt AMD bei der RX 6800 XT selbstbewusst einen höheren Preis an als Nvidia für die RTX 3070 (499 US-Dollar). Alle drei RX-6000-Karten sind mit 16 GByte GDDR6-Speicher ausgestattet – im Falle der 6800 ist das doppelt so viel, wie die RTX 3070 anbietet.

Bis zu 80 Compute Units à 64 Shader-Rechenkerne sorgen bei Taktraten jenseits der 2 GHz für eine Rechenleistung von mehr als 23 TFlops bei einfacher Genauigkeit. Die Compute Units verfügen jeweils über eine Hardware-Einheit zur Raytracing-Beschleunigung und – dazu passend – einen mit 128 MByte geradezu riesigen Zwischenspeicher, den AMD Infinity Cache nennt. Er soll auch helfen, die vergleichsweise geringe Transferrate des 16 GByte großen GDDR6-Grafikspeichers auszugleichen. Spezialisierte Rechenkerne für KI erwähnte AMD nicht, will aber eine zu Nvidias DLSS vergleichbare Technik zur Bildverschönerung mit Machine-Learning liefern. Auch HDMI 2.1 kommt.

Zwar schweigt AMD derzeit noch über die Leistung mit Raytracing, hat aber normale Spiele-Benchmarks gezeigt. Sie sind zwar wie alle herstellereigenen Tests mit Vorsicht zu genießen, zeigen die RX-6000-Karten aber durchaus auf Augenhöhe mit den Nvidia-Karten und in 4K-Auflösung doppelt so schnell wie die Radeon RX 5700 XT. Bereits die günstigste der drei soll schneller sein als Nvidias GeForce RTX 2080 Ti. (csp@ct.de)

AMDs RX 6800 XT ist eine PCIe-4.0-Karte im 2,5-Slot-Design mit drei Lüftern. Die RX 6900 XT soll nicht größer sein, die 6800 mit nur zwei Slots auskommen.



Bild: AMD

AMD-Radeon RX 6000

Grafikkarte: Radeon ...	RX 6900 XT	RX 6800 XT	RX 6800
Chip / Transistoren	Navi 21 „Big Navi“ / 28,6 Mrd.		
Compute Units / Shader	80 / 5120	72 / 4608	60 / 3840
Boost-Takt (typ. / max.)	2015 / 2250 MHz	2015 / 2250 MHz	1815 / 2105 MHz
Rechenleistung (FP32)	23,0 TFlops	20,7 TFlops	16,2 TFlops
Rasterendstufen / Textureinheiten	128 / 320	128 / 288	96 / 240
Grafikspeicher (Transferrate)	16 GByte GDDR6 (512 GByte/s)		
Total Board Power (TBP)	300 Watt	300 Watt	250 Watt
Display Port / HDMI	1.4 mit DSC / 2.1	1.4 mit DSC / 2.1	1.4 mit DSC / 2.1
Preis / Verfügbarkeit	999 US-Dollar / 8. Dezember	649 US-Dollar / 18. November	579 US-Dollar / 18. November



2020, 226 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-783-8



3. Auflage
2020, 270 Seiten
€ 24,90 (D)
ISBN 978-3-86490-797-5



2020, 256 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-709-8



2020, 800 Seiten
€ 49,90 (D)
ISBN 978-3-86490-316-8



2. Auflage
2020, 448 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-788-3



Wiebinger Weg 17 · D-69123 Heidelberg · fon: 0 62 21 / 14 83 40
fax: 0 62 21 / 14 83 99 · e-mail: bestellung@dpunkt.de
www.dpunkt.de

Security-Schnäppchen

Interview: Wie ein Berliner Verein Internet-Domains gratis absichert

Fachleute und Webhoster achten die Sicherheitstechnik DNSSEC für Domains als wichtig. Dennoch verbreitet sie sich nur langsam. Da überrascht ein kleiner Berliner Verein, indem er den aufwendigen Dienst einfach mal für alle gratis anbietet.

Von Monika Ermert und
Dušan Živadinović

Der Berliner DNS-Hoster deSEC hat im April 2020 seinen öffentlichen Betrieb aufgenommen und seither können sich dort Domaininhaber, aber auch Registrare gratis anmelden und ihre Domains kostenlos per DNSSEC absichern lassen. Auch DynDNS-Domains sichert deSEC gratis ab. Der Ansatz lässt an die Let's Encrypt-Initiative denken, die die Verschlüsselung des Webverkehrs erfolgreich fördert.

Die Auflösung der für Menschen leichter merkbaren Domainnamen zu den maschinenlesbaren IP-Adressen der Webserver ist aber noch weitgehend ungeschützt. Diese oft achselzuckend hingegenommene Lücke möchte deSEC stopfen. Nils Wisiol, Co-Gründer des deSEC-Vereins, erläutert, wie sich der Dienst finanziert, was am Webinterface des deSEC-Dienstes so besonders ist und was es bringt, Webhoster zu fragen, wo sie der Schuh drückt.

c't: Ein verbreitetes Sprichwort heißt: Die Schuster tragen die schlechtesten Schuhe. Sind Ihre privaten Domains abgesichert?

Nils Wisiol (lacht): Unsere Domains waren sogar unter den ersten, die wir bei deSEC gehostet haben! Das war sogar der Anlass, deSEC zu gründen. Peter Thomassen [Mitgründer von deSEC, Anm. d. Red.] und ich sind auch im Webhosting-Business unter-

wegs und wir wollten vor einigen Jahren zum Schutz der Domains unserer Kunden Zertifikat-Fingerprints im DNS veröffentlichen. Unser damaliger DNS-Hoster konnte das aber nicht, also legten wir selbst los.

c't: Die allermeisten Hosting-Angebote enthalten bereits Dienste zum Veröffentlichen der Domainnamen im DNS. Weshalb sollte jemand einen separaten DNS-Hosting-Dienst nehmen?

Wisiol: Weil den meisten Providern die Sicherheitstechnik DNSSEC und damit auch anderes mehr fehlt. Domaininhaber können über unseren Dienst sogar Zertifikate bei Let's Encrypt automatisch beantragen. Die Szene ist aber etwas träge, was auch daran liegt, dass der Security-Gewinn kaum sichtbar ist. Auch haben sich die Registrare an ihre Systeme gewöhnt, die zwar stabil sind, aber einen Bogen um DNSSEC machen. Never change a running system – das war der Eindruck, den wir in Telefon-Interviews mit Webhostern und Rechenzentren gewonnen haben.

Aber als wir nach den „Pain Points“ fragten, also „Was stört Sie an Ihrer bisherigen DNS-Lösung?“, hieß es oft „Wir können es nicht richtig skripten“ und „Die grafische Oberfläche ist schlecht“. Also haben wir beschlossen, diese Pain Points in unserem Projekt anzugehen. Das Ergebnis ist eine REST-API, auf die wir stolz sind, und eine übersichtliche GUI, die es aber in sich hat.

c't: Was unterscheidet sie von anderen?

Wisiol: Ein einfaches Beispiel: MX-Records für Mail-Server bestehen aus zwei Werten, einer Gewichtung wie „10“ und einem Domainnamen wie „mail.example.com“. Viele DNS-Anbieter erwarten diese Werte in verschiedenen Feldern. Das ist lästig, wenn Sie zahlreiche Einträge machen wollen. Man kann nicht einfach den String „10 mail.example.com“ auf einmal hineinpasten. Andere DNS-Anbieter ver-

wenden zwar ein einziges Feld, aber dann ist die Syntax unklar.

Bei uns ist es ein Hybrid-Feld: Technisch sind es zwar zwei, aber es sieht aus wie eins und Sie können sowohl „10 mail.example.com“ in einem Rutsch reinkopieren als auch die Felder einzeln befüllen. Jedes Teilfeld hat seine eigene reaktive Validierung, also Live-Rückmeldung. Die GUI stellt sicher, dass die Formate der Eingaben korrekt sind. Sie können einfach drauflostippen und wenn Sie die Leertaste drücken, wandert der Cursor ins zweite Feld. Und mit Backspace zurück. Das Ganze basiert auf Vue.js, einem Frontend-Framework in JavaScript.

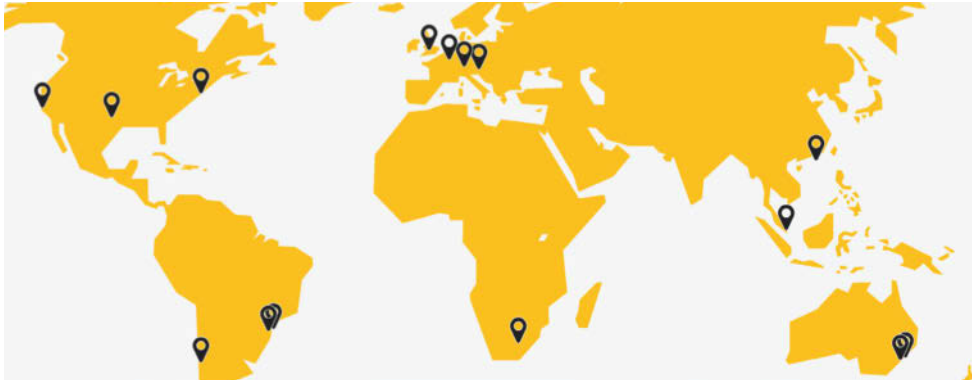
c't: Was bedeutet deSEC?

Wisiol: Uns war wichtig, dass wir deutschem Datenschutz unterliegen, obwohl es die DSGVO noch nicht gab, als wir angefangen haben. Das wollten wir im Namen ausdrücken. Die DENIC macht das ja auch. Da steht die Abkürzung für „Deutsches Network Information Center“. Wir haben den Ansatz mit DNSSEC verheiratet und heraus kam deSEC.

c't: Ihre Webseite wirkt mit nur wenigen Bedienelementen sehr klar und selbst auf Smartphones funktional. Dahinter läuft aber sicherlich ein komplexes Backend. Lässt sich das kurz beschreiben, was da für ein Räderwerk im Stillen arbeitet?

Wisiol: In der Tat gibt es im Hintergrund eine Menge Komponenten, die geräuschlos zusammenarbeiten: Webserver, unsere deSEC-Applikation, Signaturserver, ein Nameserver, dazu jeweils eine Datenbank. Dazu kommen Dienste zur Koordination, zum Beispiel VPN-Server für die Replikation, Prometheus-Instanzen für die Systemüberwachung, ein Scheduler für den Mail-Versand und vieles mehr. Es ist eines unserer Hauptziele, die ganze Komplexität vom Nutzer fernzuhalten. Freut mich, dass das anscheinend klappt!

Bild: deSEC



DNS-Hoster müssen zwecks kurzer Antwortzeiten auf allen Kontinenten präsent sein. deSEC bietet seine kostenlosen DNS-Dienste über 15 weltweit verteilte Server an.

c't: Was genau passiert, wenn man eine Domain auf der deSEC-Seite einträgt?

Wisiol: Sie brauchen erst mal einen Account, Sie müssen also eine Mail-Adresse angeben, und dazu einen Domainnamen, den Sie bei uns hosten wollen. Wenn Sie auf den Verifizierungs-Link klicken, den wir Ihnen schicken, wird Ihr Account aktiviert und wir tragen Ihre Domain ins weltweite Domain Name System ein.

Außerdem erzeugen wir ein Schlüssel-paar für DNSSEC und legen eine Art Tabelle an, in die Sie später die DNS-Einträge nach Lust und Laune einpflegen können. Diese wird bei jeder Änderung mit unseren 15 globalen Standorten synchronisiert. Die Server hören auf die Namen ns1.desec.io und ns2.desec.org und können dann umgehend DNS-Anfragen für Ihre Domain beantworten.

Schließlich müssen Sie noch Ihrem Registrar sagen, dass Ihre Domain DNSSEC nutzt und unsere Nameserver nennen, damit DNS-Anfragen für Ihre Domain auch tatsächlich bei uns landen.

c't: Wie viele Heinzelmännchen haben diese Maschinerie aufgebaut und in welcher Zeit?

Wisiol: Es gibt im Wesentlichen zwei Heinzelmännchen und wir arbeiten daran seit 2014. Die allermeiste Zeit lief das aber mit geringer Priorität, Doktorarbeiten und andere Dinge waren erst mal wichtiger. Seit Februar 2019 unterstützt uns die Firma SSE aus Berlin und so können wir mit etwa einem Vollzeitäquivalent an deSEC arbeiten.

c't: Wie kommt ein kleiner Verein an ausreichend schnelle Rechner und Leitungen in den diversen Rechenzentren weltweit?

Wisiol: So wie alle anderen, wir haben Angebote von Rechenzentren eingeholt und ge-

schaht, welche unsere Anforderungen erfüllen. Wir sind dann bei zwei Dienstleistern gelandet. Der eine betreibt sieben Server für ns1.desec.io und der andere acht Server für ns2.desec.org. Wir setzen Anycast-Routing ein, damit Anfragen immer regional beantwortet werden.

Das ist teuer. Vor allem als Managed-Dienstleistung ist das ein echtes Nischenprodukt. Auch da spielt SSE eine wichtige Rolle: Sie stellen die Ressourcen für ns1.desec.io und bald auch für ns2.desec.org. Andere Kosten, zum Beispiel für das Backup und das Monitoring finanzieren wir aus Spenden. Wir suchen aber auch nach Kooperationspartnern, allein schon damit wir die Last auf mehrere Schultern verteilen können.

c't: Haben Sie Bammel vor DDoS-Attacken?

Wisiol: Nee, gar nicht. Unsere Netzwerke sind geschützt. Die Rechenzentren analysieren den Traffic und leiten ihn bei Bedarf über ein Scraping-Datacenter um, das ziemlich dicke Leitungen hat und dann nur den gefilterten Teil an unsere Server gibt. Wir haben das getestet und es funktioniert gut. Der Impact so einer Attacke wäre also stark reduziert oder sogar unmerklich.

Wie sehen die Planungen für die nahe Zukunft aus?

Wisiol: Wir sind aktuell in spannenden Verhandlungen. Am liebsten ist uns, wenn nicht nur einzelne Domaininhaber zu uns wechseln, sondern ganze Webhoster – da ist der Impact einfach größer. Aber es haben auch schon zwei Betreiber von Top-Level-Domains angefragt, ob wir das DNS für ihre Endung hosten können. Das ist mit erheblichem Aufwand verbunden, aber auch da lautet unsere Antwort: ja! (dz@ct.de) **ct**

SmartXcan



Plug'n'Play StarterSet
inkl. Stele und PoE-Injektor
895,- Euro

AUTOMATISCH GENAU FIEBER MESSEN

- selbsterklärend
- sekundenschnell
- berührungslos

Die normgerechte IoT-Lösung zur exakten Messung der Körpertemperatur im Kampf gegen COVID-19.

Bereits 1000-fach in über 40 Ländern bewährt!

kentix.com

Hurra, die Konsolen sind da

Vor Start ausverkauft: Hype um Playstation 5 und Xbox Series X & S

Nach sieben Jahren steht die neue Konsolengeneration in den Startlöchern: Die neuen Xboxen (Series X und Series S) von Microsoft kommen am 10. November in den Handel, Sonys Playstation 5 am 19. November. c't hat schon mal probegespielt.

Von Jan-Keno Janssen und Mark Mantel

Alle sieben Jahre kommt eine neue Konsolengeneration: Zumindest für die Geräte von Sony und Microsoft gilt diese Bauernregel seit 20 Jahren, wenn man kleine Upgrades wie die PS4 Pro übersieht. Und weil es so eine neue Generation nur so selten gibt, ist die Aufregung entsprechend groß – und offenbar auch die Kauflust: Sowohl Sonys Playstation 5 (mit und ohne Laufwerk) als auch Microsofts Xbox Series X waren sofort nach Ankündigung der Vorbestellungsphase ausverkauft; und auch die von den Herstellern versprochenen mehreren „Vorbestellungs-Wellen“ hielten nur wenige Stunden oder sogar Minuten. Wer Stand heute noch keine Bestellbestätigung in der Hand hat, wird recht wahrscheinlich vor Weihnachten nicht in den Genuss der neuen Konsolen kommen. Lediglich die im Vergleich zu PS5 und Xbox Series X extrem abgespeckte Xbox Series S ist vorbestellbar – ein Indikator dafür, dass das 300-Euro-Gerät nicht so beliebt ist wie erhofft.

Kurz vor Redaktionsschluss sind Testmuster aller Konsolen in der c't-Redaktion eingetrudelt, leider zu spät, um den ausführlichen Test noch in diese Ausgabe zu bekommen. Die ersten Lautstärkemessungen sind aber bereits durch: Die PS5 tönt bei Volllast mit zahmen 0,4 Sone, die Xbox Series X sogar nur mit 0,2 Sone. Auch beim Videoabspielen säuselt die Xbox mit 0,2 Sone, die PS 5 liegt hier unter der Messgrenze. Das ist deutlich

weniger als beispielsweise die PS4 Pro, die in Fachkreisen auch als „Düsenjet“ bekannt ist.

Xbox Series X schneller ...

Ansonsten können wir in Sachen Hardware vorerst nur die Papierform beurteilen: Microsoft kommt hier mit seiner Xbox Series X dank höher getaktetem Prozessor und stärkerer Grafikeinheit etwas besser weg. Beide Hersteller haben ihre System-on-Chip (SoCs) erneut zusammen mit AMD entwickelt, weshalb die Architekturen nahezu identisch sind. Als Basis dienen AMDs CPU-Kerne Zen 2 und RDNA-2-GPUs – jene Grafikarchitektur, die auch bei der Desktop-Serie Radeon RX 6000 zum Einsatz kommt. RDNA 2 bietet eine hohe Energieeffizienz und beispielsweise Hardware-Beschleunigung für Raytracing-Grafikeffekte.

Microsoft und Sony haben sich für acht Zen-2-Rechenkerne mit Simultaneous Multithreading (SMT), also 16 Threads, entschieden. Verglichen mit den Jaguar-CPU-Kernen der Xbox One (X) und Playstation 4 (Pro) steigt die CPU-Leistung rasant – Entwickler können damit zum Beispiel komplexere Spiele-KIs gestalten. Die Xbox Series X bietet dank hö-

herer Taktfrequenz etwas mehr CPU-Leistung als die Playstation 5, der Unterschied dürfte in Spielen aber kaum auffallen.

Bei der integrierten Grafikeinheit wächst der Abstand zwischen Xbox Series X und PS 5. Microsoft verwendet einen Chip, der im Vollausbau 56 Compute Units bietet, allerdings bei der Xbox Series X nur 52 funktionsfähige. Sony bringt in seinem Kombiprozessor 40 Compute Units unter, von denen 36 in der Playstation 5 aktiv sind. Sony verringert das Defizit mithilfe von Taktfrequenz: 2230 MHz sind selbst verglichen mit Desktop-Grafikkarten viel. Microsoft hat sich dagegen auf 1825 MHz festgelegt. Daraus ergibt sich eine theoretische FP32-Rechenleistung von 12 TFlops (Xbox Series X) gegen 10,3 TFlops (PS 5). Die kleine Xbox Series S fällt mit 4 TFlops deutlich ab.

... auf dem Papier

Von der hohen Taktfrequenz verspricht sich Sony Vorteile, welche die TFlops-Angaben nicht verdeutlichen würden: Takt skaliert bei der Performance nahezu linear, während die Mehrleistung bei zusätzlichen Compute Units wegen der schwierigeren Auslastung abnimmt. Zu-



Die neuen Konsolen (von links): Playstation 5 mit Blu-ray-Laufwerk, Playstation 5 Digital Edition ohne Laufwerk, Xbox Serie X und Xbox Series S.

dem profitieren auch Frontend und Caches von mehr Takt – die GPU lässt sich quasi schneller füttern. Ob das ausreicht, um zu Microsoft aufzuschließen, ist allerdings fraglich, zumal die GPU der Xbox Series X auf schnelleren Grafikspeicher zurückgreifen kann. 16 GByte GDDR6-RAM, asynchron aufgeteilt auf sechs 2-GByte-Chips und vier mit 1 GByte, hängen an 320 Datenleitungen. Für die Grafikeinheit stehen 10 GByte mit 560 GByte/s zur Verfügung, die weniger bandbreitenhungrige CPU bekommt 3,5 GByte mit 336 GByte/s. Sony setzt auf 8 × 2 GByte GDDR6 an 256 Datenleitungen, was durchgehend 448 GByte/s ergibt. Die Übertragungsrate zwischen GPU und RAM ist folglich 20 Prozent langsamer als bei der Xbox Series X.

Zudem greift Sony auf einen Trick zurück, der bei Spiele-PCs schon seit vielen Jahren üblich ist: Boost. Bei den Geschwindigkeiten von CPU und GPU der Playstation 5 handelt es sich lediglich um „bis zu“-Angaben. Die PS 5 darf einen festgelegten (nicht genannten) Stromverbrauch nicht überschreiten und kann infolgedessen ihre Taktfrequenzen drosseln. Laut Sonys Chefarchitekt Mark Cerny bekämen Spieler davon zwar nichts mit, für Spieleentwickler bringt Boost aber eine unsichere Komponente ins System. Gerade bei tief gehenden Konsolenoptimierungen wollen Entwickler genau wissen, wie sich die Hardware verhält. Microsoft verspricht dagegen, dass die Xbox Series X zu jedem Zeitpunkt ihre Taktfrequenzen halten kann.

Xbox Series X und Playstation 5 liegen in Sachen Rechenleistung näher beieinander als ihre Vorgänger: 12 gegen 10,3 TFlops entspricht einer Differenz von knapp 17 Prozent. Zwischen der Xbox One X und PS4 Pro lagen 43 Prozent (zugunsten

Microsoft), zwischen der Xbox One und PS4 immerhin 40 Prozent (zugunsten Sony).

Fazit

Es kann endlich losgehen mit der neuen Konsolengeneration – wovon auch die PC-Spieler profitieren: Bei Multiplattformtiteln musste bislang immer Rücksicht auf die in die Jahre gekommenen Playstation 4 (Pro) und Xbox One (X) genommen werden. Was sich bereits abzeichnet: Die Kaufentscheidung Richtung Microsoft oder Sony wird diesmal weniger von der Rechenpower bestimmt, sondern von ganz anderen Faktoren. So punktet die PS5 mit dem innovativen DualSense-Controller, dessen Schultertasten je nach Situation unterschiedlichen Widerstand bieten. Außerdem wurde das Force-Feedback immens verbessert. Das klingt nach Kleinkram, fühlt sich in der Praxis aber ziemlich revolutionär an. In dem auf jeder PS5 vorinstallierten Jump'n'Run Astro's Playroom spürt man zum Beispiel deutlich den Widerstand, wenn man gegen Sandsturm kämpft, man meint sogar einzelne Sandkörner zu fühlen.

Die Xbox Series X und die Series S dagegen sind für Vielspieler reizvoll: Statt jedes Spiel einzeln zu kaufen, kann man hier ab 9 Euro im Monat ein Game-Pass-Abo abschließen und hat damit Zugriff auf eine große Spielebibliothek. Das Konzept „Netflix für Gamer“ hat Potenzial – die Zeit wird zeigen, ob Microsoft damit Branchenprimus Sony Marktanteile abknöpfen kann. (jkj@ct.de) **ct**

Neue Spielkonsolen

Konsole	Playstation 5 / PS 5 Digital Edition	Xbox Series X	Xbox Series S
Prozessor			
Architektur	AMD Zen 2	AMD Zen 2	AMD Zen 2
Kerne / Threads	8 / 16	8 / 16	8 / 16
CPU-Takt	bis zu 3,5 GHz	fest 3,6 / 3,8 GHz (mit / ohne SMT)	fest 3,4/ 3,6 GHz (mit / ohne SMT)
Grafikeinheit			
Architektur	AMD RDNA 2	AMD RDNA 2	AMD RDNA 2
Compute Units / Shader	36 / 2304	52 / 3328	20 / 1280
GPU-Takt	bis zu 2230 MHz	fest 1825 MHz	fest 1565 MHz
Rechenleistung	10,3 TFlops	12 TFlops	4 TFlops
Speicher			
Menge / Typ	16 GByte / GDDR6	16 GByte / GDDR6	10 GByte / GDDR6
Interface	256 Bit	320 Bit	k. A.
Übertragungsrate	448 GByte/s	10 GByte @ 560 GByte/s, 6 GByte @ 336 GByte/s	8 GByte @ 224 GByte/s, 2 GByte @ 56 GByte/s
Datenträger			
Kapazität / Typ	825 GByte / Custom-PCIe-SSD	1 TByte / Custom-PCIe-SSD	512 GByte / Custom-PCIe-SSD
SSD-Geschwindigkeit	5,5 GByte/s roh, 9 GByte/s komprimiert	2,4 GByte/s roh, 4,8 GByte/s komprimiert	2,4 GByte/s roh, 4,8 GByte/s komprimiert
Preis	499 € (399 € in der Digital Edition ohne Blu-ray-Laufwerk)	499 €	299 €
Verkaufsstart	19. November 2020 (12. November in USA, Japan, Mexiko, Australien & Südkorea)	10. November 2020	10. November 2020

MQTT im Schaltschrank



Eigenes Netzwerk. Eigener Broker.

Mit der **MQTT.box** einen eigenen MQTT-Broker betreiben.

Alles in eigener Hand:

- Benutzerverwaltung
- Keine externe Cloud
- On-Prem



wut.de/mqttbox

W&T
www.WuT.de

HDMI-2.1-Zwickmühle

Auf der Suche nach einer Lösung fürs Chip-Debakel

Eine von c't entdeckte HDMI-Panne macht Probleme bei AV-Receiver im Zusammenhang mit der neuen Xbox Series X. Während sich Beteiligte gegenseitig die Schuld zuschieben, müssen Nutzer vorerst mit Einschränkungen bei der Bildqualität leben.

Von Nico Jurran

Ein c't-Bericht in der vergangenen Ausgabe hat hohe Wellen geschlagen: Durch eine Panne des Chipherstellers Panasonic Solutions (mittlerweile Nuvoton Technology Corporation Japan) sind sämtliche HDMI-2.1-tauglichen Receiver von Denon, Marantz und Yamaha nicht in der Lage, Videos in 4K-Auflösung mit 120 Bildern pro Sekunde und erhöhtem Kontrastumfang von Microsofts Xbox Series X (XSX) an einen passenden Fernseher zu übertragen [1].

Sound United (Denon/Marantz) bestätigte mittlerweile das Problem offiziell, vermied mit Begriffen wie „Gaming-Quellgerät“ aber, die XSX namentlich zu erwähnen. Das dürfte in Microsofts Interesse sein, da nach aktuellem Kenntnisstand HDMI 2.1 bei der Konsole selbst fehlerfrei umgesetzt ist.

Yamaha bestätigte den Bug erst etwas später – und benutzte dabei ähnliche Formulierungen. In den AV-Receiver RX-V6A und -V4A des Herstellers arbeiten ebenfalls HDMI-Chips von Panasonic Solutions mit dem Bug – der Fehler tritt aktuell aber nicht auf, da bei den Geräten HDMI 2.1 noch nicht per Update aktiviert wurde.

Keine Probleme sollen die AV-Receiver mit Sonys Playstation 5 haben, die zwar mit FRL („Fixed Rate Link“) dasselbe Verfahren bei der HDMI-2.1-Übertragung wie die XSX nutzt, die Videobits aber (verein-

facht ausgedrückt) in einem anderen Muster über die Leitungen laufen lässt. Zwar stand bis Redaktionsschluss kein 4K120-Titel für die PS5 für einen abschließenden Test bereit, c't konnte aber ein Bild mit FRL per HDMI 2.1 mit hoher Bandbreite über einen Denon-Receiver AVR-X2700H zu einem LG-TV CX leiten. Bei den auffällig gewordenen Nvidia-Grafikkarten der RTX-30-Serie besteht Hoffnung, dass sich die Übertragungsschwierigkeiten per Software-Update beseitigen lassen (siehe Kasten).

Hinter den Kulissen

Sound United rät als Workaround, den Zuspäher direkt an den Fernseher anzuschließen und den Ton von der Quelle über den HDMI-Rückkanal (ARC oder eARC) zum Receiver zu leiten. Alternativ

könnte man die Videoausgabe auf 4K mit 60 Hertz stellen.

Zudem werden die HDMI-2.1-tauglichen AV-Receiver wohl weiterhin die Übertragung von 4K120 mit 8 Bit Farbtiefe, ohne HDR und mit 4:2:0-Farbunterabtastung mit dem bisherigen Verfahren TMDS („Transition-Minimized Differential Signaling“) über HDMI 2.0 ermöglichen. Dies ist zwar an sich nicht zulässig, nach c't-Informationen gibt das Technikonsortium HDMI Forum den Herstellern im vorliegenden Fall für dieses „Schmalspur-4K120“ als Notlösung aber eine „Gnadenfrist“ (Grace Period) von 18 bis 24 Monaten – solange sie diese nicht bewerben, weshalb sie als offizielles Workaround wohl nicht auftauchen wird.

Derweil brodeln es hinter den Kulissen gewaltig, auch weil die Receiver-Hersteller



Tests im c't-Labor passen bislang zu den Angaben der Hersteller, dass die AV-Receiver keine Probleme bei der HDMI-2.1-Übermittlung mit Videosignalen von Sonys Playstation 5 haben.

nun zu hören bekommen, bei der Qualitätssicherung geschluppt zu haben. Andere sehen eine Mitschuld beim HDMI Forum, das die FRL-Übertragung bei HDMI 2.1 ihrer Meinung nach unnötig kompliziert gestaltet habe.

Laut c't-Information gibt es tatsächlich über 60.000 mögliche Muster für die FRL-Übertragung, von denen Panasonic Solutions nach aktuellem Stand zwölf fehlerhaft in seine HDMI-Chips implementiert hat – von denen die Xbox Series X ausgerechnet welche benutzt. In diesem Zusammenhang verweisen Brancheninsider gerne darauf, dass Panasonic als frühere Mutter von Panasonic Solutions selbst (Gründungs-)Mitglied des HDMI Forums ist und damit wohl auch in der Schaffung des neuen Standards involviert war.

Ein großes Reizthema ist und bleibt auch die Überprüfbarkeit der korrekten Umsetzung der HDMI-2.1-Spezifikation. So erhielt c't von einem Hersteller die Information, dass es bis heute keine passende Testspezifikation für Repeater (AV-Receiver) gibt – weshalb man sich notgedrungen mit denen für Quellen (Zuspäher) und Senken (Displays) behilft. Analyse-Geräte, die sämtliche FRL-Muster überprüfen, seien sogar erst zu dem Zeitpunkt verfügbar gewesen, als sich die Probleme gerade im Zusammenspiel mit ersten Vorserienmodellen der Xbox Series X zeigten – und die Produktion der Receiver bereits lief.

Die Kunden interessiert natürlich vor allem, wann ihre AV-Receiver den versprochenen Funktionsumfang bieten werden. Ein Lichtblick: Sound United will in Kürze einen Zeitplan zur Umsetzung einer dauerhaften Lösung vorlegen. Die Chancen stehen gut, dass diese in einem Board-Aus-

tauschprogramm besteht, das sich über Monate hinziehen wird. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Nico Jurrán, Glitchige HDMI-Verbindung, HDMI 2.1: Probleme mit Xbox Series X, Nvidia-Karten und AV-Receiver, c't 23/2020, S. 14

HDMI 2.1 und Nvidia-Karten: Lage ernst, aber nicht hoffnungslos

Im Rahmen der Recherche zu den fehlerhaften HDMI-2.1-Chips in AV-Receiver hatte c't auch Probleme mit einer Karte vom Typ Nvidia RTX-3080 festgestellt, von der ein über einen AV-Receiver Denon AVR-X2700H angeschlossener Fernseher vom Typ LG CX kein 4K-Bild mit 120 Hertz und HDR erhielt. Die Direktverbindung zum TV hingegen klappte.

c't machte sich daher gemeinsam mit Sound United (Denon/Marantz) und dem Heimkino-Händler Patrick Schappert (Grobi.TV) daran, zu klären, worauf die Probleme zurückzuführen sind.

Schließlich gelang es, von einer Gigabyte Gaming OC RTX3080 (mit „Game Ready“-Treiber in der Version 456.71) über einen AV-Receiver Marantz SR7015 (mit gleichem HDMI-Chip wie das genannte Denon-Modell) an einen LG CX ein 4K-Bild mit 120 Hertz zu transferieren – im FRL-Verfahren und auch mit HDR.

Bei den Tests zeigte sich aber auch, dass die Verbindung nicht im vollen Umfang funktioniert. So schlug die Übertragung über den AV-Receiver fehl, wenn diese mit variabler Bildrate (VRR) erfolgen sollte, was bei der Direktverbindung von Grafikkarte und TV problemlos klappte. Generell erwies sich der 4K120-Bildtransfer von der Karte über den Receiver als sehr fragil. Einmal brach die Verbindung schon zusammen, als nur ein Netzkabel in den PC gesteckt wurde, ein anderes Mal beim Wechseln der Auflösung. Ebenfalls kritisch war es, wenn man am AV-Receiver auf einen anderen HDMI-Eingang und dann wieder zurück wechselte.

c't hat Nvidia auf die Probleme hingewiesen, eine Rückmeldung traf bis Redaktionsschluss noch nicht ein. Die Ergebnisse lassen aber darauf schließen, dass sich die Probleme mit Updates aus der Welt schaffen lassen.

WIBU
SYSTEMS

CodeMeter – Katalysator der IoT-getriebenen Wirtschaft

Profitieren Sie von einer ausgereiften Technologie.

- Schützen Sie Ihre Software vor Piraterie und Reverse Engineering.
- Sichern Sie die Integrität Ihrer Produkte vor Manipulation.
- Implementieren Sie lizenzbasierte, leicht anpassbare Geschäftsmodelle.



Warten Sie nicht länger!
Schützen Sie Ihre Produkte
jetzt **[s.wibu.com/sdk](https://www.wibu.com/sdk)**



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



SECURITY
LICENSING
PERFECTION IN PROTECTION

Übermenschlicher Spracherkenner

Nach wenigen Augenblicken gibt ein neues Spracherkennungssystem aus Deutschland Texte aus amerikanischen Plaudereien wieder. Das System versteht den Wortlaut besser als menschliche Zuhörer.

Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben erstmals eine KI entwickelt, die spontane Sprache besser versteht als die meisten Menschen. Zudem konnten die Entwickler die Rechenzeit ihres Spracherkenners gering halten: Mit einer Latenz von 1,75 Sekunden erreichte ihr neuronales Netz beim englischsprachigen Switchboard-Benchmark eine Fehlerquote von 5,0 Prozent. Menschen liegen in diesem Benchmark in der Regel zu 5,5 Prozent falsch. Der sogenannte Switchboard conversational corpus umfasst etwa 2500 Unterhaltungen mit 500 verschiedenen Sprechern und gilt international als Standardtest für Spracherkennung. Damit schiebt sich die KIT-Lösung international deutlich in Führung vor Systeme von Microsoft, Google und IBM.

Der Rekord-Spracherkenner ist die zentrale Komponente des Lecture Translator, eines automatischen Übersetzungssystems, das seit 2012 Vorlesungen in Karlsruhe in verschiedenen Sprachen mitschreibt. Seit dem Start sammeln die For-

scher Erfahrungen mit typischen Problemen spontaner Sprache wie Stottern, Satzabbrüchen, Verzögerungslauten („äh“) und genuschelten Begriffen. „Unsere Stärken liegen in der Grundlagentechnik“, sagt Dr. Sebastian Stüker, Gruppenleiter für multilinguale Spracherkennung. Das KIT-Team setzt für seinen Spracherkenner auf neuronale Netze in Encoder-Decoder-Architektur, kombiniert dabei aber bisher konkurrierende Ansätze wie LSTM (Long short-term memory) und die Attention-Layer des Transformer-Ansatzes. „Zudem haben wir im Training neuronaler Netze

die Minimierung der Verlustfunktion modifiziert und so die Latenz verringert“, berichtet Stüker.

Die Berechnungszeit des Erkenners ist nun variabel einstellbar. Mit 1,3 Sekunden konnten die Forscher bereits die Fehlerquote menschlicher Zuhörer knacken, darüber liegen sie deutlich besser. Für die deutsche Spracherkennung laufen derzeit Trainingszyklen. Auch hier zeichnen sich Verbesserungen ab, allerdings steht den Forschern dafür noch kein vergleichbar anerkannter Benchmark zur Verfügung.

(agr@ct.de)



Bild: KIT

In Karlsruher Vorlesungen kommt der bislang beste Spracherkenner zum Einsatz, um live Mitschriften in unterschiedlichen Sprachen anzufertigen.

Tischtuch erspürt Zutaten

Ein Forscherteam aus Partneruniversitäten und Microsoft Research hat einen **interaktiven Stoff für die Objekterkennung** entwickelt. Als Prototyp stellten die Forscher „Capacitivo“ vor, ein Tischtuch mit zwölf mal zwölf aufgebrauchten Elektro-

den. Diese wirken als kapazitive Sensoren und dienen dazu, nichtmetallische Objekte aufgrund ihrer Auflagefläche und ihres Materials zu unterscheiden.

In ersten Versuchen bestimmten die Forscher 20 Alltagsgegenstände, darunter Obst verschiedener Sorten, Geschirrtile und Persönliches, wie etwa ein Buch oder eine Kreditkarte. Sie trainierten ein neuronales Netz, die Unterschiede zwischen den Gegenständen auf Capacitivo zu erkennen. In ihrer Veröffentlichung berichten sie nun, dass ihr intelligentes Tischtuch die Objekte aus der gelernten Sammlung mit einer Trefferrate von 94,5 Prozent korrekt zuordnete. Für die Zukunft denken sie zum Beispiel an ein Stofftuch, dass darauf abgelegte Zutaten erkennt und dem Anwender dazu ein Kochrezept vorschlägt.

(agr@ct.de)

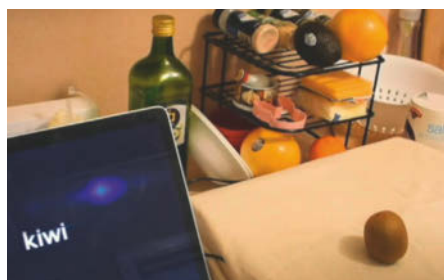


Bild: Microsoft Research

Das Tischtuch erkennt die Kiwi mittels kapazitiver Sensorik und künstlicher Intelligenz.

Spezialfenster erzeugen Strom

Mit einer neuen Art selbstverdunkelnder Fensterscheiben wollen Forscher des National Renewable Energy Laboratory in Golden/Colorado Solarstrom gewinnen und zugleich den Stromverbrauch durch Klimaanlage verringern. **Thermochrome Photovoltaik** nennen sie ihre Entwicklung: ein Sandwich aus zwei Glasscheiben mit einer Innenschicht aus Perowskit-Kristallen. Steigt die Temperatur des Fensters, so verdunkeln diese Kristalle zwischen 35 und 46 Grad Celsius zunehmend die Scheiben. Gleichzeitig lässt sich mit den Perowskit-Kristallen elektrische Energie gewinnen, wie NREL-Forscher Bryan Rosales erklärt. Er hofft, dass bereits in einem Jahr Prototypen der stromerzeugenden Fenster bereitstehen können. (agr@ct.de)

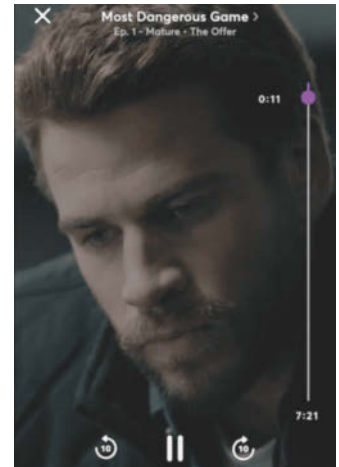
„Handy-Streamingdienst“ Quibi schon am Ende

Der erst Anfang April in den USA gestartete Videostreamingdienst „Quibi“ wird wieder eingestellt. Das Konzept des schnellen Videogenusses auf dem Smartphone konnte sich in Zeiten von Corona und Homeoffice nicht durchsetzen.

Die Gründer des Videostreamingdienstes „Quibi“, der Ex-Filmstudio-Chef Jeffrey Katzenberg und die ehemalige eBay- und HP-Chefin Meg Whitman, haben gegenüber Investoren mitgeteilt, dass der Dienst nach rund sechs Monaten wieder eingestellt wird. Quibi war speziell für den schnellen Videogenuss unterwegs konzipiert – beispielsweise auf der Fahrt mit der S-Bahn ins Büro oder im Wartezimmer eines Arztes. Dafür wurden komplette Spielfilme als „Movies in Chapters“ in Häppchen von 7 bis 10 Minuten Länge serviert. Außerdem passte Quibi Inhalte und Bedienoberfläche auf die jeweilige Ausrichtung des Smartphones an.

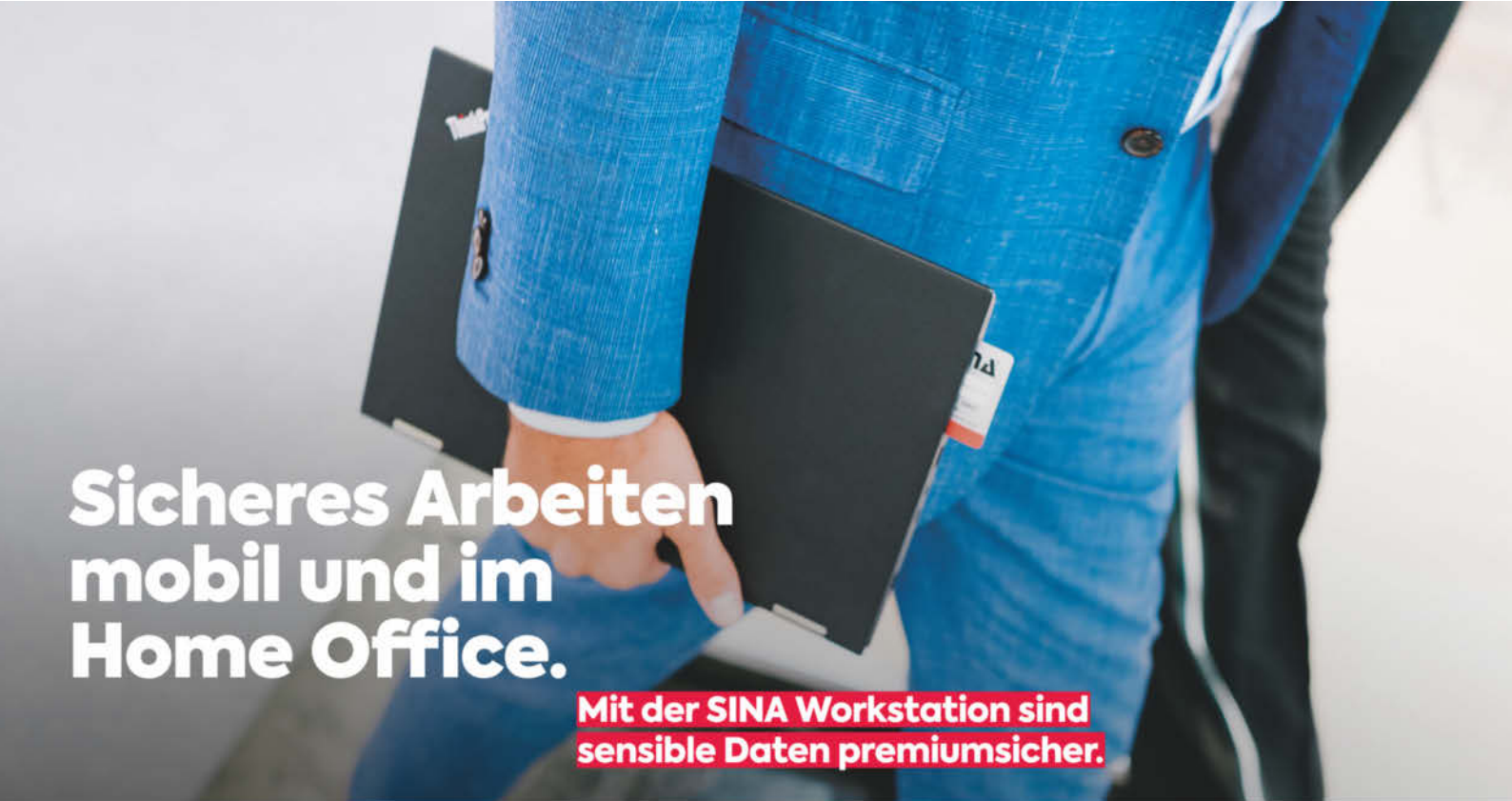
Auch Europäer konnten Abonnenten werden, mussten nach einer dreimonatigen kostenlosen Probephase allerdings 8,99 Euro pro Monat für die werbefreie Variante bezahlen, während US-Kunden auch eine billigere Alternative mit Werbung (für 4,99 Dollar pro Monat) buchen konnten. Bereits im Sommer gab es jedoch Berichte, wonach Quibi nach der Testphase satte 92 Prozent seiner Nutzer verloren habe. Die Betreiber bestritten dies, nannten aber selbst keine Zahlen und räumten Probleme ein – und lieferten schnell die auch im Test (c't 10/2020, S. 50) vermisste Casting-Funktion zum TV nach.

Katzenberg und Whitman sammelten nach US-Medienberichten für den Dienst 1,75 Milliarden Dollar von Investoren ein, von denen gerade einmal 350 Millionen übrig sein sollen. Diesen Rest erhalten die Investoren, zu denen auch NBC Universal und Disney gehört haben, nach einem Bericht des Wall Street Journals nun zurück. Für Quibi waren Originals mit bekannten



Quibis Oberfläche war speziell an die Wiedergabe auf Smartphones angepasst.

Schauspielern produziert worden. Einige der Titel dürften in absehbarer Zukunft bei anderen Diensten auftauchen – dann aber wohl in einem Stück. (nij@ct.de)



Sicheres Arbeiten mobil und im Home Office.

Mit der SINA Workstation sind sensible Daten premiumsicher.

Die SINA Workstation bietet einen modernen und leistungsfähigen Arbeitsplatz für sicheres Arbeiten unterwegs und im Home Office. Mit Laptop oder Tablet können Nutzer ihre gewohnten Anwendungen wie Office-Programme uneingeschränkt überall nutzen und haben Zugriff auf ihre Dokumente im Firmennetzwerk. Als IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland bieten wir mit dem SINA Mobil-Portfolio premiumsichere Clients bis zur Geheimhaltungsstufe GEHEIM.

Extraschnelle und schmerzlose Coronadiagnose

Das Forschungszentrum imec will einen bahnbrechenden SARS-CoV2-Test entwickeln, der ohne unangenehmen Abstrich auskommt und in nur fünf Minuten klärt, ob eine Person ansteckend ist. Mit einer gänzlich anderen Methode geht das sogar in nur einer Minute.

Übliche Coronatests decken nur die Infektion mit dem SARS-Cov2-Virus auf und stellen nicht fest, ob man Viren in die Umgebung ausatmet. Das zu ermitteln wäre aber sehr hilfreich, denn viele Personen sind unwissentlich infektiös und befeuern so die Pandemie.

Das liegt auch daran, dass die Laboranalyse mit der üblichen qPCR-Methode (quantitative Polymerase Chain Reaction, Polymerase-Kettenreaktion) bis zu zwei Tage dauert. Dabei wird das Virenerbgut in mehreren Heiz- und Kühlzyklen vervielfacht. Für den Nachweis nutzt man beispielsweise fluorophormarkierte, sequenzspezifische Sonden, deren Fluoreszenz-

intensität eine Fotodiode misst. Nachteilig an der qPCR-Technik ist, dass man dafür bisher einen unangenehmen Abstrich aus dem Nasen-Rachenraum hinnehmen muss. Schnelltests, zum Beispiel auf Antigenbasis, sind hingegen weniger zuverlässig.

Speziell trainierte Hunde können eine Coronainfektion innerhalb einer Minute anhand des Geruchs detektieren. Das haben Forscher der Tierärztlichen Hochschule Hannover bereits im Juli gezeigt (siehe [ct.de/y341](https://www.ct.de/y341)). Die Vierbeiner können ihren Dienst aber nur in speziell abgeschotteten Räumen verrichten.

Das belgische Forschungszentrum imec will nun Viren direkt in der Atemluft nachweisen. Die geplante Apparatur besteht aus einem Probensammler, der die Viren aus der Atemluft auffängt, und einem qPCR-Analysator. Die Analyse soll laut dem imec in nur fünf Minuten ablaufen (siehe dazu auch [ct.de/y341](https://www.ct.de/y341)). Für den Erfolg der Methode dürfte der Probensammler entscheidend sein. Dieser muss genügend Virenpartikel binden, damit die PCR

ausreichend Kopien für die Signaldetektion erzeugt.

Für den Nachweis zieht das imec PCR-Chips heran. Auf diesen sind gut heiz- und kühlbare Reaktionsgefäße für Mengen im Nanoliterbereich per Fotolithografie angebracht. Silizium eignet sich aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und der etablierten Mikrofabrikation sehr gut. (dz@ct.de)

Weitere Infos: [ct.de/y341](https://www.ct.de/y341)



Bild: imec

Eine neue Analysetechnik soll Coronaviren in der Atemluft detektieren können und so die Zahl der unwissentlich infektiösen Personen stark senken.

IoT-Sensoren mit LoRaWAN-Funk

Der Netzwerkzulieferer Cisco hat zwei Serien neuer IoT-Sensoren für Unternehmen vorgestellt, die über eine Cloud des Anbieters verwaltet werden. Sie eignen sich zur **Überwachung von Anlagen und Einrichtungen**, etwa Serverschränken im Innenbereich und Industrieanlagen im Außenbereich.

Die Kombi-Sensoren MT10, MT12 und MT20 bietet Cisco unter seiner Marke Meraki an. Sie lassen sich über die zugehörige Cloud auslesen und melden Innentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wasserlecks

sowie Zutritte zu Grundstücken und Räumen.

Die Sensoren der Familie „Industrial Asset Vision“ eignen sich ebenfalls zum Überwachen von Außen- und Innenbereichen industrieller Anlagen und Einrichtungen. Sie sind gemäß den Schutzklassen IP65 und IP67 gebaut und für das Cisco LoRaWAN-Gateway ausgelegt. Sie liefern Temperatur-, Feuchtigkeits- und Schwingungswerte und melden den aktuellen Geostandort von Anlagen und Einrichtungen. (dz@ct.de)



Bild: Cisco

Cisco bietet eine Reihe von Funk-Kombi-Sensoren für die Industrie an, die sich über das hauseigene LoRaWAN-Gateway abfragen lassen.

3D-Sensoren für Kameras

Infineon und ST Microelectronics verstärken ihr Engagement im Bereich der 3D-Sensoren für Smartphones. ST Microelectronics bietet das nach eigenen Angaben erste **Multi-Zone-Modul für 3D-Messungen** auf Basis der Time-of-Flight-Technik (ToF). ToF-Sensoren in Smartphones und Kameras nutzen spezielle Detektoren, die die Laufzeit von zurückgestreutem Infrarot-Laserlicht (z. B. 940 Nanometer) ermitteln und darüber auf die Distanz von Objekten rückschließen.

Daraufgründen Funktionen wie Touch-To-Focus, Steuerung der Blitzlichtintensität und die Fokussierung bei schwachem Umgebungslicht. Im Modul VL53L5 verbaut STM seinen FlightSense-Sensor, der auf vier Meter Entfernung bis zu 64 Zonen unterscheidet, um dem Fotosystem ein möglichst detailliertes räumliches Abbild zu liefern.

Der für Anfang 2021 angekündigte Real3D-Sensor von Infineon soll auf Distanzen bis fünf Meter eine „hohe Auflösung mit bis zu 40.000 Tiefenpunkten“ liefern. Er misst bis zu 10 Meter weit.

(dz@ct.de)

Ubuntu 20.10: Desktop-Images für Raspberry Pi

Kosmetische Updates für den Desktop unterstreichen den Fokus von Ubuntu auf Industriekunden. Neuerungen gibt es für Besitzer von Kleinstcomputern und Convertible-Notebooks.

Canonical hat die neueste Ubuntu-Version „Groovy Gorilla“ veröffentlicht. Die sichtbarsten Neuerungen in Ubuntu 20.10 stammen von Gnome 3.38, das die Grundlage für den Ubuntu-Desktop bildet. Dazu zählen überarbeitete Programmoberflächen und ein optimierter Multimonitorbetrieb (mehr dazu in c't 22/2020, S. 94). Daneben hat das Projekt die mitgelieferte Software aktualisiert, beispielsweise mit Firefox 81, LibreOffice 7.0 sowie Thunderbird 78.3, das OpenPGP nun ohne Enigmail-Erweiterung unterstützt.

Canonical verbessert laut eigenen Angaben die Verwendung von 2-in-1-Geräten, also Notebooks, die man zum Tablet umklappen kann, indem die Bild-

schirmtastatur jetzt vollständig unterstützt wird. Ubuntu 20.10 enthält den Linux-Kernel in Version 5.8, der USB 4 unterstützt und Treiber für die Intel-Grafikchips der Reihen „Ice Lake“ und „Tiger Lake“ mitbringt sowie den überarbeiteten ExFAT-Treiber von Samsung.

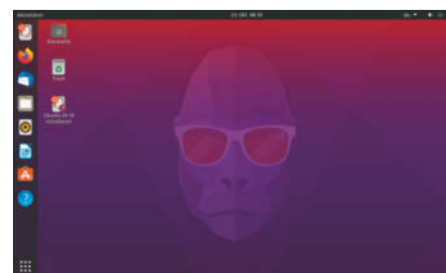
Für den Raspberry Pi 4 gibt es neben den Server-Images auch spezielle Abbilder für den Desktop. Diese sind geeignet für die Varianten des Kleinstcomputers mit 4 oder 8 GByte RAM. Zielgruppe der Raspi-Images sind Lehrende und Lernende. Einsatzzweck des Minicomputers als Server seien etwa kleine Clouds für Heimlabore und Robotik. Canonical empfiehlt hierzu das Kubernetes-Paket MicroK8s (1.19) oder den Container-Manager LXD (4.6). Die Bootzeit der Cloud-Images haben die Entwickler beschleunigt, indem sie dort auf eine initiale RAM-Disk (Initramfs) verzichten.

Zur Virtualisierung sind in Groovy Gorilla QEMU 5.0 und Libvirt 6.6 enthalten. Beide unterstützen Virtiofs, womit

sich das Host-Dateisystem einfacher in das Gastsystem der virtuellen Maschine einbinden lässt.

Der Samba-Dienst beschleunigt mit Version 4.12 die SMB3-Verschlüsselung, weil er sie an GnuTLS delegiert.

Da es für Ubuntu 20.10 nur neun Monate Updates gibt, richtet sich dieses Release nur an neugierige Anwender, die bereit sind, jedes halbe Jahr ein Upgrade durchzuführen. (ktn@ct.de)



Der Groovy Gorilla im Hintergrund von Ubuntu 20.10 gruselt manchen User.

IT-Job, der über 0 und 1 hinausgeht

DZ BANK Gruppe
Zweitgrößte FinanzGruppe Deutschlands
Digitale Trendsetter im Bankwesen
Moderne Projektmanagement-Methoden
Vieleseitige Entwicklungsmöglichkeiten
Ganzheitlicher Problemlöser

Wenn auch Sie im Job mehr bewirken wollen: Willkommen im Team.
Bewerben Sie sich jetzt: www.karriere.dzbankgruppe.de

Jetzt bewerben!

Zoom verschlüsselt Videochats Ende-zu-Ende

Ab sofort gibt es für Videochats in Zoom eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Diese muss man zunächst aktivieren.

Zoom bietet Nutzern des Desktop-Clients für Mac und Windows ab sofort Ende-zu-Ende-Verschlüsselung (E2EE) für Video-konferenzen, ohne dass Zoom die Schlüssel ausgibt. Diese werden vom Gastgeber des Meetings per Public-Key-Verfahren an alle Teilnehmer verteilt. Ein kleines schwarzes Schloss auf grünem Hintergrund signalisiert, dass man sich in einem Ende-zu-Ende-verschlüsselten Meeting befindet. Klickt man darauf und wählt „verifizieren“, erscheinen acht Sicherheits-codes, die bei allen Teilnehmern gleich sein müssen.

Um die Verschlüsselung für den eigenen Account zu aktivieren, aktualisiert man zunächst seinen Desktop-Client auf die Version 5.4.0. Anschließend loggt man sich bei Zoom ein und wählt unter „Einstellungen“ im Bereich „Sicherheit“ den Punkt „Durchgehend (E2E) verschlüsselte Meetings“.

te Meetings“ und „End-to-end-encryption“ aus. Bei aktivierter Verschlüsselung lassen sich Meetings jedoch nicht mehr aufzeichnen, es gibt keine Breakout-Räume mehr und auch die Abstimmungen fallen weg. Um wieder alle Funktionen von Zoom nutzen zu können, muss man die E2EE mit einem Klick auf „enhanced encryption“ deaktivieren.

Laut Axel Albrecht, Vertriebsmanager bei Zoom, leidet die Performance nicht unter der Verschlüsselung. Um den Dienst noch sicherer zu machen, will Zoom Single-Sign-on einführen, eine einmalige Authentifizierung über ein Endgerät. Dieses Verfahren soll ab dem Jahreswechsel zur Verfügung stehen.

(kim@ct.de)



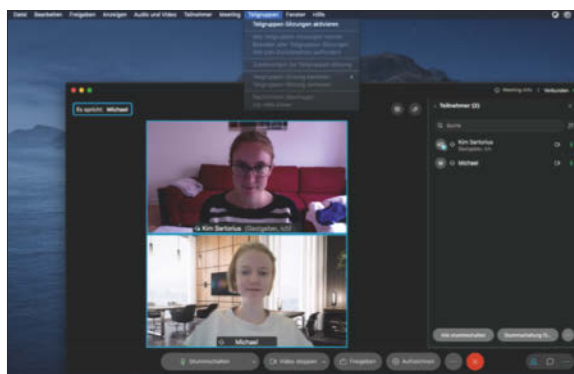
Die E2EE lässt sich für Desktop-Clients im Zoom-Account aktivieren.

Neue Funktionen in Cisco Webex

Das Telekonferenzsystem Cisco Webex hat seinen Funktionsumfang erweitert. Breakout-Räume - die bei Webex Teilgruppensitzungen heißen - ermöglichen es Teams, sich in kleine Gruppen aufzuteilen und zu besprechen. Sie lassen sich in der oberen Menüleiste des Programms aktivieren und verwalten. Zudem können Webex-Nutzer nun ihr Arbeitszimmer durch einen virtu-

ellen Hintergrund verstecken. Dieser lässt sich mit einem Klick auf den Pfeil bei „Video stoppen“ aktivieren. Mit der Grid-View erscheinen bis zu 25 Personen gleichzeitig auf dem Bildschirm.

Zudem ermitteln Webex-Geräte jetzt über Sensoren die Lautstärke und Personenanzahl im Raum. Damit sollen sich etwa die Einhaltung von Hygienevorschriften bei der



Cisco Webex bietet jetzt auch Breakout-Räume und virtuelle Hintergründe an.

(kim@ct.de)

Duden Korrektor aktualisiert

Für das jüngste Update des Add-ons **Duden Korrektor für Microsoft Office** hat der Anbieter EPC die 3000 Neueinträge des gedruckten „Duden 1 – Die deutsche Rechtschreibung“ in das Vokabular der Rechtschreibprüfung aufgenommen; das Zusatzprogramm für Microsoft Word und Outlook ist damit auf dem Stand der 28. Auflage des Nachschlagewerks. Auch die Grammatikprüfung hat dazugelernt und soll falsche Getrennschreibungen, etwa bei Konjunktionen wie „seitdem“ oder „nachdem“ zuverlässiger finden. Die Korrektur der Zeichensetzung beherrscht nun den korrekten Umgang mit Kommas nach Anreden.

Besitzer einer Lizenz für die aktuelle Version Duden Korrektor 13 erhalten das Update kostenlos. Eine Halbjahreslizenz des Add-ons kostet einmalig 34 Euro, für die Dauerlizenz zahlt man 125 Euro. Die Testlizenz kann einen Monat lang kostenlos ausprobiert werden.

(dwi@ct.de)

youtube-dl: RIAA lässt GitHub-Repositorys sperren

Der Medien-Downloader youtube-dl ist bei GitHub gesperrt worden. Die RIAA wirft dem Tool Urheberrechtsverletzung vor.

Das Open-Source-Tool youtube-dl hat vorerst kein benutzbares GitHub-Repository mehr: Der Lobbyverband der US-Musikbranche (RIAA) hat mit einer DMCA-Takedown-Aufforderung erreicht, dass GitHub den Quellcode des Projekts samt zahlreicher Forks sperrt. Mit dem Kommandozeilenprogramm youtube-dl lassen sich Inhalte von Streaming-Plattformen wie YouTube, aber auch aus vielen Mediatheken, herunterladen (siehe „Videosauger“, c't 22/2018, S. 168, [ct.de/y7mq](https://www.heise.de/ct/de/y7mq)).

Die Software selbst konnte man zu Redaktionsschluss über die Website des Projekts und diverse andere Seiten immer noch herunterladen. Sogar über GitHub selbst ging es noch, wenn man den passenden Commit aus dem Git-Tree auswählte. Sollte sich die Aufforderung als unberechtigt herausstellen, würden die Repositorys wieder zugänglich gemacht werden.

Die RIAA wirft youtube-dl vor, es diene nur dazu, Schutzmaßnahmen bei Streamingdiensten wie YouTube zu umgehen. Die RIAA bezieht sich dabei auf ein Urteil des LG Hamburg (308 O 230/17), das YouTubes Rolling-Cipher-Verfahren als wirksame technischen Maßnahme gegen unberechtigtes Kopieren einstufte und eine einstweilige Verfügung bestätigte. Zudem würde youtube-dl unautorisiert Musikvideos verbreiten. Als Beispiel werden meh-

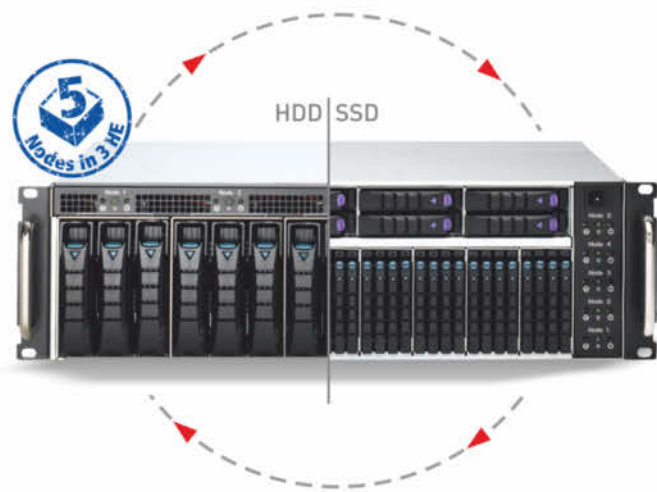
rere im Quelltext referenzierte YouTube-Videos aufgeführt, die aber nur für automatisierte Tests aufgerufen werden.

Gegenüber c't bestätigte der ehemalige Maintainer Phillip Hagemeister, bereits Ende September eine Unterlassungserklärung erhalten zu haben. In seiner aktiven Zeit im Projekt sei es ihm wichtig gewesen, Kopierschutzmaßnahmen nicht

zu umgehen, sondern nur den Download zu vereinfachen.

In den sozialen Medien regte sich umgehend Protest. Diverse Lobbygruppen, wie etwa die Electronic Frontier Foundation (EFF), bezweifeln die Rechtmäßigkeit des RIAA-Vorgehens. (ktn@ct.de)

Weitere Infos: [ct.de/y7mq](https://www.heise.de/ct/de/y7mq)



Going beyond traditional storage systems

Yowie®-Appliances fordern die traditionelle Storage-Industrie heraus. Denn mit 5 Nodes und 3+2 Erasure-Coding in nur 3 HE sind sie einzigartig!

Unsere Software-Partner:



Acronis

RNT Rausch GmbH
Im Stöck 4a
76275 Ettlingen
+49 7243 5929-0
info@rnt.de
www.rnt.de

RNT Rausch. Making IT possible.



Als wär es live

Sennheiser und ARRI lassen Musiker mit LIPS online zusammenspielen

Sie sitzen 500 Kilometer voneinander entfernt und musizieren doch zusammen, als wären sie im selben Raum. Das Abschlusskonzert des Forschungsprojekts LIPS demonstriert, wie Bands online gemeinsam auftreten können, auch wenn sich die Mitglieder an unterschiedlichen Orten befinden.

Von Hartmut Gieselmann

Konzerte lassen sich zwar problemlos online an Zuhörer streamen. Wenn Musiker jedoch getrennt voneinander gemeinsam auftreten wollen, ist das Zusammenspiel äußerst schwierig. Schuld sind Verzögerungen bei der Übertragung von Bild und Ton über das Internet. Zwar existieren bereits Ansätze verschiedener Softwarefirmen, doch so richtig reibungslos funktionierte bisher keiner von ihnen [1].

Um die Probleme zu überwinden, arbeitete ein Konsortium aus sieben Firmen, Instituten und Universitäten aus Deutschland seit April 2018 am LIPS-Projekt (Live Interactive PMSE Services). Ziel war, zwei getrennte Räume über Kameras, Bildschirme, Mikrofone und Lautsprecher so miteinander zu verbinden, dass die Personen in den Räumen glauben, sie seien nur durch eine Glasscheibe voneinander getrennt.

Für die latenzarme Audio-Übertragung entwickelte Sennheiser eine Übertragungsbox namens ANT (Audio Network Transmission). Die ANT-Box wandelt vier analoge Audiokanäle mithilfe eines FPGA und eines ARM-SoC in einen Datenstrom und überträgt ihn via Ethernet über WANs. Für die A/D- und anschließende D/A-Wandlung mit 48 kHz benötigen zwei ANT-Boxen als Sender und Empfänger lediglich 800 µs. „Wir mussten ein neues Protokoll entwickeln, da herkömmliche Methoden wie Dante oder AVB ungeeignet

sind“, erklärte ANT-Entwickler Dr. Jan Dürre gegenüber c’t.

Der Großteil der Gesamtlatenz entfällt auf das WAN. Über eine herkömmliche Internetverbindung erzielte Dürre immerhin Latenzen von rund 20 ms pro Richtung. Das wäre für Musiker immer noch im akzeptablen Bereich, der laut Dürre zwischen 8 und 25 ms liegt. Allerdings können im Internet unvorhergesehene Verzögerungen auftreten, die größere Jitter-Puffer nötig machen und das Zeitbudget sprengen.

Für LIPS mietete Sennheiser deshalb eine Glasfaserleitung der Telekom. Zum Einrichtungspreis von 7000 Euro plus einer monatlichen Gebühr von 1800 Euro übertrug sie 1 GBit/s mit einer Latenz von 5 ms plus 1 ms Jitter. Für das Konzert wurden Musiker in Hannover und München jeweils über ein X32-Digitalmischpult von Behringer miteinander verkabelt, das weitere 850 µs Latenz erzeugte. Insgesamt konnten sich die Musiker so mit einer Verzögerung von gerade einmal 8,5 Millisekunden gegenseitig hören. Wenn sie im selben Raum gespielt hätten, entspräche das einer Entfernung von knapp drei Metern.

VR ohne Helme

Für die Bildübertragung zeichneten zwei Spezialkameras von ARRI die Musiker auf. Eine Belichtungskontrolle sorgte für den Weißabgleich und passte die Beleuchtung für eine natürliche HDR-Wiedergabe auf einem OLED-Display an. Zur Übertra-

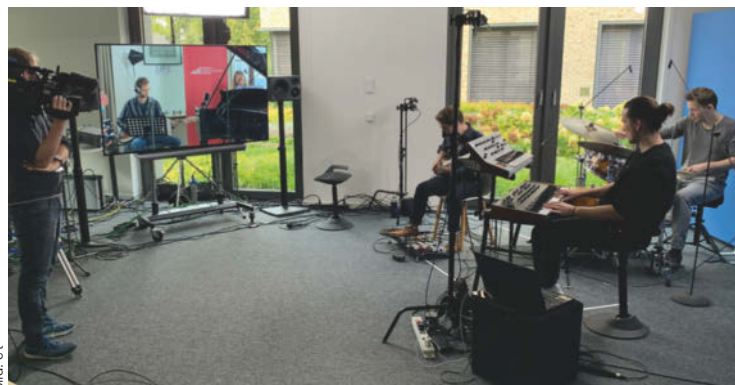
gung wählte Arri den ProRes-Videoencoder von Apple, der bei 50 fps in Full-HD eine Bandbreite von 650 MBit/s benötigt.

Die Latenzen der Videoübertragung sind deutlich höher als bei Audio und lagen bei bis zu 150 Millisekunden – ausreichend gering, sodass die Musiker zwischen zwei Stücken Absprachen treffen konnten. Wenn sie jedoch miteinander spielen und in einem Jazz-Solo spontan interagieren, zählt allein die Tonübertragung. „Ich kann nicht wie bei einer echten Live-Session auf die Bewegungen des Schlagzeugers schauen, sondern muss mich allein auf mein Gehör verlassen“, erklärte eines der Bandmitglieder nach dem gelungenen Konzert mit vier Kollegen in München und Hannover.

Ob die ANT-Box von Sennheiser und das Kamerasystem von ARRI in Produktion gehen, wollten die Forscher nicht verraten. Derzeit arbeitet ein Team um Marcel Nophut und Robert Hupke am Institut für Kommunikationstechnik der Uni Hannover bereits an der nächsten Stufe: Sie wollen zwei getrennte Räume über Ambisonics-Mikrofone dritter Ordnung und ein Array aus 16 Lautsprechern mit 3D-Sound verknüpfen, bei dem die gesamte Raumakustik realistisch übertragen wird. Da eine Videoübertragung zu langsam wäre, setzen Nophut und Hupke auf Motion-Capturing-Kameras, die Bewegungen der Personen aufzeichnen und auf digitale Avatare in der Unreal-Engine übertragen. Anschließend projizieren Beamer die Bilder auf wandfüllende Leinwände. Die Wissenschaftler wollen so Begegnungen in einer virtuellen Realität ermöglichen, für die man keine lästigen VR-Helme mehr benötigt. (hag@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Netzkonzert, Tools und Tipps, mit denen Musiker online zusammenspielen, c’t 13/2020, S. 164



Dank LIPS spielte eine fünfköpfige Jazzband in München und Hannover über Bildschirm und Kopfhörer zusammen, als stünden die Musiker auf derselben Bühne.

NEUE
VERSION
2020/21

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



Auch komplett auf
USB-Stick oder
als **Heft inkl. PDF**
mit **29% Rabatt**
erhältlich.

JETZT NEU! c't wissen Desinfec't 2020/21

Ist Ihr Windows erst verseucht, sind persönliche Daten in Gefahr. Hier greift Desinfec't 2020/21 ein, denn das Sicherheitstool bringt sein eigenes Betriebssystem mit und startet direkt von einem USB-Stick. So ist weiterer Schaden gebannt und mit den 5 Viren-Scannern geht's dann auf die Jagd nach dem Übeltäter.

shop.heise.de/desinfec2020

Einzelheft
für nur

14,90 € >

 **heise shop**

shop.heise.de/desinfec2020 >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

Bundeswettbewerb Informatik trifft Heise

c't und Make unterstützen den jährlich stattfindenden Wettbewerb mit Aktionen für Teilnehmer.

Der jährlich an Deutschlands Schulen ausgetragene Bundeswettbewerb Informatik richtet sich an Jugendliche bis 21 Jahre. Den Gewinnern winkt ein Stipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes.



Statt Redaktionsbesuch gab es für die Teilnehmer Corona-bedingt Päckchen für zu Hause.

Mit dem Start des 38. Wettbewerbs im vergangenen Jahr stehen auch c't und Make auf der Liste der Unterstützer. In einem Workshop am Verlagsstandort Hannover sollten erfolgreiche Teilnehmer aus Niedersachsen erstmals die Möglichkeit erhalten, einen Blick hinter die Kulissen zu werfen und noch etwas über KI-Anwendungen und den Maker-Kosmos zu lernen – doch Corona machte uns zunächst einen Strich durch die Rechnung.

Mitte November wird es nun eine Online-Veranstaltung als Ersatz geben. Rund 20 Schüler werden in einer eintägigen Video-Konferenz an einer virtuellen Verlagsführung teilnehmen und zwei Live-Workshops mit c't-Redakteurin Pina Merkert und Make erleben. Auch beim 39. Bundeswettbewerb ist Heise als Partner wieder mit von der Partie – 2021 dann hoffentlich mit einer Präsenzveranstaltung in Hannover. (sha@ct.de)



In eigener Sache: Der c't-Kalender

Die c't-Redaktion hat die schönsten **c't-Cartoons des Jahres** ausgesucht und für den neuen Schlagseitenkalender 2021 zusammengestellt. Der Kalender mit den Illustrationen von Ritsch & Renn und den Erscheinungsterminen aller c't-Ausgaben 2021 ist ab sofort im heise shop unter ct.de/kalender21 für 9,90 Euro verfügbar. Außerdem im c't-Fanshop zu haben sind unter anderem c't-Masken, Tassen, Taschen und das Schlagseiten-Handtuch im XXL-Format. (acb@ct.de)



Der Schlagseitenkalender 2021 zeigt jeden Monat einen anderen Cartoon aus c't.

c't-Exemplar in ZDF-Serie

Die ZDF-Serie *Inside Sløborn* handelt von einem Killervirus-Ausbruch auf der Nordseeinsel Norderney. Viele Infizierte, hohe Ansteckungsgefahr, Panik und ein Lockdown waren die Idee der Serienmacher 2019 – Monate vor dem Corona-Ausbruch. Auch das Ignorieren der Pandemie aufgrund von privaten Problemen und der Sehnsucht nach dem Alltag thematisiert die Serie. „Teilweise ist es mir bei den Nachrichten kalt den Rücken heruntergelaufen“, so der Regisseur Christian Alvarth im Hinblick auf die er-

staunlichen Parallelen seiner Serie zu der derzeitigen Corona-Pandemie.

Der c't-Leser in der Serie ist ein jugendlicher Nerd, zunächst Außenseiter und Mobbingopfer, der sich dann aber erfolgreich zur Wehr setzt. Zu sehen ist die **c't in Folge sieben der ersten Staffel** bei Minute 44:35. Allgemein ist „*Inside Sløborn*“ vor dem aktuellen Corona-Hintergrund unterhaltsam, wird gegen Ende aber reißerisch. (Lena Schorling / jr@ct.de)

Inside Sløborn: ct.de/you95



In Folge 7 der ZDF-Serie „*Inside Sløborn*“ hat eine c't-Ausgabe ihren Auftritt.

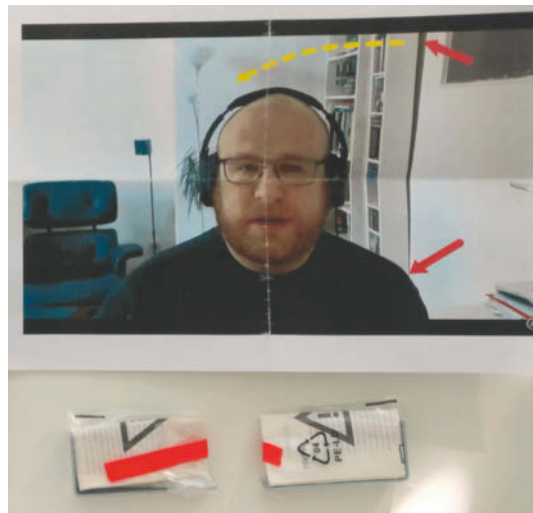
Epica Awards: c't ist in der Jury

Bei den Epica Awards bewerten mehr als 200 Journalisten weltweit Werbe- und Marketing-Kampagnen nach kreativen Kriterien. Die Preisträger kommen aus so unterschiedlichen Bereichen wie Agenturen, Medienberatung, PR, Marketing-Unternehmen, Design-Studios und selbstständige Künstler. Aus der c't-Redaktion ist Jo Bager seit Kurzem in der Jury. Den Preis gibt es seit 1987. Am 17. und 18. Dezember werden die Gewinner veröffentlicht. (jr@ct.de)

c't uplink und das schiefe Regal

Die Video-Reihe c't uplink kommt seit der Corona-Krise nicht mehr aus dem Verlagsstudio, sondern aus den Wohnungen der Redakteure. Das hat Nebenwirkungen, wie sich jetzt gezeigt hat. Redakteur Merlin Schumacher saß neben einem erkennbar schiefen und nicht an der

Wand befestigten Regal. Einige Tage, nachdem die c't-uplink-Folge online war, kam Post: In einem Brief sorgte sich ein Paar um die Sicherheit des Kollegen und schickte **zwei Befestigungs-Sets** mit. Wir sagen Danke, auch im Namen des Kollegen. (jr@ct.de)



Zuschauer von c't uplink sorgten sich um die Stabilität von Merlins Regal und schickten zwei Regalhalter.

Whistleblower-Workshop

Transparency International Deutschland e.V. und Whistleblower Netzwerke e.V. bieten einen **digitalen Workshop** am 11.11. an, in dem es vor allem um praktische Aspekte für Informanten geht. In einem der Impulsvorträge stellt c't-Chefredakteur Jürgen Rink die Erfahrungen mit dem Whistleblower-Briefkasten heise Investigativ vor, der auf SecureDrop basiert (heise.de/investigativ/) und über eine Onion-URL erreichbar ist.

In der anschließenden Podiumsdiskussion werden Holger Bleich, der das Investigativ-Team bei c't leitet, zusammen mit Vertretern aus Judikative und Wirtschaft über Anonymität für Whistleblower diskutieren. Der neunzigminütige Workshop ist kostenlos und richtet sich an Menschen in Behörden, Medien und Wirtschaft.

(jr@ct.de)

Anmeldung: ct.de/you95



CIIT GmbH Software Entwicklung & Beratung

- MICROSERVICES & CLOUD
- WEB- & DATENBANKANWENDUNGEN
- APPS FÜR ANDROID & IOS

Unser kostenloser Analyse Workshop für Sie!

Unsere Experten kommen direkt zu Ihnen, um Ihre Pläne und Wünsche zu besprechen.

Nach Abhaltung des Workshops erhalten Sie von uns:

- Vorgehensmodell für die Umsetzung inklusive grober Zeitplanung
- Grobschätzung der Gesamtaufwände
- Festpreisangebot für einen ersten Entwicklungsschritt

Alles kostenlos und unverbindlich!



www.ciit.at

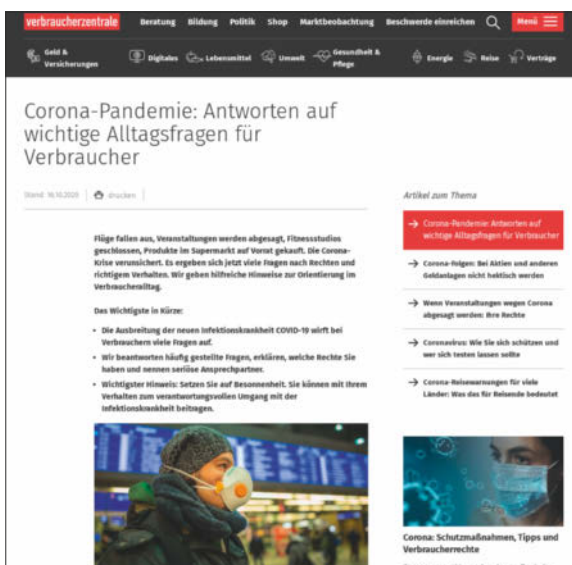


ciit-software.de

Corona-FAQ

www.verbraucherzentrale.de/corona-faq

Nicht nur zu Reise- und Ausgehwünschen wirft die Corona-Pandemie unzählige Fragen auf. Antworten darauf können Sie sich aus endlosen Google-Trefferlisten zusammensuchen, doch zuvor empfiehlt sich ein Blick auf die breit gestreute, riesige **Antwortliste der Verbraucherzentrale**. Sie liefert regelmäßig aktualisierte, ausführlich verlinkte Informationen zu fast 100 Themen, darunter Gesundheitsvorsorge, Reiseregeln, Verhaltensregeln für den Umgang mit Lockdown und Quarantäne. Die Düsseldorf Redaktion behandelt auch Fragen, welche Ausgaben Sie in der aktuellen Situation einsparen können, wo Abzocke droht und wann ein Supermarkt Einkäufe auf „haushaltsübliche Mengen“ im Gegensatz zu Hamsterkäufen begrenzen kann. Als weiterführende Informationen liefert die Seite sowohl Links zu Behörden und Experten als auch auf eigene Publikationen. Wohlmeinende Ratgeber gewinnorientierter Unternehmen glänzen dagegen durch Abwesenheit – auch damit bietet die Website mehr als eine Google-Suche. (hps@ct.de)

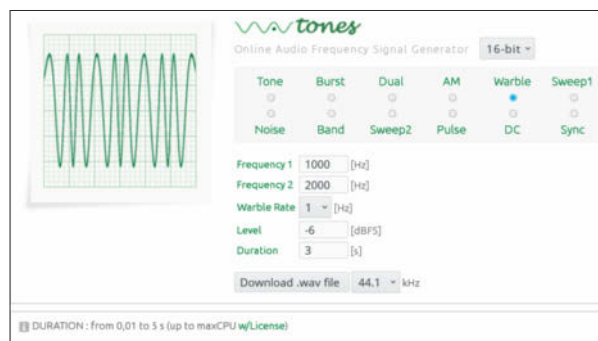


Tonmeisters Musterkoffer

<https://stephanepigeon.com/websites.php>

Der belgische Tondesigner Stéphane Pigeon präsentiert auf seiner englischsprachigen Website mit viel Augenzwinkern alles Mögliche über Tauben (Englisch: Pigeons) und unter „Sound Design“ eigene Sound-Module für Keyboards der Marke Roland. Besondere Erwähnung verdient die Site durch ihren Bereich „Websites“: Dort finden sich unter anderem ein **Online-Hörtest**, den man auch als Amateur selbst kalibrieren kann, und ein **Tongenerator**, der weit mehr als nur Sinuswellen produziert. Außerdem gibt es dort regelbare, faszinierend realistische Klangerzeuger für Regen, Gewitter oder die Geräuschkulisse in einem Restaurant. In weiteren Bereichen der Webseite kann man insgesamt über 200 Tonmuster online anhören oder gegen Geld als MP3-Dateien herunterladen. Unter dem

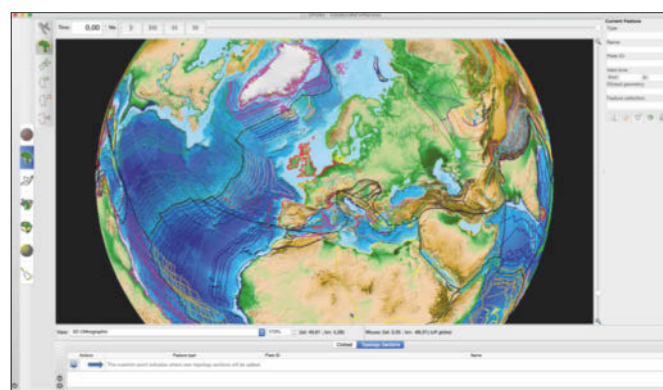
Link **World's Most Relaxing Music Generator** können Sie sich zudem an einem virtuellen Mischpult eine meditative Klangkulisse aus verschiedenen Naturgeräuschen und kontemplativer Musik zusammenstellen. (hps@ct.de)



In einer Welt vor unserer Zeit

www.earthbyte.org/paleomap-paleoatlas-for-gplates

Earthbyte ist die Homepage der Geowissenschaftler an der Universität Sidney. Neben den üblichen Kurztexten zu laufenden Forschungsprojekten und einer Publikationsliste findet sich dort der sogenannte **Paleoatlas for GPlates**. Dieser Atlas – eigentlich eher der Bausatz dazu – besteht aus mehr als 90 berechneten vorgeschichtlichen Weltkarten. Sie zeigen an, wie der blaue Planet zu verschiedenen Zeitpunkten vor Hunderten von Jahrillionen ausgesehen haben könnte. Diese Karten lassen sich mit dem Programm GPlates betrachten, das man als Anwendung für Windows, macOS oder Linux kostenlos herunterladen kann (siehe ct.de/ywx9). Die Software ermöglicht verschieb- und vergrößerbare Animationen der Erdgeschichte über einen Zeitraum von 500 Millionen Jahren. Wer sich auf der Website in die Begleitliteratur einliest, kann die Darstellungen über zusätzlich verfügbare Feature-Dateien vielseitig anpassen. Das im Archiv enthaltene Modellpaket für Einsteiger liefert dagegen auf Anhieb faszinierende Einblicke in die geografische Erdgeschichte. (hps@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ywx9

**SAVE
THE
DATE**

23. - 25.
FEBRUAR**2021**

**WIR
STARTEN
DURCH -
MIT SICHERHEIT**

sec-it.heise.de

Brandschaden

OnePlus stiehlt sich aus der Produkthaftung



Wer nach einem Brand seines Smartphones vom Hersteller die Zusage bekommt, dass dieser für den Schaden aufkommen wird, darf darauf vertrauen. Bei OnePlus sind solche Zusagen offenbar keinen Pfifferling wert.

Von Tim Gerber

Ein schriller Alarmton ließ Philipp M. am Samstagmorgen des 24. November 2018 um halb drei Uhr jäh erwachen: Die Matratze neben ihm, auf der er sein Smartphone abgelegt hatte, stand bereits in Flammen. Geistesgegenwärtig schnappte er sich das brennende Smartphone am Ladekabel und beförderte es in die Spüle der Einbauküche seines kleinen Apartments in einem Mainzer Studentenwohnheim. Anschließend löschte er den Schwelbrand seiner Matratze.

Da die Brandmelder des Wohnheims direkt mit der Feuerwehr verbunden sind, löste das in Brand geratene Smartphone OnePlus One auch gleich einen Einsatz nebst Evakuierung des kompletten Wohnheims aus. Weil Philipp M. das Feuer aber noch selbst unter Kontrolle hatte bringen

können, gab es für die Profibrandbekämpfer nicht mehr viel zu tun, außer den Vorfall nebst glimpflichem Schaden zu Protokoll zu nehmen. An dem heiß gewordenen Ladekabel hatte Philipp M. sich nur leicht verbrannt und außer ein paar Flecken auf dem Fußboden und der verschmorten Matratze gab es nichts zu beklagen. Natürlich war sein Smartphone unbrauchbar. Hinzu kam noch ein gehöriger Schrecken, von dem sich der Medizinstudent erst einmal erholen musste.

Am Mittwoch der folgenden Woche, also am 28. November 2018, wandte er sich per E-Mail an den Hersteller OnePlus und schilderte diesem den Vorfall. Er fragte an, ob diesem das Problem der Selbstentzündung bekannt sei und ob man ihm wegen des entstandenen Schadens helfen

könne. Bereits wenige Stunden später erhielt er eine Antwort, in welcher sich OnePlus für den Vorfall entschuldigte. Man bat ihn, Fotos von allen eventuellen Brandspuren an Möbeln, der Wohnung sowie an seinen Händen zu schicken. Rechnungen vom Studentenwerk, der Polizei oder der Feuerwehr, die er womöglich erhalte, solle er ebenfalls weiterleiten. Außerdem bat OnePlus um Bilder von dem Ladegerät, das er für sein Smartphone benutzte. Außerdem wollte der Hersteller natürlich noch die IMEI des Geräts und die Anschrift des Wohnheims wissen.

Das alles sandte Philipp M. gleich am nächsten Tag. Rechnungen hatte er freilich bislang noch keine erhalten. Nach einer ersten Prüfung bat man den Kunden, das zerstörte Smartphone zur Prüfung einzuschicken. Auch dieser Bitte kam Philipp M. umgehend nach, das Smartphone kam 7. Dezember 2018 bei OnePlus an.

Geprüft und zugesagt

Nachdem der Hersteller es in Augenschein genommen hatte, teilte er dem Kunden am 10. Januar 2019 mit, dass man ihm als Ersatz ein OnePlus 6 Mirror Black mit 64 GByte Speicher senden wolle. Um weitere Entschädigungen wolle sich OnePlus kümmern, sobald er die entsprechenden Belege eingereicht habe. Bevor man all das leiste, müsse man ihm allerdings eine Vergleichsvereinbarung zuschicken. Dafür benötige man eine Kopie seines Personalausweises. Die sandte Philipp M. am 14. Januar 2019 per E-Mail an OnePlus, wobei er allerdings alle überflüssigen Daten wie etwa seinen Geburtsort schwärzte. Von OnePlus hörte er danach erst einmal nichts mehr. Anfang Mai 2019 erhielt er vom Studentenwerk Mainz eine Rechnung über 122,36 Euro für die verbrannte Matratze. Die Rechnung reichte er mit E-Mail vom 26. Mai 2019 an OnePlus weiter.

Darauf erhielt er von OnePlus abermals die Zusage, man wolle die Rechnung begleichen und ihm ein neues Smartphone zusenden, sobald er die entsprechende Vergleichsvereinbarung unterschrieben habe. Doch die erhielt er nie. Am 8. August 2019 sandte er OnePlus noch mal eine Kopie seines Ausweises zu und bat um den versprochenen Ersatz.

In den folgenden Monaten war Philipp M. stark mit seinem Studium der Humanmedizin und anstehenden Prüfungen und Klausuren belastet, sodass er andere Sor-

gen hatte als die Matratzenrechnung. Auf sich beruhen lassen wollte er die Sache allerdings nicht.

Nachdem er wieder etwas Luft hatte, wandte er sich Anfang Mai 2020 erneut an den Support von OnePlus und fragte, wie es mit der angekündigten Erstattung stehe. Da er darauf keine Antwort erhielt, versuchte er es Anfang Juni erneut. Er wolle die Sache nun abschließen und bat um Mitteilung, was man seitens OnePlus eventuell noch von ihm benötige.

Am 11. Juni teilte der Support mit, man habe seine Anfrage an die zuständige Abteilung weitergeleitet. Man werde sich melden, sobald man von dort eine Antwort erhalten habe. Am 7. Juli erkundigte sich Philipp M. ein weiteres Mal bei OnePlus nach dem Stand der Dinge, da er bisher keine Antwort bekommen hatte. Am 20. Juli entschuldigte OnePlus sich für die verspätete Antwort. Wieder hieß es, die zuständige Abteilung sei informiert und man werde sich melden. Am 29. Juli teilte OnePlus dem verblüfften Kunden dann lapidar mit, da er sich nicht rechtzeitig in Verbindung gesetzt habe, sei der Fall geschlossen worden. Entrüstet antwortete Philipp M. am selben Tage, er habe schließlich alles rechtzeitig eingesandt, einschließlich seines verbrannten Smartphones.

Ausgeschwiegen

Da er nicht mehr weiterwusste, meldete sich Philipp M. am 10. August in der c't-Redaktion. Wir konfrontierten die Pressestelle von OnePlus am 17. August mit den Schilderungen des geschädigten Kunden und fügten auch eines der Fotos von dem zerstörten OnePlus One an, welches er uns zur Verfügung gestellt hatte. Die erbetene Eingangsbestätigung blieb jedoch ebenso aus wie eine Antwort auf unsere Frage, warum sich OnePlus trotz Prüfung der Sache und anfänglicher Zusage nun weigert, für den Schaden aufzukommen. Am 25. und 26. August sandten wir noch mehrere E-Mails an die Geschäftsleitung der Firma Reflection Invest mit Sitz in Amsterdam, die das Europageschäft des chinesischen Smartphone-Herstellers betreibt und für die Webshops verantwortlich zeichnet. Zuletzt sandten wir am 5. Oktober ein Einschreiben mit Rückschein in die Niederlande, das am 13. Oktober zugestellt wurde. Eine Reaktion erfolgte zunächst nicht.

Philipp M. hingegen erhielt am 5. Oktober von OnePlus die Nachricht, da er sich nicht rechtzeitig gemeldet habe, sei das Angebot beendet. Auf seine Bitte, ihm sein defektes Smartphone zurückzuschicken, reagierte das Unternehmen nicht. Und auf seinen Hinweis, dass es sich hier nicht um Gewährleistung handle, sondern um Produkthaftung, antwortete OnePlus abermals, er habe seit mehr als einem Jahr nicht geantwortet, da man ihn „um einige Details“ gebeten habe. „Daher ist der Fall sehr alt und wie bereits informiert, würden wir nicht in der Lage sein, Ihre Anfrage zu berücksichtigen“, heißt es in der letzten E-Mail vom 21. Oktober wörtlich.

Am 27. Oktober erhielten wir unerwartet doch noch eine Antwort von OnePlus auf unsere Anfrage vom August. Zunächst teilte man uns mit, dass OnePlus solche „kritischen“ Brandfälle mit höchster Priorität behandle. Jedoch habe Philipp M. über Monate nicht auf die Angebote von OnePlus reagiert. Man habe ihn aber bereits kontaktiert und ihn gebeten, die erforderlichen Dokumente und andere notwendige Details mitzuteilen, und werde „ihn mit höchster Priorität unterstützen“. Wie sich herausstellte, findet OnePlus einfach die Rechnung nicht mehr. Ob es mit der Erstattung am Ende dann doch noch geklappt hat, war zum Redaktionsschluss offen. (tig@ct.de) 

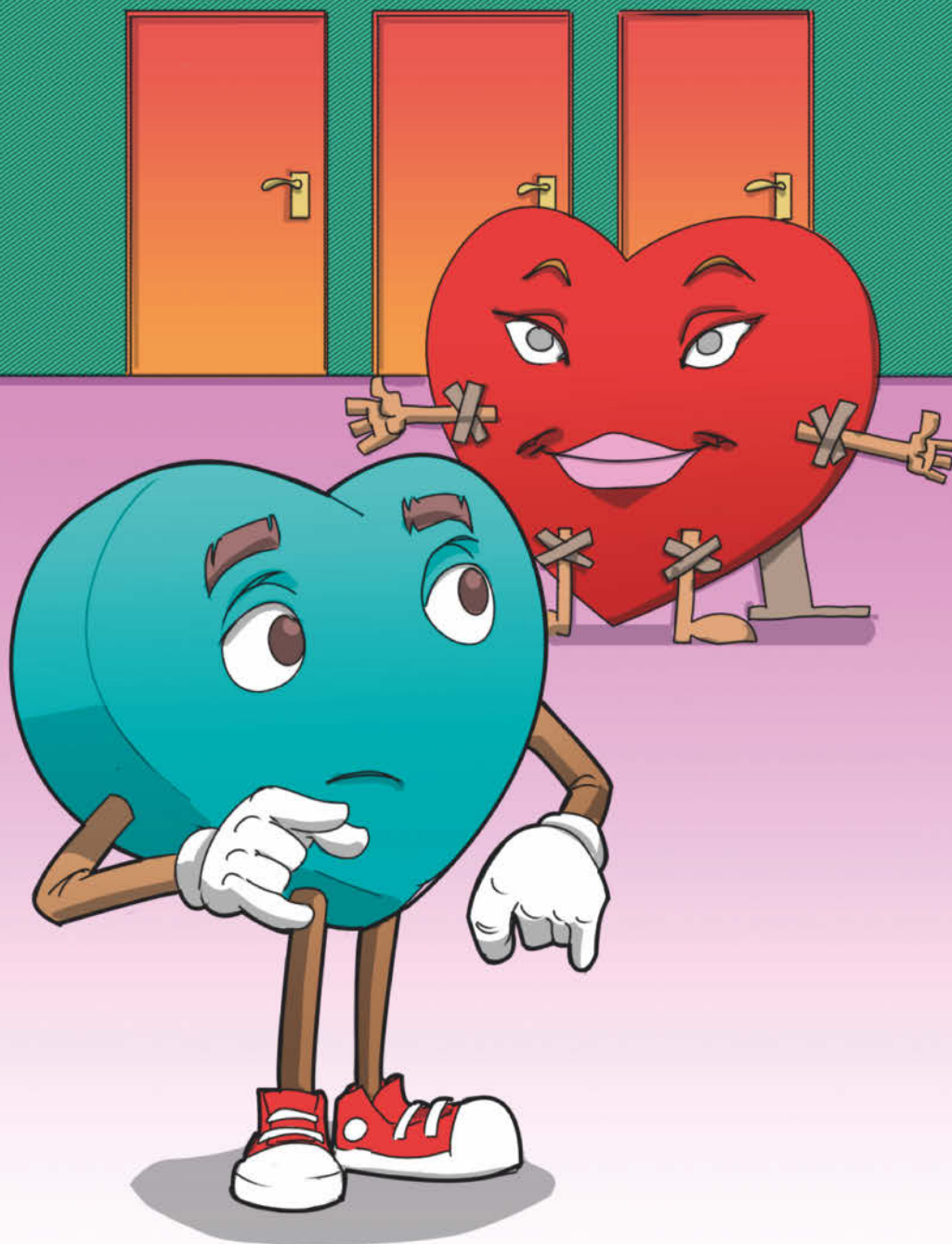


Nachgehakt: Apple bricht Versprechen

In c't 23/2020 berichteten wir über den Fall von Harald F., dem Apple eine Gewährleistungsreparatur seines MacBook Pro wegen eines vermeintlichen Sturzschadens verweigert hatte. Tatsächlich war das Gerät aber völlig unbeschädigt und zeigte keinerlei Spuren eines Sturzes. Nachdem wir Apple um Stellungnahme gebeten hatten, versprach der Hersteller, sich umgehend beim Kunden zu melden. Leider schaffte es Apple innerhalb von 13 Tagen nicht, den Kunden zu kontaktieren. Erst nach einer weiteren Erinnerung durch c't meldete sich Apple beim Kunden und versprach die Reparatur. Als Entschädigung für die knapp vier Monate ohne Gerät bot Apple grade mal eine Garantieverlängerung um 90 Tage an.

Liebe aus dem Netz

Online-Dating zwischen Kennenlernen und Abzocke



Von Flirt-Bots bis zu ehrlichen Online-Kupplern	Seite 74
Test: Partnersuche als Rabattschlacht und Geisterfahrt	Seite 76
Matching-Algorithmen: Zwischen Wissenschaft und Zufall	Seite 82
Rechtliche Häkchen in den Geschäftsbedingungen	Seite 86

Die Partnersuche im Web ist verbreitet und sogar unter Corona-Aspekten sicher. Fast jeder zweite Nutzer von Online-Dating hat so bereits einen Partner kennengelernt. Seriöse Anbieter setzen auf psychologisch ermitteltes Matching statt auf Flirt-Bots.

Von Arne Grävemeyer

Nie war es so schwierig, die neue Liebe zu finden: Wegen Corona sind viele Feiern verboten, Clubs geschlossen, im Fitness-Studio kommt man sich kaum noch näher, die Menschen gehen auf Abstand. Andererseits war es auch nie so einfach, die neue Liebe zu finden: Online-Dating-Dienste haben in den vergangenen Jahren breite Teilnehmer-schichten erobert. 4,7 Millionen Nutzer in Deutschland sind derzeit in Singlebörsen angemeldet, weitere 2 Millionen nutzen Flirt-Chats in Erotikportalen und 1,2 Millionen suchen eine neue Liebe mithilfe von Online-Partnervermittlungen, wie das Portal Statista im August veröffentlichte. Die Spielarten des Online-Datings sind nicht fruchtlos: Fast jeder zweite Nutzer (47 Prozent) hat über diese Dienste bereits einen festen Partner oder einen erotischen Kontakt kennengelernt, wie der Digitalverband Bitkom ermittelte.

Aber: Verbraucherzentralen warnen vor unlauteren Geschäftspraktiken, insbesondere bei Erotikportalen, in denen Flirt-Chats und erotische Fantasien im Vordergrund stehen, sowie in Singlebörsen, in denen die Teilnehmer Profile anlegen und Kontakte nicht nur nach erotischen Interessen suchen. 187 Portale setzen ganz offensichtlich Fake-Accounts ein, gesteuert von Mitarbeitern, wie die Verbraucherzentrale Bayern bereits 2017 warnte. Die Liste der schwarzen Schafe ist noch heute weitgehend aktuell.

Die Fake-Profilen sollen die Nutzer der Dating-Dienste zu kostenpflichtigen Aktionen anregen. Sie sind deshalb rechtlich haltbar, weil die Dienste sie in ihren AGB explizit erwähnen, wenn auch mit verhüllenden Begriffen umschrieben. Dort ist von „moderierten Diensten“ oder dem

„Einsatz von Moderatoren“ die Rede, wo man eigentlich von Animatoren sprechen müsste. Betreiber räumen sich das Recht ein, „im Namen anderer Kunden Nachrichten an Nutzer zu verschicken“ oder selbst Profile zu erstellen und „durch sogenannte CUser“ oder „Controller“ betreiben zu lassen. Die Marktwächter fanden in den AGB Eingeständnisse, dass ein männlicher Moderator auch ein weibliches Profil bespielen könne oder sogar, dass davon auszugehen sei, „dass es sich bei sämtlichen weiblichen Profilen um fiktive Profile“ handele.

Bei derartigen Geschäftsmodellen verwundert es kaum, dass in Einzelfällen sogar der Einsatz von Flirt-Bots durchgesickert ist. Nach einem Datenleck konnte eine Journalistin dem Seitensprungvermittler Ashley Madison bereits 2015 nachweisen, wie Bots vermeintlich interessierte Frauen darstellten, zigtausendfach Männer becirteten und zu teureren Mitgliedschaften drängten. 2016 musste das Unternehmen diese Masche offiziell eingestehen. Es würde zu den AGB-Klauseln vieler weiterer Erotikportale passen, ebenfalls Flirt-Bots einzusetzen.

Echte Partner vermittelt

Den höchsten Umsatz im Online-Dating verzeichnet heute allerdings nur eine Handvoll Anbieter von Online-Partnervermittlungen. 73,3 Millionen Euro soll diese Sparte 2020 umsetzen, wie Statista ermittelte. Auf diesen Plattformen unterziehen sich die Teilnehmer im Registrierungsprozess zunächst einem Persönlichkeitstest, bevor sie sich ein Profil gestalten können. Für die Partnersuche sind die Nutzer auf Vorschläge durch die Plattform angewiesen.

Im Gegensatz zu Singlebörsen und Erotikportalen bieten Partnervermittlungen ausnahmslos Abomodelle an. Nennenswerte Klagen über Fake-Accounts auf diesen Plattformen haben Verbraucher-

schützer bisher nicht verzeichnet. Probleme treten bei den Anbietern Parship, LemonSwan, ElitePartner und eDarling an anderer Stelle auf (Test ab S. 76). Zum einen verlangen die Plattformen den Abschluss eines Abos erst, nachdem die Interessenten ihren Persönlichkeitstest abgeschlossen und ihr Profil erstellt haben. So entstehen Gratis-Accounts, die anderen Nutzern einen großen Pool an Partnersuchenden vorgaukeln.

Ein weiteres Problem liegt in der Marktmacht der wenigen verbliebenen Anbieter dieser Sparte. Drei von vier Plattformen bieten heute keine Dreimonatsabos mehr, der Partnersuchende muss sich schon für mindestens sechs Monate binden. Zudem steigen die Preise: In unserem Testzeitraum von August bis Oktober haben gerade Parship und ElitePartner ihre Abo-Listenpreise kräftig um monatlich 6 bis 10 Euro erhöht.

Widerruf nicht auszuschließen

Angesichts ihres Geschäftsmodells haben die Online-Partnervermittler anscheinend ein Problem mit dem Widerrufsrecht. Damit der Nutzer unmittelbar nach Vertragsabschluss Partnervorschläge kontaktieren kann, muss er zunächst zusagen, im Falle eines Widerrufs Wertersatz für erbrachte Leistungen zu zahlen. Dass der im Ernstfall berechnete Wertersatz überraschende Ausmaße erreichen kann, hat schon einige Gerichte beschäftigt und vor wenigen Wochen zu einem wegweisenden Urteil geführt (siehe S. 86).

Technisch interessant ist die Frage, ob Persönlichkeitstests tatsächlich geeignet sind, automatisiert die Chance für eine passende Mitgliederpaarung zu berechnen und als Matching-Punktwert anzugeben. Die Algorithmen, die dabei zum Einsatz kommen, nehmen wir ab Seite 82 unter die Lupe.

Trotz aller Probleme haben die Online-Partnervermittlungen ihre Freunde inzwischen in verschiedensten Altersgruppen gefunden, die Jahrgänge zwischen 30 und 59 sind nach Betreiberangaben recht gleichmäßig vertreten. Die Teilnehmer können in einem geschützten Bereich flirten, bevor sie ein Treffen in Real Life ausmachen. Auch das haben zwei unserer Tester letztlich ausprobiert. Ihre Berichte zu diesem Testteil: überwiegend positiv.

(agr@ct.de) **ct**

Marktwächter-Studie zu Online-Dating:
[ct.de/yn2b](https://www.ct.de/yn2b)

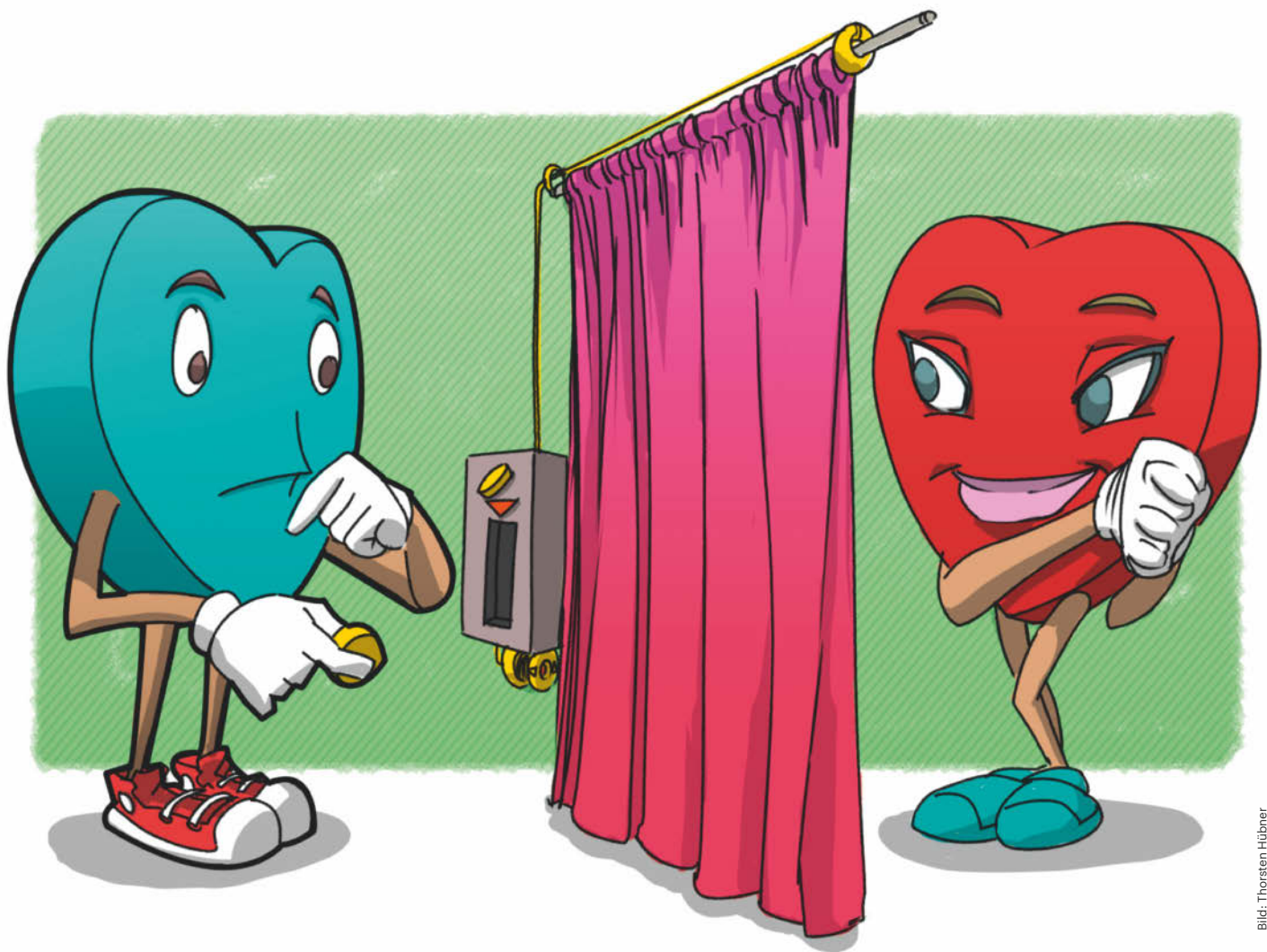


Bild: Thorsten Hübner

Mein Online-Match

Vier Partnerbörsen im Vergleich

Die Partnerbörsen Parship, LemonSwan, ElitePartner und eDarling verstecken die wahren Abokosten und blähen die Liste ihrer Partnervorschläge mit Gratisnutzern auf, deren Profile nicht viel mehr als Geister sind. Trotzdem fanden wir im Test echten Flirtspaß.

Von Arne Grävemeyer

Seit Jahren verbreitet sich unter Singles der Begriff „parshippen“. Dahinter verbirgt sich die Partnersuche auf Onlineplattformen, die dem Mitglied individuell Partner vorschlagen. Diverse Kontaktkanäle ermöglichen das erste Kennenlernen, bevor man ein Date im wahren Leben plant. Solche Dienste sind nicht billig, aber ab einem gewissen Alter wird es schwieriger, zwischen Beruf, Sport, Zeit mit Freunden oder den Kindern noch eine neue Liebe zu finden.

Vor den Flirt und das gegenseitige Kennenlernen haben die Onlinepartnervermittler den Persönlichkeitstest gesetzt. Anschließend folgt eine Gewissensentscheidung: Um überhaupt eine Chance zu haben, jemanden kennenzulernen, muss

der Single bei allen Anbietern zwingend ein Premium-Abo über mehrere Monate abschließen – und das ist mit erheblichen Kosten verbunden. Da freut sich der Partnersuchende über immer neue, individuelle Rabattangebote, fragt sich aber auch, wann wohl der richtige Zeitpunkt zum Abschluss gekommen ist. Wir haben mit mehreren Accounts beobachtet, welche Preise die Anbieter im Testzeitraum nicht mehr unterboten.

Eine zweite Frage: Kann ich als Premiumkunde alle vorgeschlagenen Profile kontaktieren? Im c't-Test zeigte sich, dass nur ein Teil der Profile tatsächlich flirtbereit sind. Denn unter den Partnervorschlägen für Premiumkunden tummeln sich noch unentschlossene Gratisnutzer, die

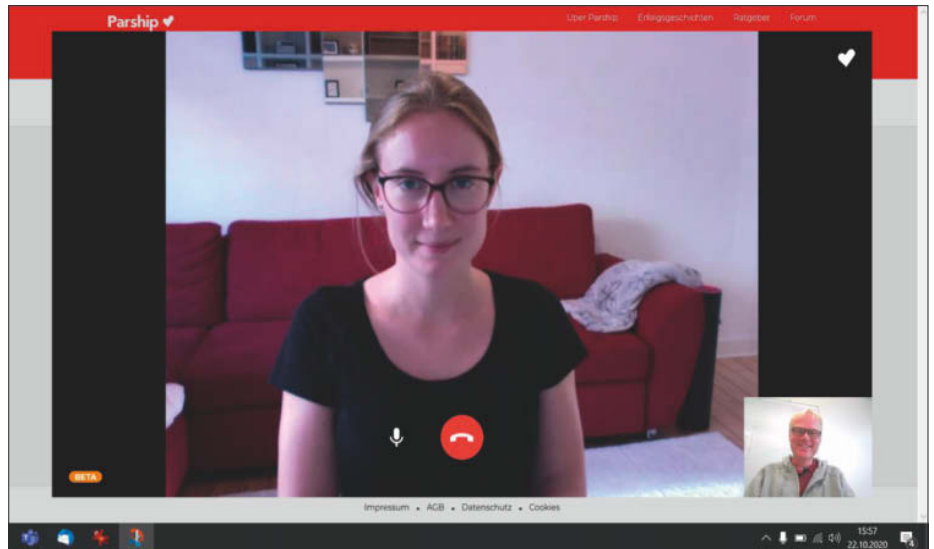
zwar schon eine Persönlichkeitsanalyse absolviert haben, aber ohne Premium-Abo kaum auf persönliche Nachrichten reagieren können. Deren Profile sind fürs Kennenlernen ungeeignet. Unser Test zeigte aber auch, die Onlinepartnerbörsen bieten die Chance auf spannende Dates, zumeist sogar im näheren Umkreis. Mit der einen Plattform sind die leichter zu finden, mit der anderen etwas mühsamer.

Onlinepartnervermittlungen heben sich von anderen Datingportalen durch Persönlichkeitstests und nach den Ergebnissen individuell zugeordnete Partner-vorschläge ab. Intern ordnen die Plattformen die Persönlichkeitsprofile ihrer Teilnehmer und vergeben Matching-Punkte, wie stark ein Pärchen gemäß Papierform zueinander passt. Diese Schützenhilfe macht das Angebot übersichtlicher und erleichtert die erste Kontaktaufnahme.

Kein Pappenstiel

Als Erstes fiel in unserem Vergleichstest auf, dass nur eDarling auf drei Monate begrenzte Premiummitgliedschaften anbietet. Die Kosten betragen 80 Euro im Monat. Wer bei ElitePartner, LemonSwan und Parship auf Partnersuche gehen will, der muss sich heute auf eine mindestens sechsmonatige Premiummitgliedschaft einlassen. Die monatlichen Kosten dafür betragen laut Liste 65 Euro (LemonSwan) und 80 Euro (ElitePartner und Parship), eDarling bietet diesen Zeitraum für monatlich 50 Euro an. ElitePartner und Parship, die übrigens beide unter einem Konzerndach in Hamburg ansässig sind, verlangen Aufschläge, wenn der Kunde eine monatliche oder vierteljährliche Ratenzahlung wählt. Günstigere Monatspreise gibt es bei längeren Vertragslaufzeiten. Von billigen Schnupperangeboten kann man also bei den kürzesten Laufzeiten nicht sprechen. Zudem stellen die Plattformen auf der Auswahlseite ihre Kurzzeitangebote so dar, als ob diese Premiummitgliedschaften nur einen beschränkten Funktionsumfang haben. Unsere Tests zeigten aber, dass das nicht so ist.

Ohne einen Rabatt schließt wahrscheinlich niemand eine Premiummitgliedschaft ab. Schon beim ersten Anmelden auf jeder der vier getesteten Partnerbörsen bekommt der Interessent Ermäßigungen angeboten und wenn er zögert, folgen weitere Rabatte; mal bessere, mal schlechtere. Im Test haben wir eine Reihe von Gratis-Accounts eröffnet und die Rabattangebote eine Weile beobachtet. Wel-



Mit dem Video-Date ermöglichen Parship und ElitePartner ein erstes Kennenlernen im geschützten Umfeld der Partnerbörsen.

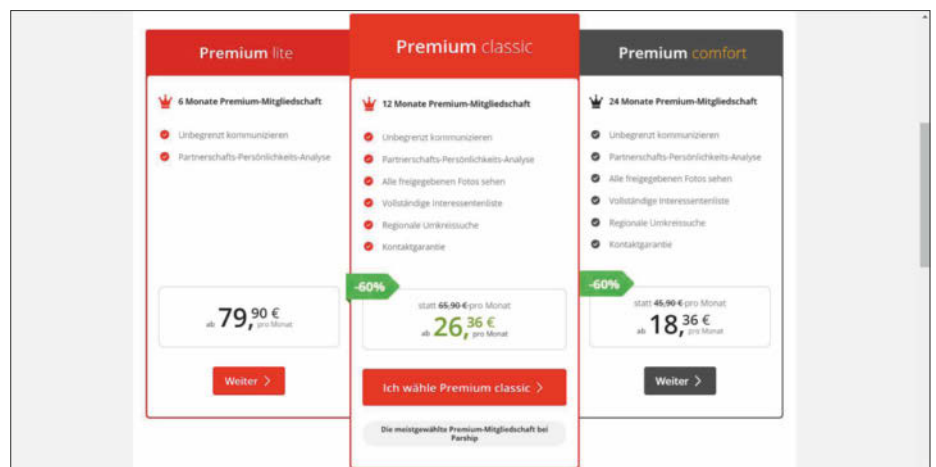
cher Preis für die gebotene Leistung fair ist, kann der Einzelne bei diesem System nicht erkennen. Und er muss auch aufpassen: Mal gelten die gewährten Prozente für die gesamte Laufzeit, mal nur für den ersten Monat. Wir führen in der Testtabelle realistisch erreichbare rabattierte Abo-Preise auf.

Nicht nur die mangelnde Transparenz bei den Kosten ist schlecht. Wer vergisst, sein rabattiertes Abo rechtzeitig zu kündigen, verlängert die Premiummitgliedschaft automatisch – dann aber ohne Rabatt, sondern zum teuren Listenpreis. Nicht nur das: Während eDarling eine kurze Dreimonatsmitgliedschaft um weitere drei Monate à 80 Euro verlängert, hängen ElitePartner, LemonSwan und

Parship auch bei dem Sechsmonatsabo gleich zwölf Monate dran. Die Monatspreise variieren von 30 Euro bei LemonSwan und 40 Euro bei ElitePartner bis 80 Euro bei Parship – mehr als der Listenpreis für ein Jahresabo. Wer sichergehen will, sollte seine Premiummitgliedschaft sofort nach Abschluss gleich wieder kündigen. Nachteile hat er dadurch nicht.

Hundert Fragen

Aber warum sollen Partnersuchende gleich ein Premium-Abo abschließen? Alle vier Plattformen werben doch mit der Möglichkeit einer kostenlosen Nutzung! Tatsächlich führt die Neuregistrierung bei jeder der vier Plattformen zunächst zu einem Gratis-Account. Um diesen einzu-



Welcher Premium-Preis ist akzeptabel? Regelmäßige Rabattaktionen locken mit variierenden Nachlässen zu den Listenpreisen.

richten, muss man erst 20 bis 30 Minuten psychologisch ausgetüftelte Fragen zu seiner Person, zu Interessen und Vorlieben beantworten.

Dieser Persönlichkeitstest bildet das Kernstück der Partnervermittlung, denn er ermöglicht eine Persönlichkeitsanalyse und damit die Berechnung von Matching-Punktwerten für jede denkbare Partnerpaarung (siehe S. 82). Im Anschluss kann der Anwender zumindest einen Teil seiner Partnerschafts-Persönlichkeit einsehen, ElitePartner versendet zusätzlich ein PDF-Dossier mit ausführlichen Ergebnissen, wenn das Mitglied ein Premium-Abo abgeschlossen hat.

Gleich im Anschluss an den Persönlichkeitstest wird das Neumitglied aufgefordert, ein Profilfoto hochzuladen und die persönliche Profilseite mit einigen Angaben zu füllen. Außerdem erhält das Gratismitglied sofort Partnervorschläge mit ausgewiesenen Matching-Punkten beziehungsweise einem „Übereinstimmungsergebnis“ (eDarling).

Jeder Gratisnutzer ein Magnet

Jetzt zeigt sich, auf welche Effekte das Geschäftsmodell aller vier Partnerbörsen setzt: Premiumkunden locken Gratisnutzer und Gratisnutzer locken Premiumkunden. Im Login-Bereich trudeln schnell erste Meldungen über Profilbesucher ein, Interessenten senden ein „Lächeln“ oder ein Kompliment. Das Gratismitglied kann zwar seinerseits Profile einsehen und ein Lächeln senden; ElitePartner, LemonSwan und Parship erlauben ihm sogar, mit einer persönlichen Nachricht zu reagieren, aber dann ist Schluss. Jeder weitere Annäherungsversuch landet auf der Angebotsseite für Premiummitgliedschaften.

Der naheliegende Versuch als Gratisnutzer in der ersten und einzigen persönlichen Nachricht an ein anderes Mitglied, seinen Namen, seine Adresse, Telefonnummer, E-Mail-Adresse oder Ähnliches zu verraten, verstößt übrigens gegen die AGB von ElitePartner, LemonSwan und Parship. Daher durchsucht auf diesen Plattformen ein automatischer Textfilter konsequent jede Nachricht, die ein Gratismitglied schreibt und weist Nachrichten zurück, die gegen diese Kontaktregel verstoßen. Der Textfilter ist nicht nachtragend, man kann auch mehrmals hintereinander versuchen, ihn hereinzulegen. Im Test gelang uns das allerdings nicht; jedenfalls nicht so, dass es ein unbefangener Gesprächspartner verstanden hätte.

Zusätzlich verbieten die AGB dem Gratisnutzer, auf seiner Profilseite darauf hinzuweisen, dass er nur über eingeschränkte Funktionen verfügt. Adressdaten sind ohnehin tabu. Aus diesem Grunde lesen Mitarbeiter der Partnervermittlungen alle Änderungen auf den Profilseiten und müssen diese zur Veröffentlichung erst freigeben. Dadurch ist jede Textänderung mehrere Minuten bis zu einer Stunde in Prüfung, bevor sie online geht oder eben zurückgewiesen wird.

Damit ist das Abo-Werbesystem perfekt: Der Gratisnutzer erhält mit der Zeit immer mehr Komplimente und persönliche Schreiben, von denen er jeweils nur das erste unverpixelt lesen kann. Mit der Neugier steigt die Bereitschaft, ein Abo abzuschließen. Für Premiumnutzer ist es auf der anderen Seite nicht möglich, bei ihren Partnervorschlägen zu erkennen, wer bloß Gratisnutzer und damit nicht erreichbar ist. Denn kostenfreie Zuschauer sind wie Geister: Man kann mit ihnen nicht flirten und sie schon gar nicht daten.

Die breite Basis

Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen den vier Partnerbörsen ist die Anzahl der Partnersuchenden. Laut den Angaben der Anbieter registrieren sich bei Parship jährlich 1,9 Millionen Mitglieder europaweit, wobei auch hier nicht zwischen Premiumkunden und Gratischnuppern unterschieden wird. ElitePartner nennt etwa eine halbe Million Neuanmeldungen jährlich im deutschsprachigen Raum. Die Plattform von LemonSwan, die erst 2017 gestartet ist, gibt mehr als 250.000 Mitglieder an, ebenfalls im deutschsprachigen Raum. Für eDarling liegen uns keine Zahlen vor. Das Betreiberunternehmen stellte während des Testzeitraums seine Kommunikation mit unserer Redaktion komplett ein.

Im Test wirkten sich die unterschiedlichen Mitgliederzahlen deutlich aus. Ein Redakteur in Hannover definierte für sich zum Beispiel die Suche nach einer Frau zwischen 35 und 46, Profilfoto zwingend, Kinderwunsch egal und im Umkreis von 100 Kilometern. In seinen Parship-Partnervorschlägen fand er an einem Stichtag sagenhafte 1066 Profile vor, davon 265 sogar in einem Umkreis von 20 Kilometern, weitere 170 im Umkreis von 50 Kilometern und die übrigen 631 im Umkreis von 100 Kilometern. Auf Rang Zwei folgte ElitePartner mit 748 insgesamt, 184 bis 20 Kilometer entfernt, weitere 119 bis 50



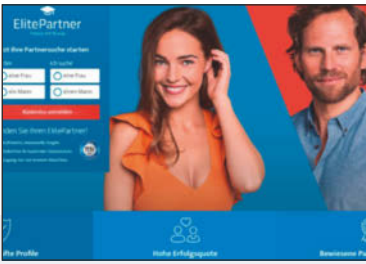
eDarling

eDarling ist der einzige Anbieter, der eine Premiummitgliedschaft für nur drei Monate zulässt. Die Preise für sechs Monate und für zwölf Monate sind niedriger als bei der gesamten Konkurrenz. Zudem ist die Onlinekündigung direkt im Mitglieds-Account konkurrenzlos einfach.

Weniger gut ist, dass einige praktische Funktionen fehlen. So kann der Nutzer seine Partnervorschläge nicht sortieren und er erfährt auch nicht, wann die Mitglieder zuletzt online waren. Fotos sind für alle anderen Premiummitglieder unverpixelt zu sehen, der Teilnehmer gibt sie nicht speziell interessanten Mitgliedern frei. Das größte Problem in unseren Tests war jedoch, dass die Plattform bei ihren Partnervorschlägen die vorgegebenen Suchkriterien ignorierte, seien es Entfernungslimits oder Kinderwunschangaben. Insbesondere ließ sich die maximale Entfernung der vorgeschlagenen Partner nicht beeinflussen, sodass wir auf dieser Plattform mit Abstand die größten Distanzen angeboten bekamen, von Dresden und München bis Emden und vom Schwarzwald bis an die Ostsee.

Eine große Überraschung: Kein Verantwortlicher bei eDarling war bereit, eingereichte Fragen zur Kundenbasis und zum internen Matching-Verfahren zu beantworten. Selbst auf Nachfrage erhielten wir keine Erklärung, nur Schweigen.

- ↑ geringe Preise, einfache Kündigung
- ↓ fehlende Such- und Sortierfunktionen
- ↓ schwache Mitgliederbasis



ElitePartner

Das Portal lieferte viele Partnervorschläge, die sich nach Suchkriterien effizient filtern und zusätzlich praktisch sortieren lassen. Das Dashboard und die App erinnern in vielen Dingen an Parship, was keine große Überraschung ist, da beide Anbieter zu einem Konzern gehören.

Genau wie Parship bietet ElitePartner seit dem Frühjahr den Video-Flirt an, eine weitere Möglichkeit, einander näherzukommen, ohne sich schon real gegenüberzutreten. Allerdings ist der Video-Flirt noch sehr einfach gestaltet, Zusatzfunktionen, spezielle Hintergründe und ähnliches Beiwerk fehlen derzeit.

Ähnlich wie Parship erhöhte ElitePartner innerhalb unseres Testzeitraums (August bis Oktober) die Listenpreise für seine Premiumpakete, und das sogar um zehn Euro pro Monat für alle Angebote. Zusätzlich verlangt das Unternehmen die höchsten monatlichen Aufschläge, wenn der Premiumkunde in Raten bezahlt, anstatt die Gesamtsumme für den Premiumzeitraum sofort zu überweisen. Richtig teuer wird es, wenn der Kunde vergessen sollte, seinen Premium-Vertrag rechtzeitig zu kündigen, da die gewährten Rabatte bei einer Vertragsverlängerung nicht mehr gelten. Man kündigt am einfachsten per Webformular, als E-Mail-Anhang versandt, oder mit einer frei formulierten E-Mail. In beiden Fällen muss der Kunde etwas umständlich erst seine Chiffrenummer herausuchen.

- 👆 praktische Such- und Sortierfunktionen
- 👆 große Mitgliederbasis
- 👇 hohe Kosten



LemonSwan

LemonSwan beschreibt sich als Plattform, die Frauen versteht. Konkret spiegelt sich das in vorgetexteten Standardnachrichten wider, die es insbesondere Frauen erleichtern soll, den ersten Schritt zu wagen; persönliche Anschreiben beeindruckten unsere Tester allerdings mehr.

Die Partnervorschläge sind offenbar stärker nach hohen Matching-Punkten gefiltert, als das bei den anderen Plattformen der Fall ist. Trotzdem bekamen unsere Tester auch mit dieser strengen Vorgabe eine erfreulich große Zahl an Vorschlägen aus der Umgebung. Dass sich persönliche Nachrichten gerade auf dieser Plattform durch einen besonders freundlichen Umgangston auszeichnen, konnten wir nicht feststellen; vereinzelt gab es auch hier Rüpel.

Suchkriterien und Sortierfunktionen schaffen Übersicht über die Partnervorschläge. Es fehlt eine Angabe, wann das Gegenüber zuletzt online war – für viele Nutzer ein wichtiges Indiz für das aktuelle Interesse am Kennenlernen. Für iOS steht keine eigene App zur Verfügung, sondern nur der Browserzugang. Die Premiumkündigung erfolgt über ein formloses Schreiben mit Chiffrenummer und Servicepasswort. Wer früh per E-Mail kündigt, kann beruhigt auf die Bestätigung warten und muss nicht in ein Einschreiben investieren. Insbesondere für Alleinerziehende mit geringem Einkommen bietet LemonSwan kostenlose Premiummitgliedschaften an.

- 👆 praktische Such- und Sortierfunktionen
- 👉 mittelgroße Mitgliederbasis
- 👉 mittleres Kostenniveau



Parship

In der öffentlichen Wahrnehmung, nach den veröffentlichten Mitgliederzahlen und nach der Zahl der Partnervorschläge in unseren Tests erscheint Parship als Marktführer unter den Partnerbörsen in Deutschland. Mit Suchkriterien und Sortierparametern lassen sich die zahlreichen Partnervorschläge gut durchforsten. Zusätzlich lassen sich die vorgeschlagenen Profile sogar nach Interessen filtern. Das Zentrum der Umkreissuche lässt sich frei wählen – eine praktische Funktion, wenn man einen Umzug plant oder oft zwischen zwei Orten pendelt. Genau wie ElitePartner aus demselben Konzern bietet Parship seit dem Frühjahr den Video-Flirt an. Auch die App-Version erlaubt vielfältige Wege der Kontaktaufnahme.

Zum Selbstbewusstsein des Marktführers passt, dass Parship innerhalb unseres Testzeitraums (August bis Oktober) die Listenpreise für seine Premiumpakete um sechs bis zehn Euro pro Monat erhöhte. Zusätzlich verlangt das Unternehmen monatliche Aufschläge, wenn der Premiumkunde in Raten bezahlt, anstatt die Gesamtsumme für den Premiumzeitraum sofort zu überweisen. Durch seine Rabattpolitik erwies sich Parship in unserem Test im Vergleich zum Konzernbruder ElitePartner trotz der höheren Listenpreise als etwas preisgünstiger. Aber auch hier gilt Vorsicht: Wer seinen Premiumvertrag nicht rechtzeitig kündigt, zahlt im Verlängerungszeitraum sogar mehr als die hohen Listenpreise.

- 👆 praktische Such- und Sortierfunktionen
- 👆 große Mitgliederbasis
- 👇 hohe Kosten



Die sogenannten Eisbrecherfragen fordern zu Entscheidungen zwischen zwei Situationsbildern auf und sorgen so für ersten Gesprächsstoff beim zwanglosen Kennenlernen.

Kilometer und weitere 445 bis 100 Kilometer entfernt. LemonSwan bot 52 Vorschläge, davon 18 in bis 25 Kilometer Distanz, 5 waren bis 50, 11 bis 75 Kilometer weg und 18 wohnten bis zu 100 Kilometer entfernt. Bei eDarling wirkten sich die Sucheinstellungen nicht auf die Ergebnisliste der Partnervorschläge aus. Die Plattform bot stets so um die 200 Profile an, am Stichtag waren es 219. Die Entfernung fand in der Liste keine Berücksichtigung. Die Profile verteilten sich über die gesamte Bundesrepublik; nach Entfernung ließen sich die Vorschläge nicht sortieren.

Eine junge Kollegin aus Braunschweig fand ein ähnliches Bild vor. Bei ihren Suchkriterien (Mann zwischen 26 und 38, Größe über 1,79 Meter, Nichtraucher mit Kinderwunsch, aus der Region) bot Parship 628 Profile, ElitePartner fiel dagegen mit 63 schon deutlich ab, LemonSwan 17 und eDarling 8. Aber selbst bei eDarling gab es interessante Suchtreffer aus der direkten Umgebung.

Echte Menschen

Hinweise auf Fake-Profilen fanden wir nicht. Es liegt nahe, dass sich insbesondere hinter den Profilen ohne Foto oft Gratis-User verbergen, erst recht, wenn der letzte Onlinebesuch schon einige Tage zurückliegt. Bis auf eDarling bieten alle Plattformen einen ID-Check an, der signalisieren soll, dass sich hinter einem Profil tatsächlich ein echter Mensch verbirgt. Wer den ID-Check in Anspruch nehmen will, gibt seine Mobilnummer an und erhält darauf einen Code zugesandt, den er auf der Onlineplattform eingibt.

Um zu prüfen, wie hoch der Anteil an tatsächlich aktiven Mitgliedern ist, sandten unsere Tester auf jeder Plattform ein Lächeln und eine kurze persönliche Nachricht an zehn interessante Flirt-Partner mit gut gepflegtem Profil und Foto, mit möglichst hoher Matching-Punktzahl sowie in geringer Entfernung, die noch dazu erst vor Kurzem online waren. Bei LemonSwan konnten wir allerdings nicht ausmachen, wann die Mitglieder zuletzt online waren, bei eDarling fehlte außerdem die Angabe der Entfernung. Unsere Grußaktion erntete viele Reaktionen: von der einfachen Lesebestätigung über neugierige Besuche auf unseren Profilen bis zum Zurücklächeln und Rücknachricht – oder auch direkte Verabschiedungen, das Mittel der Wahl auf den Partnerbörsen, um unerwünschte Kontakte sicher zu beenden. Den Vogel schoss die junge Kollegin ab: Sie erntete bei Parship und bei LemonSwan auf zehn Aussendungen direkt zehn Lächeln oder persönliche Nachrichten, bei eDarling immerhin acht und bei ElitePartner sieben.

Sensible Daten

Prinzipiell ist die Partnersuche intimste Privatsache. Datenschutz spielt also eine wichtige Rolle, zumal die Partnerbörsen einen umfangreichen Persönlichkeitstest durchführen. Das hindert die Plattformen allerdings nicht daran, Webseitenbesuche zu tracken, wenn der Besucher dem nicht in der Cookie-Abfrage ausdrücklich widerspricht. Durch die Analyse von Klicks und Mauszeigerbewegungen gewinnen vor allem große Netzwerke einen immer ge-

naueren Einblick in die Interessen des Surfers.

In unseren Analysen entdeckten wir beim ersten Betreten der Onlineplattformen unserer vier Partnerbörsen schon vor dem Einloggen regelmäßig einen regen Austausch mit Google, Facebook, ausgewiesenen Werbenetzwerken und Analyse-Tools. Das ist nicht außergewöhnlich, speziell bei Partnerbörsen hätten wir allerdings mehr Zurückhaltung erwartet. Nach dem Login ließ die Geschwätzigkeit der Websites immerhin nach: Facebook beispielsweise kontaktierten eDarling, ElitePartner und Parship dann nicht mehr, alle hielten aber weiter Kontakt zu Google-Diensten. Die Übertragungen umfassen nach unseren Stichproben keine Klarnamen oder persönlichen Daten, die Tracker verwenden anonyme IDs, etwa die Advertisement IDs von Google oder Facebook. Große Netzwerke können damit allerdings häufig den einzelnen Kunden durchgängig nachverfolgen und somit identifizieren. Ein besonderer Fall ist LemonSwan, auf dessen Plattform sich der Nutzer wahlweise auch mit seinem Facebook- oder seinem Google-Account einloggen kann. Das vereinfacht den Konzernen die Web Analytics sicher sehr.

Ein weiteres Datenschutzproblem liegt im Umgang mit den Ergebnissen des Persönlichkeitstests. Bei allen Plattformen ist es möglich, einen Vergleich der eigenen Persönlichkeitsanalyse mit dem potenziellen Partner anzustellen und so viel über dessen Persönlichkeit zu erfahren. Bei eDarling kann der Nutzer sogar gleich eine etwas abgespeckte Analyse seines Gegenübers abrufen. Bedenklich ist das erst recht, da eDarling die Profilfotos für alle Premiumkunden klar sichtbar zeigt, auf den anderen drei Plattformen sind diese immerhin vor einer expliziten Freigabe nur verschleiert zu sehen. Parship hat jedoch angekündigt, demnächst auch alle Profilfotos unverfremdet darzustellen.

Geschütztes Spielfeld

Bis dahin ergibt die explizite Freigabe der Fotos eine nette Eskalationsstufe im Repertoire der Kennenlernmöglichkeiten. Wer auf ein attraktives Profil stößt, der kann nacheinander in beliebiger Reihenfolge ein Lächeln senden, seine Fotos freigeben, eine persönliche Nachricht oder Eisbrecherfragen schicken. Eisbrecher sind eine verspielte Form der Kontaktaufnahme, wenn auch ohne ernsthaften Erkenntnisgewinn. Der Sender wählt unter

Fotopaaren jeweils eines aus (Villa oder Landhaus, Berge oder Strand, französischer Weichkäse oder Gouda ...) und der Empfänger versucht, aus denselben Bildpaaren die gleiche Auswahl zu treffen. Übereinstimmungen und Gegensätze sorgen für ersten Gesprächsstoff.

Die Unterschiede in den Funktionen sind marginal: LemonSwan bietet keine Eisbrecherfragen an. Dafür finden die Nutzer auf dieser Plattform eine Funktion „Hi sagen“, mit der sie eine standardisierte „persönliche“ Nachricht absenden. Auch über eine solche Nachricht mag sich der Empfänger freuen, unsere Tester fanden die wortgleichen Nachrichten von verschiedenen Seiten allerdings schnell fade.

Parship und ElitePartner bieten seit diesem Frühjahr die Funktion Video-Date, erlauben die aber erst, wenn bereits ein paar persönliche Nachrichten zwischen

den Kennenlernenden hin- und hergegangen sind. Nicht nur in Coronazeiten sicherlich eine sinnvolle Erweiterung der Flirtmöglichkeiten und die erste Chance sich anonym im geschützten Bereich der Partnerbörsen live zu unterhalten. Die Funktion selbst bietet außer der Video-Audio-Verbindung keinen Schnickschnack. Es fehlt auch die Funktion, eine Kamera oder ein Mikrofon auszuwählen, sei es für den Fall, dass externe Geräte nicht erkannt werden, oder um mit besonderen Hintergründen beispielsweise von QBS oder Snap Camera Wäscheberge in der unaufgeräumten Wohnung zu verstecken.

Fazit

Onlinepartnerbörsen sind ein kostspieliges Vergnügen mit sehr intransparentem Preissystem und einer Kostenfalle für Mitglieder, die nicht rechtzeitig kündigen. Sie bieten eine breite Mitgliederbasis, schmei-

ßen aber vorsätzlich Gratischnupperer und Premiumkunden in einen Topf, um für beide Gruppen eine größere Trefferzahl zu generieren.

Gut ist, dass die Plattformen einen geschützten Bereich bieten, in dem Partnersuchende ihre Partnervorschläge in aller Ruhe sichten und sich ihnen ungezwungen nähern können. Die Hürden, sich gegenseitig kennenzulernen, sind sehr niedrig. Wer sich bedrängt fühlt, kann jederzeit den Kontakt abbrechen und anonym bleiben, wenn er nicht von sich aus bereits Kontaktdaten geteilt hat. Mit Suchkriterien und Sortierfunktionen helfen drei der vier Plattformen bei der Suche nach dem Herzblatt. Durch die neu angebotenen Video-Dates ist auf zwei Plattformen sogar ein erstes virtuelles Treffen möglich, ohne den Schutz der Plattform zu verlassen. Unsere Tester sind überzeugt: Hier können sich Paare finden. (agr@ct.de) **ct**

Onlinepartnerbörsen

Name	eDarling	ElitePartner	LemonSwan	Parship
Anbieter	Spark Networks Services GmbH	PE Digital GmbH	LemonSwan GmbH	PE Digital GmbH
Webadresse	edarling.de	elitepartner.de	lemonswan.de	parship.de
registrierte Mitglieder (Anbieterangaben)	k. A.	500.000 Neuregistrierungen / Jahr im deutschsprachigen Raum (kostenlos und Premium)	> 250.000 insgesamt im deutschsprachigen Raum (kostenlos und Premium)	1.900.000 Neuregistrierungen / Jahr in Europa (kostenlos und Premium)
Premium-Monatsentgelt für 3 / 6 / 12 / 24 Monate	79,90 € / 49,90 € / 37,90 € / n.v.	n.v. / 79,90 € / 59,90 € / 39,90 €	n.v. / 64,90 € / 44,90 € / 29,90 €	n.v. / 79,90 € / 65,90 € / 45,90 €
Begrüßungsangebote im Test, Monatsentgelt für 3 / 6 / 12 / 24 Monate	79,90 € / 49,90 € / 29,90 € / n.v.	n.v. / 79,90 € / 3 × 29,95 €, danach 9 × 59,90 € / 3 × 19,95 €, danach 21 × 39,90 €	n.v. / 3 × 42,19 €, danach 3 × 64,90 € / 3 × 29,19 €, danach 9 × 44,90 € / 3 × 19,44 €, danach 21 × 29,90 €	– / 79,90 / 3×32,95, danach 9×65,90 / 3×22,95, danach 21×45,90 €
günstigste Preisrabatte im Test (Monatsentgelt)	34,90 € / 22,90 € / 12,90 € / n.v.	n.v. / 39,95 € / 29,95 € / 19,95 €	n.v. / 25,96 € / 17,96 € / 11,96 € ²	n.v. / 31,96 € / 26,36 € / 18,36 €
monatl. Zusatzentgelt bei monatlicher / vierteljährlicher / halbjährlicher Zahlweise	–	8 € / 6 € / 3 €	–	6 € / 4 € / 2 €
Flirten (Browser)				
der allererste Eindruck	Matching-Punkte, Vorname, Alter, Beruf, Ort	Matching-Punkte, Beruf, Alter, Bundesland, erste zwei Postleitziffern, Entfernung, Datum, wann zuletzt online	Matching-Punkte, Beruf, Alter, erste zwei Postleitziffern, Entfernung	Matching-Punkte, Beruf, Alter, Bundesland, erste zwei Postleitziffern, Entfernung, Datum, wann zuletzt online ³
Profilfotos bis zur persönlichen Freigabe verschwommen	–	✓	✓	✓ ¹
Sortierung der Partnervorschläge	Neue Teilnehmer, Profile mit Foto	Neueste zuerst, Matching-Punkte, zuletzt online, Entfernung	Neueste zuerst, Matching-Punkte, Entfernung	Unsortiert, neueste zuerst, Matching-Punkte, zuletzt online, Entfernung
Anzeige, wann zuletzt online	–	✓	–	✓
ID-Check	–	✓	✓	✓
Lächeln senden	✓	✓	✓	✓
Eisbrecherfragen	✓	✓	–	✓
Video-Flirt	–	✓	–	✓
Sucheinstellungen beeinflussen Partnervorschläge	–	✓	✓	✓
Profil melden	Mitteilung an Kundendienst	Button	Button	Button
App-Funktionen				
Lächeln oder Kompliment / Eisbrecherfragen senden / Fotos freigeben / Chat	✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Video-Flirt	–	✓	–	✓
vorgefertigte Nachrichten	–	–	✓	–
Profil melden	Button	Button	Button	Button
Partnervorschläge filtern	–	Neueste zuerst, Matching-Punkte, zuletzt online, Entfernung	Neueste zuerst, Matching-Punkte, Entfernung	Neueste zuerst, Matching-Punkte, zuletzt online, Entfernung

¹ lt. Anbieter künftig unverwisch ² Für Alleinerziehende, Studierende und Auszubildende mit Jahreseinkommen < 35.000 € lt. Anbieter kostenlos ³ lt. Anbieter künftig auch Vorname
 ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe n.v. nicht verfügbar

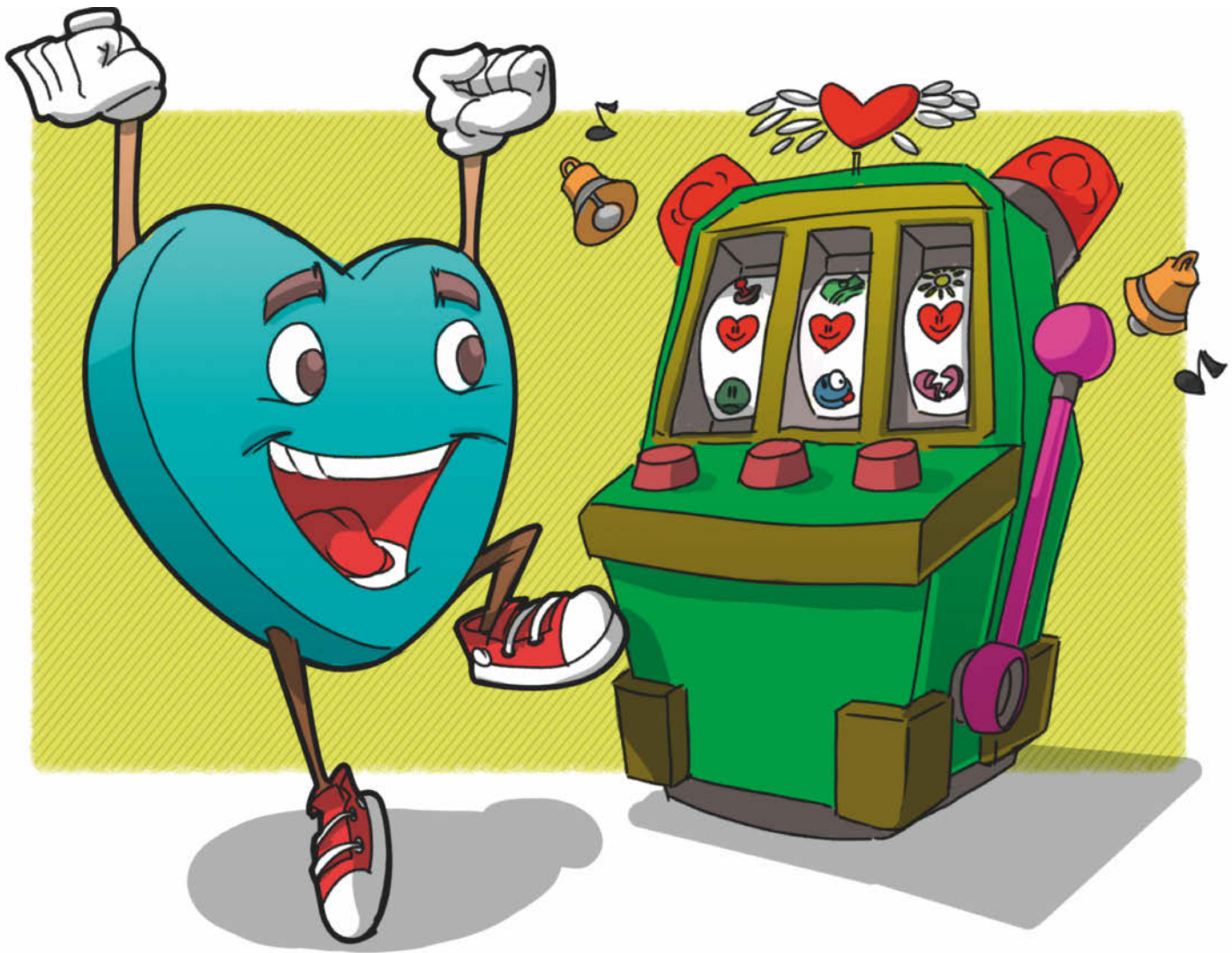


Bild: Thorsten Hübner

(Prinz)¹⁰=Frosch*15±Epsilon?

Matching-Algorithmen: Zwischen Wissenschaft und Marketing

Hoher Matching-Score, perfektes Alter, akademische Laufbahn, ähnliche Hobbys, passende Zukunftspläne, humorvoll: Da kann praktisch nichts mehr schiefgehen ... außer das Date. Was ist also dran an der Liebesformel, die Partnervermittlungen einsetzen? Wie gut lassen sich Liebe und Zuneigung überhaupt vermessen?

Von Andrea Trinkwalder

Ob ElitePartner, LemonSwan, eDarling oder Parship, alle vier werben mit wissenschaftlichen Verfahren: Bewaffnet mit umfangreichen Fragebögen aus Psychologenfeder und geheimen Algorithmen versprechen sie, aus einem unüberschaubaren Pool potenzieller Partner einander nur solche vorzuschlagen, die individuell zusammenpassen. Diese Matching-Verfahren heißen je nach Anbieter zum Beispiel Parship-Prinzip oder eDarling-Methode und werden mit hohem Budget im Fernsehen und in anderen Medien beworben. „Passend“ setzen sie in der Regel gleich mit „viel Ähnlichkeit in beziehungsrelevanten Aspekten, gewürzt mit einer Prise Unterschied-

lichkeit“. Das klingt stimmig, aber erhöht es tatsächlich die Chance, den Partner fürs Leben zu finden?

Die Wissenschaft des Matchings

Keine Frage, Matching-Algorithmen gehören zu den erfolgreichsten mathematischen Verfahren des Datenzeitalters. Auf Amazon, Netflix und Co. schlagen Empfehlungsalgorithmen dem Kunden passende Produkte und Inhalte vor (kollaboratives Filtern), in der Medizin vermitteln sie Spenderorgane an Empfänger (Gale-Shapley-Algorithmus). Da liegt es nahe, mit solchen Methoden auch Menschen automatisiert zu Liebespaaren zusammenzubringen.

Ähnlich wie Handelsplattformen stehen Partnerbörsen vor der Herausforderung, Kunden ein halbwegs überschaubares und sinnvolles Angebot zu unterbreiten: Die vorgeschlagenen Partner sollen in einem Bereich liegen, in dem man sich eine Beziehung vorstellen kann. Die Kunst besteht darin, ein geeignetes Messinstrumentarium zu entwickeln, mit dem sich vorhersagen lässt, welche Vorschläge den Geschmack des Kunden treffen.

Die ab Seite 74 getesteten Partnerbörsen klassifizieren Menschen, indem sie aus den Antworten auf mehr oder weniger geschickte Fragen deren Persönlichkeit, Lebensumstände, Vorlieben und potenzielles Beziehungsverhalten ablesen. Die vielen Antworten reduziert ein statistisches Verfahren auf eine überschaubare Anzahl charakteristischer Merkmale. Diese fließen in einen sogenannten Matching-Wert ein, der für jeden potenziellen Partner angibt, wie hoch die Übereinstimmung ist. Dabei legen die Partnerbörsen unterschiedliche Maßstäbe an.

eDarling beispielsweise legt den Schwerpunkt auf die Persönlichkeitsanalyse mithilfe des etablierten Big-Five-Modells (Fünf-Faktoren-Modell, FFM), das die menschliche Persönlichkeit anhand von fünf Basis-Charaktereigenschaften beschreibt. Dem steht mit LemonSwan der neueste Akteur auf dem Markt gegenüber, dessen Verfahren nach harmonisierenden Lebensgewohnheiten und ähnlichem Beziehungsverhalten sucht. Zwar bekommt der Kunde auch hier eine Big-Five-Persönlichkeitsanalyse, die jedoch nicht in das Matching einfließt, wie LemonSwan gegenüber c't erklärte. ElitePartner und Parship berechnen „ihren“ Ähnlichkeitswert anhand einer Mischung aus Persönlichkeit, soziodemographischen Faktoren und Interessen, wobei ElitePartner auch das Gehalt einbezieht. Die Fragebögen dazu haben die Firmen selbst entwickelt. Die exakten Gewichtungungsverfahren veröffentlichen sie nicht, unabhängig begutachtete Studien zur jeweiligen Wirksamkeit fehlen; öffentlich verfügbare Quellen siehe [ct.de/y4mj](https://www.ct.de/y4mj)

Wie aus einem umfangreichen Fragebogen ein Matching-Wert wird, lässt sich aber in Grundzügen am Beispiel des gut dokumentierten Fünf-Faktoren-Modells demonstrieren. Es beschreibt die Persönlichkeit des Menschen anhand folgender fünf voneinander unabhängiger Dimensionen, weshalb es häufig auch OCEAN-Modell genannt wird:

Ich bin leicht entmutigt.

trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft weniger zu	trifft etwas zu	trifft überwiegend zu	trifft zu	trifft vollkommen zu
oder drücken Sie die Taste 1	oder drücken Sie die Taste 2	oder drücken Sie die Taste 3	oder drücken Sie die Taste 4	oder drücken Sie die Taste 5	oder drücken Sie die Taste 6	oder drücken Sie die Taste 7

Der eDarling-Fragebogen stützt sich auf das Fünf-Faktoren-Modell (Big Five) zur Beschreibung der Persönlichkeit.

- Openness (Offenheit)
- Conscientiousness (Gewissenhaftigkeit)
- Extraversion (Extrovertiertheit)
- Agreeableness (Soziale Verträglichkeit)
- Neuroticism (Emotionale Labilität)

Der umfangreichste Big-Five-Fragebogen in der Wissenschaft ist das NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) mit 240 Einzelfragen, in denen der Proband auf einer mehrstufigen Skala (Likertskala) angeben soll, wie stark die Aussage auf ihn zutrifft. Ein Fragenblock misst die Offenheit in ihren sechs Facetten, ein anderer die Gewissenhaftigkeit et cetera. Es gibt aber auch schlankere Versionen und auch die Partnerbörsen nutzen nur eine Teilmenge.

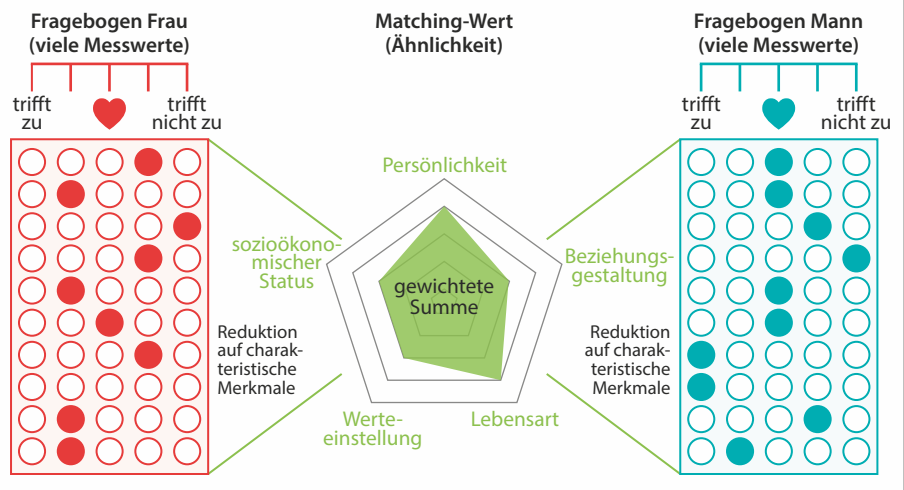
Bei der Entwicklung solcher psychometrischer Fragenkataloge helfen statistische Standardverfahren: die Korrelationsmatrix und die Faktorenanalyse. Die Korrelationsmatrix liefert Hinweise auf

Fragen, deren Antworten korrelieren und sich daher zu Blöcken zusammenfassen lassen. Die Ausprägung des zugrunde liegenden Persönlichkeitsmerkmals lässt sich als gewichtete Summe dieser Antworten beschreiben. Beispielsweise beantworten Probanden die Aussagen „Ich fühle mich in einer fremden Umgebung im Allgemeinen eher unwohl“ und „Ich spreche im Allgemeinen eher ungern vor einer großen Menschengruppe“ häufig ähnlich, weil sie sich auf denselben Aspekt der Persönlichkeit beziehen.

Wie stark die einzelnen Fragen zur Ausprägung der jeweiligen Charaktereigenschaft beitragen, verrät eine Faktorenanalyse. Aus allen zusammenhängenden Aussagen lässt sich mit Hilfe der gewichteten Summe berechnen, wie ausgeprägt das zugehörige Persönlichkeitsmerkmal – im Beispiel „Extraversion“ – ist.

Vom Fragebogen zum Matching-Wert

Partnerbörsen erfragen unzählige Details, vom Verhalten in Alltagssituationen bis hin zu Bildung und Einkommen. Aus zusammengehörenden Fragen berechnen die Matching-Verfahren, wie stark bestimmte Persönlichkeitsmerkmale bei jedem Kandidaten ausgeprägt sind. Je ähnlicher diese Basismerkmale, umso höher wird der Matching-Wert.



Alle Merkmale zusammen bilden die Persönlichkeitsstruktur.

Ähnliche Fragenkomplexe haben Psychologen auch entwickelt, um Menschen anhand ihrer Werteinstellung zu kategorisieren – auch auf diesen Bereich zielen einige Fragen der Partnervermittlungen. Hier gibt es etwa Modelle, die die Werteinstellung anhand dreier voneinander unabhängiger Faktoren beschreiben: dem Wunsch nach „Sicherheit und Stabilität“, „Abenteuer und Genuss“ und „sozialem Status“. Das Stabilitätsbedürfnis erschließt sich etwa aus Fragen über die persönliche Bedeutung von Traditionen und Umgangsformen. Erkenntnisse über das Statusbewusstsein liefern Aussagen darüber, wie wichtig Anerkennung der eigenen (beruflichen) Leistung oder der Besitz von Statussymbolen ist.

Knackpunkt Validität

Um zu beurteilen, ob ein Algorithmus hält, was die Werbung verspricht, muss man nicht nur untersuchen, was er misst und ob er dies zuverlässig misst – sondern ob er überhaupt das Richtige misst (Validität).

Dass die Datengrundlage nicht immer zwingend zum Ziel führt, sieht man beispielsweise an Parship und Co. Sie sprechen mit ihrem Verfahren Menschen an, die eine ernsthafte, langjährige Beziehung suchen. Dabei erwecken sie mit allen Mitteln der Werbekunst den Eindruck, dass ihre Matching-Algorithmen Paare finden, die aufgrund ähnlicher Vorlieben und gut harmonisierender charakterlicher Eigenschaften langfristig stabil bleiben. Einen Beweis für diesen Zusammenhang und die Wirkungsweise ihrer spezifischen Methode bleiben sie schuldig. Und weil sie die

Algorithmen nicht offenlegen, lässt sich deren Wirksamkeit auch nicht in unabhängigen Studien überprüfen.

Unterm Strich bleibt also lediglich nachvollziehbar, dass die Plattformbetreiber mithilfe mathematischer Verfahren Ähnlichkeiten in Persönlichkeitsprofilen finden und dass sie sich wissenschaftlicher Methoden bedienen, um diese Persönlichkeitsprofile zu erstellen.

Ob ein mit den jeweiligen Verfahren ermittelter hoher Matching-Score die Chancen für das Entstehen einer Beziehung erhöht und diese dann auch noch langfristig Bestand hat, bleibt so lange eine Theorie, bis sie durch valide (Langzeit-)Studien belegt wird.

Studie statt Befragung

Eine solche Kausalität zwischen Profil und dauerhaftem Liebesglück zu belegen, ist extrem schwierig. Entsprechenden Studien mangelt es häufig an realistischen Testszenarien und/oder einer halbwegs repräsentativen Teilnehmerauswahl. Dies gilt auch für die Ergebnisse von Mitgliederbefragungen der Partnervermittlungen, die mit hohen Vermittlungsquoten und überdurchschnittlich zufriedenen Paaren aufwarten und diese Zahlen als Erfolg des Matching-Verfahrens verkaufen.

Einige wissenschaftliche Studien attestieren langjährigen Paaren durchaus eine gewisse Ähnlichkeit. Allerdings bleibt unklar, ob diese Ähnlichkeit schon vorher bestand oder sich erst im Laufe der Jahre entwickelt hat. Neuere Arbeiten belegen, dass ein solcher Angleichungsprozess im Denken, Fühlen und Handeln tatsächlich stattfindet.

Kritiker des rein fragebogengestützten Matchings wie der US-amerikanische Psychologieprofessor Eli J. Finkel bemängeln Grundsätzliches: dass die Profile auf Selbstauskunft beruhen und daher tendenziell beschönigend ausfallen – im Worst Case womöglich ausgerechnet in den Details, die später Beziehungsstress garantieren. Die Partnerbörsen versuchen zwar, solche Verzerrungen durch Appelle an die Ehrlichkeit und geschickte Fragestellung zu vermeiden. Doch bei aller Ehrlichkeit und dem Wunsch nach einem perfekten Match: Ob einer überall die Socken liegen lässt, beim Streiten niemals einlenkt und sich um den Abwasch drückt, verraten die hochglanzpolierten Profile alle nicht.

Ganz generell lassen laut Finkel weder die Matching-Werte noch die zugrunde liegenden Profile eine Prognose darüber zu,

Matching à la Tinder

Tinder ist für jedermann; man muss nicht am Türsteher vorbei und kann mit wenigen Angaben sofort loslegen. Dennoch zieht auch hier ein Matching-Algorithmus die Strippen, und der muss schnell sein. Während es bei Parship und Co. schon mal einen Tag dauern kann, bis alle Angaben geprüft und Ähnlichkeiten berechnet sind, will Tinder Echtzeit-Feeling vermitteln: Von den 50 Millionen Liebessuchenden auf Tinder sind 10 Millionen täglich aktiv, was dem Algorithmus 1,6 Milliarden Wischgesten („Swipes“) pro Tag aufbürdet. Um diese Datenmengen

zu bewältigen und auch neue Nutzer rasch klassifizieren zu können, nutzt Tinder **kollaboratives Filtern** – eine Technik, die Plattformen wie Amazon und Netflix erfolgreich und groß gemacht hat. Jeder kennt die Empfehlungen. Man legt einen Artikel in den Warenkorb und erhält dazu passende Vorschläge: „Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch...“

Tinder analysiert „Partnergeschmack“ also wie „Kaufverhalten“. Rechtswisch: kaufen, Linkswisch: nicht kaufen. Die ersten Vorschläge und Swipes dienen dazu, den Nutzer einzuordnen (im Prinzip wie die Fragebögen in der Partnervermittlung). Ab diesem Zeitpunkt empfiehlt der Algorithmus Partner auf Grundlage dieser ersten Analyse. Zeigt etwa ein Mann durch Rechtswisch Interesse an einer Frau, schaut der Algorithmus in seiner Item-Item-Tabelle nach, welche Frauen von anderen Nutzern am häufigsten gemeinsam mit dieser akzeptiert wurden. Den nächsten Vorschlag wählt der Algorithmus dann aus dieser Liste. Ein weiteres Filterkriterium ist die allgemeine Beliebtheit beider Personen, die in etwa ähnlich ausfallen soll. Wie der Tinder-Recommendier funktioniert, demonstrieren und erklären Benjamin Berman und Miguel Perez mit ihrem interaktiven Projekt „Monstermatch“, siehe ct.de/y4mj.



Tinder schließt aus dem Wischverhalten aufs Beuteschema. Wie der dafür genutzte Filter „kollaboratives Filtern“ funktioniert, demonstriert die interaktive Simulation Monstermatch.

ob zwei Menschen kommunikativ harmonisieren – was aber Voraussetzung dafür sei, dass sich romantische Gefühle entwickeln. Der Forscher untermauert seine Kritik an den profilbasierenden Matching-Algorithmen mit zwei Studien, in der Probanden zunächst einen umfangreichen Fragebogen zu Persönlichkeit, Interessen et cetera ausfüllen sollten und sich anschließend zum Speed Dating trafen. Im ersten 2005 durchgeführten Experiment trafen 81 Frauen auf 82 Männer, die zweite Studie lief 2007 mit 93 Frauen und 94 Männern.

Welche „Paare“ dann in diesen spontanen Gesprächssituationen auf einer Wellenlänge lagen und sogar romantische Gefühle entwickelten, ließ sich laut Finkel weder anhand ähnlicher Persönlichkeitsmerkmale noch anhand anderer formaler Ähnlichkeiten vorhersagen. Eine Stärke dieser Speed-Dating-Studien ist, dass sie eine realitätsnahe Situation schafft, in der man den Zusammenhang zwischen typischen Matching-Kriterien und dem Anbahnen einer Beziehung unmittelbar untersuchen kann. Eine Schwäche ist, dass vor allem Studenten daran teilnehmen und von dieser speziellen Gruppe möglicherweise ein bestimmter Typus, der sich in Speed-Dating-Situationen wohl fühlt.

Glücksformel

Allerdings kann auch eine Speed-Dating-Studie nicht das Geheimnis von Stabilität und dauerhaftem Glück ergründen. Übersteht die Liebe den ersten größeren Konflikt? Steht man sogar eine existenzielle Krise gemeinsam durch? Oder zermüht man sich im alltäglichen Klein-Klein?

Solche langfristigen Entwicklungen untersuchen Forscher, indem sie Paare über einen längeren Zeitraum hinweg begleiten. Ein besonders akribischer Beobachter und Vermesser ist der Psychologe John Gottman, der über vierzig Jahre lang tausende Paare studiert hat, um ein Maß für die Stabilität von Beziehungen zu finden. Im Jahr 1986 gründete er zusammen mit seinem Kollegen Robert Levenson „The Love Lab“, in das er Frischverheiratete zum Gespräch über Meilensteine ihrer Beziehung lud: Sie sollten erzählen, wie sie sich kennengelernt haben sowie einen gravierenden Konflikt und eine positive Erinnerung schildern. Während des Gesprächs machten sich die Forscher nicht nur Notizen zur Wortwahl, sondern zeichneten auch physische Reaktionen wie Mimik, Blutdruck, Puls und Schwitzen auf.

Liebes- oder Scheidungsformel? John Gottman und der Mathematiker James Murray haben Gleichungen entwickelt, mit denen sich aus dem Kommunikationsverhalten die Qualität einer Beziehung ableiten lässt.

Sechs Jahre später untersuchten sie, ob die Paare noch zusammen oder getrennt waren und teilten sie dementsprechend in „Masters“ und „Disasters“.

Tatsächlich fanden sie ein Muster in den damals aufgezeichneten Gesprächsdaten. Die Erfolgreichen hatten beim Erzählen eher in sich geruht, auch wenn es um Konflikte ging. Demgegenüber wirkten die Gescheiterten zwar beherrscht, befanden sich aber während des Erzählens permanent in einer Art Fluchtmodus – was physische Daten wie erhöhter Puls oder verstärktes Schwitzen verrieten. Sie entspannten sich nicht mal bei der Erinnerung an das positive Erlebnis.

1990 beobachtete Gottman Frischverheiratete im Alltag, indem er 130 Paare in eine Art Bed-and-Breakfast-Labor einlud. Hier fand er heraus, dass sich glückliche Paare permanent mit kleinen, aufmerksamen Gesten „beschenken“, also immer wieder Kontakt zueinander suchen und einigermaßen großzügig mit den kleinen Macken des anderen umgehen. Gottmanns Formel für langes Liebesglück lautet also: Liebevolle Gesten, Aufmerksamkeit und Großzügigkeit statt kleinkariertes Aufeinander-Herumhacken.

Dieses Zusammenspiel aus Aktion und Reaktion goss er später zusammen mit dem Mathematiker James Murray in zwei Gleichungen, mit deren Hilfe er für jedes Paar eine individuelle Positivitäts- beziehungsweise Negativitätsspirale berechnen konnte. Sie erlaubte dem Psychologen, mit 94-prozentiger Genauigkeit vorherzusagen, ob sich ein Paar trennen wird oder zusammenbleibt und gefährdeten Paaren rechtzeitig ein Training für liebevolleren Umgang miteinander anzubieten. Basis für die Formel ist ein Test, der auf Beobachtung beruht, wie die Paare miteinander umgehen – also kein Fragebogen, wie ihn die Partnerbörsen verwenden.

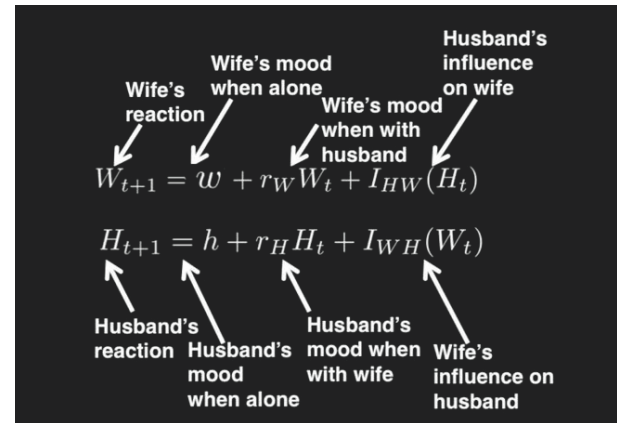


Bild: Hannah Fry

In genau solchen Analysetechniken sieht auch der Forscher Eli Finkel Verbesserungspotenzial für den Matching-Prozess von Onlinebörsen: Seiner Meinung nach könnte man Partnersuchenden wirklich helfen, wenn das Matching möglichst frühe persönliche Dates und eine Analyse des tatsächlichen Kommunikationsverhaltens forcieren würde.

Reden statt blättern

Bis die Plattformen so weit sind, muss man sich notgedrungen aus den Erkenntnissen der Psychologie und Mathematik eine eigene Strategie zurechtbasteln: Kunden von Onlinepartnervermittlern können sich dem Matching-Wert nur schwer entziehen, weil er die Basis für die erste Auswahl von Kandidaten ist. Einen nachweislich negativen Einfluss aufs Beziehungsglück hat eine ausgeprägte emotionale Labilität (allerdings unabhängig vom Ähnlichkeitswert). Ansonsten sollte man dem Score innerhalb der Vorauswahl keine allzu große Bedeutung beimessen. Wer zum Ziel kommen möchte, hält sich dann besser nicht mit langen Profilstudien, theoretischen Merkmalsvergleichen und langwierigem Austausch von Textnachrichten auf, sondern sucht möglichst rasch das echte Gespräch, sei es per Telefon, Video oder bei einem zwanglosen Treffen.

Eine sehr unterhaltsame und nützliche, auf Mathematik gestützte Sammlung von Optimierungsstrategien für die Partnersuche findet sich übrigens in dem Buch „The Mathematics of Love“ von Hannah Fry beziehungsweise dem gleichnamigen TED Talk auf YouTube, siehe [ct.de/y4mj](https://www.youtube.com/watch?v=ct.de/y4mj). Sie verrät sogar, wie viele Frösche man wirklich küssen muss, bis einer zum Prinzen wird. Leider gibt es nur einen Durchschnittswert.

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

Studien und andere Quellen: [ct.de/y4mj](https://www.youtube.com/watch?v=ct.de/y4mj)

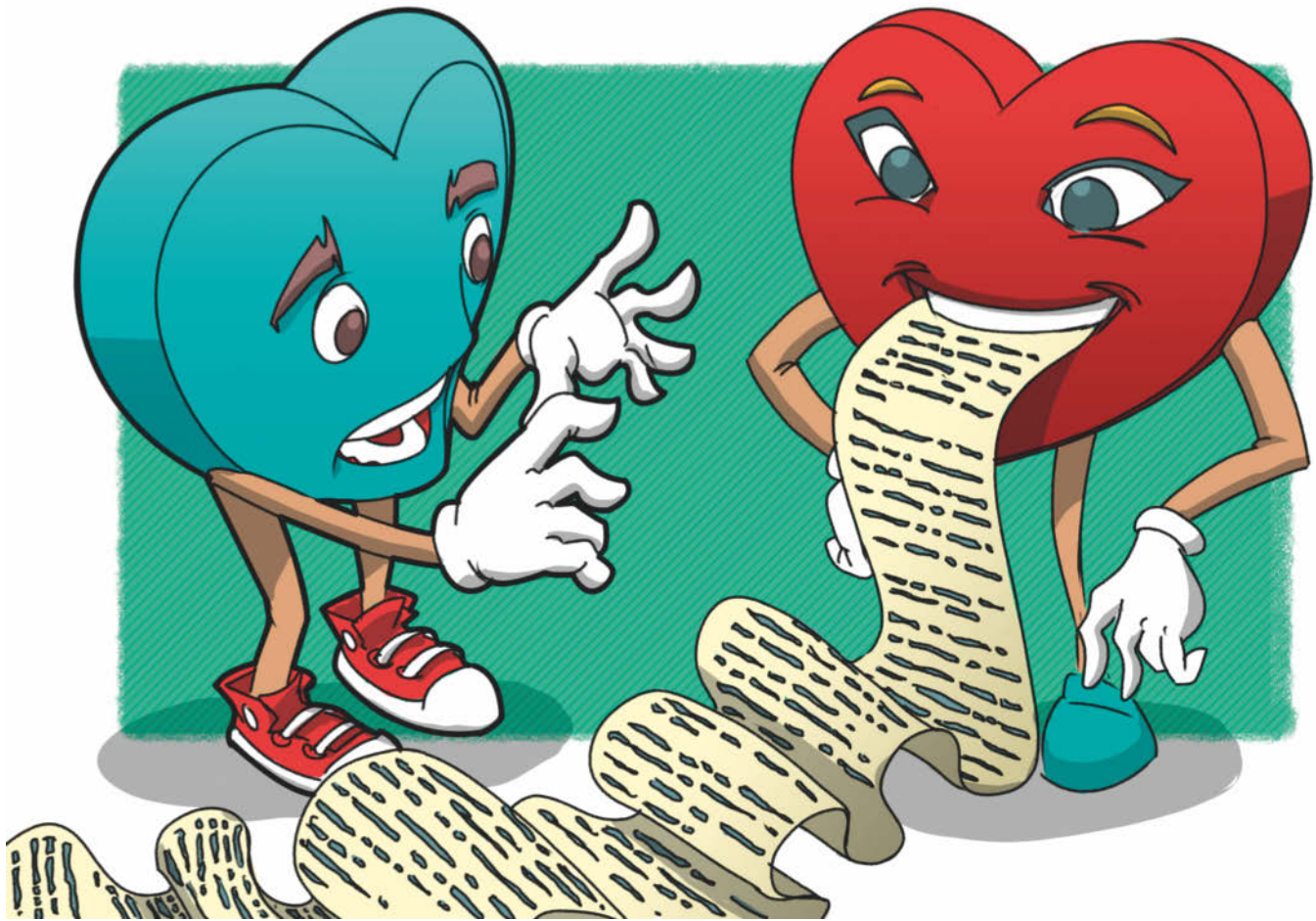


Bild: Thorsten Hübner

War da noch was?

Rechtliche Haken in den Geschäftsbedingungen bei Partnerbörsen

Das Geschäft, das hinter den Onlinepartnervermittlungen steht, atmet keine Romantik. Dort geht es ganz nüchtern um Geld. Vertragsbedingungen enthalten manch kleinere bis mittelgroße Kröte, die ein Bindungswilliger schlucken soll. Außerdem ist da noch die wichtige Frage des Widerrufsrechts.

Von Niklas Mühleis

Rechtlich betrachtet läuft die Anmeldung bei einer Onlinepartnervermittlung trotz aller schönen Begrüßungsworte und in warmen Farben abge-

bildeter Lächel-Models auf nichts weiter als einen schnöden Vertragsschluss hinaus. In diesen Vertrag werden die allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der betreffenden Plattform wirksam einbezogen. Es lohnt sich daher, diesen Texten Aufmerksamkeit zu widmen, auch wenn sie anstrengend zu lesen sind. Dass Partnervermittlungen dort gelegentlich schwer Verdauliches unterbringen, konnten wir bereits vor vier Jahren feststellen [1].

Keine Erfolgsgarantie

Alle vier betrachteten Plattformen – eDarling, ElitePartner, LemonSwan und Parship – stellen bereits in den ersten Absätzen ihrer AGB klar, dass sie einem Kunden weder die Vermittlung einer Partnerschaft noch die einer Ehe schulden. Sie

verstehen sich vielmehr als reine Dienste zur Darstellung der eigenen Person und zur Kontaktaufnahme mit anderen Kunden. Unter diese Beschreibung könnte eigentlich auch jedes kostenlos nutzbare soziale Netzwerk fallen. Das, worauf Kunden bei Partnervermittlungen hoffen, liegt jenseits von dem, was die Dienstbeschreibung zusichert.

Aus Sicht der Portale ist diese Beschränkung äußerst sinnvoll. Eine Erfolgsgarantie möchte bei einem so komplizierten und vielschichtigen Vorgang wie der Partnervermittlung schlichtweg niemand geben. Die Schwierigkeit beginnt schon damit, wie man den Erfolg definieren und wann man ihn messen soll: nach dem dritten Treffen? Nach einer Beziehungsdauer von vier Wochen? Oder erst nach einigen Jahren Ehe? Jedenfalls haben Kunden bei ausbleibendem Liebesglück keine rechtliche Handhabe, Geld zurückzuerhalten.

eDarling wird bei der Zweckbestimmung wenigstens ein bisschen konkreter als die übrigen und geht immerhin so weit, sich selbst als Onlinedienst für das Treffen alleinstehender Erwachsener zu definieren. Von einer Erfolgsgarantie für das Zustandekommen geeigneter Kontakte ist allerdings auch diese Formulierung weit entfernt.

Das liebe Geld

Schwerpunktmäßig befassen sich die AGB aller vier Vermittlungsportale damit, wer wann wie viel Geld für was zu zahlen hat und unter welchen Umständen wie viel zurückerstattet werden soll. Alle vier Angebote haben dabei gemeinsam, dass sie sowohl kostenlose als auch kostenpflichtige Angebote vorhalten. Kostenfrei ist stets der Persönlichkeitstest einschließlich der Aufstellung des Profils.

Bei ElitePartner ist das Antworten auf Nachrichten von Teilnehmern noch kostenlos. Hier werden Nutzer dann zur Kasse gebeten, wenn sie von sich aus andere anschreiben möchten. Bei LemonSwan hingegen ist nur das Unterbreiten von Partnervorschlägen kostenlos. Sämtliche Kontaktmöglichkeiten gehören bereits zu den kostenpflichtigen Services. Parship bietet sparsamen Kontaktwilligen immerhin die Möglichkeit, kostenfrei symbolische Standards wie ein Lächeln oder ein Like zu versenden. Wer jedoch selbst geschriebenen Texten auf Partnersuche gehen möchte oder gar die Fotos der vorgeschlagenen Teilnehmer unverpixelt sehen will, muss auch hier in die Tasche greifen. Bei eDarling sprechen die AGB lediglich von einzelnen buchbaren Leistungen. Was genau kostenfrei und was kostenpflichtig ist, bleibt an dieser Stelle unklar und wird erst nach der Anmeldung im Portal erklärt.

Widerruf mit Hindernissen

Wer eines der Portale zur Partnerfindung nutzen möchte, wird nicht darum herumkommen, eine kostenpflichtige Mitgliedschaft einzugehen. Dafür schließt er einen Vertrag mit dem Portal der Wahl. Dem Kunden steht dabei das gesetzliche 14-tägige Verbraucherwiderrufsrecht aus § 312g in Verbindung mit §§ 355-356 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) zu (siehe Kasten auf S. 88). Wer online einkauft, kennt diese verbraucherfreundliche Regelung, die auf die europäische Verbraucherrechte-Richtlinie 2011/83/EU zurückgeht. Allerdings kann es komplizierte Besonderheiten geben. So sieht § 356 Abs. 5 BGB für die Lieferung digitaler Inhalte vor, dass das Widerrufsrecht erlöschen kann, sobald das Unternehmen mit Zustimmung des Kunden bereits vor Ablauf der Widerrufsfrist damit begonnen hat, den Vertrag auszuführen.

Mit einer ähnlichen Argumentation lassen sich ElitePartner, Parship und LemonSwan in ihren Geschäftsbedingungen ein besonderes Teileinbehaltungsrecht

für gezahlte Mitgliedsbeiträge zubilligen – maßgeblich dafür soll der Umfang der bereits zu Beginn erbrachten Leistungen sein. Dabei erlischt das Widerrufsrecht zwar nicht komplett, aber es wird in seinen Auswirkungen eingeschränkt. Nur eDarling bildet hier eine lobenswerte Ausnahme.

Bei Parship heißt es: „Haben Sie verlangt, dass die Dienstleistung während der Widerrufsfrist beginnen soll, so haben Sie uns einen angemessenen Betrag zu zahlen.“ Ähnliche Formulierungen finden sich auch bei ElitePartner und LemonSwan. Auf diese Weise räumen die Portale sich das Recht ein, trotz rechtzeitigen Widerrufs einen Teil des vom Kunden gezahlten Betrags einzubehalten, da ja bereits ein Teil der vereinbarten Leistung erbracht worden ist.

In der Praxis behalten die Portale dabei einen ausgesprochen saftigen Anteil des Betrags für eine reguläre jährliche oder halbjährliche Mitgliedschaft ein – bis zu 75 Prozent, bezogen auf mehrere Hundert Euro. Insbesondere die PE Digital GmbH in Hamburg, die sowohl ElitePartner als auch Parship betreibt, hat mit dieser Vorgehensweise schon öfter Gerichte beschäftigt.

Das rechte Maß

Schlagzeilen hat der Fall einer deutschen Parship-Kundin gemacht, der seinen Weg übers Amtsgericht (AG) Hamburg bis zum Europäischen Gerichtshof (EuGH) nahm und dort erst im Oktober dieses Jahres entschieden wurde [2]. Im Oktober 2018 schloss die Frau mit Parship einen Vertrag über eine Premium-Jahresmitgliedschaft zum Preis von 523,95 Euro ab. Nach vier

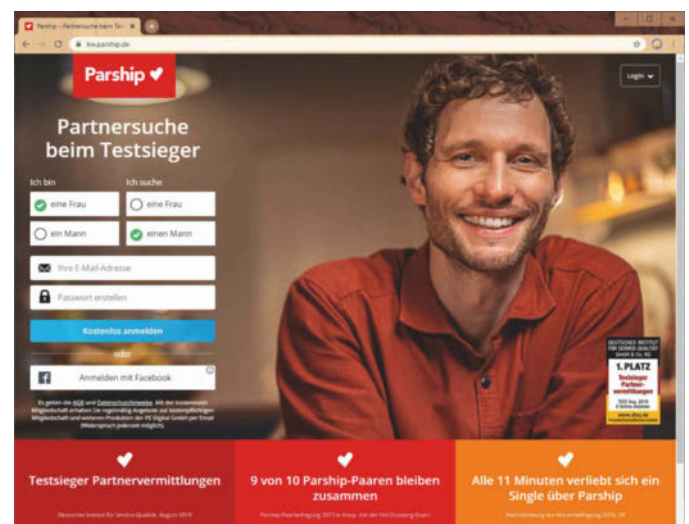
Tagen machte sie von ihrem Widerrufsrecht Gebrauch. Für die in diesem Zeitraum bereits erbrachten Leistungen wollte die Parship-Betreiberin PE Digital einen Betrag von 392,96 Euro zurückbehalten. Das wollte die Kundin nicht hinnehmen; sie klagte beim AG Hamburg gegen PE Digital. Das Gericht wandte sich mit einem Vorabentscheidungsersuchen an den EuGH. Die oben erwähnte Richtlinie hat das Verbraucherwiderrufsrecht EU-weit harmonisiert; die Bestimmungen im deutschen BGB setzen sie um. Das Hamburger Gericht wünschte sich angesichts weiterer 800 Klagen, die gegen PE Digital anhängig waren, Klarheit für ähnlich gelagerte Fälle in Bezug auf die Auslegung der Richtlinie.

Das Argument der Beklagten lief darauf hinaus, dass sie bereits einen großen Anteil ihrer für den Vertragszeitraum geschuldeten Leistung innerhalb der ersten Tage der Mitgliedschaft erbracht habe. So seien etwa Persönlichkeitsgutachten und sofortige Partnervorschläge bereits geliefert worden.

Der EuGH ließ das nicht gelten. Wenn bei einem Widerruf mit derart hohen Kosten zu rechnen sei, müssten diese den Kunden vorab aufgeschlüsselt und später auch getrennt ausgewiesen werden. Im Parship-Vertrag sei davon aber nicht die Rede.

Vielmehr sei nach Lage der Dinge lediglich eine zeitanteilige Berechnung statthaft, wenn das Portal mit Willen des Kunden bereits während der Widerrufsfrist begonnen habe, die vertraglich vereinbarte Leistung zu erbringen. Im konkreten Fall bedeutete dies, dass PE Digital anstelle der berechneten 75 Prozent ledig-

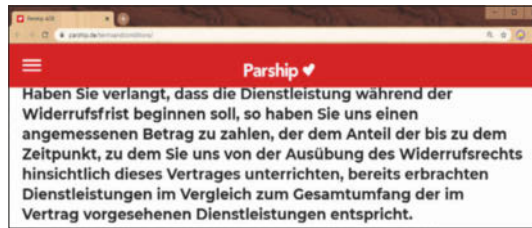
Weder der „Testsieger“-Claim noch die Befragungszahlenspielerien können darüber hinwegtäuschen, dass die Plattform keinerlei Erfolgsgarantie bei der Partnervermittlung übernimmt.



lich der Anteil des Jahresbeitrags Zustand, der rechnerisch auf die vier Tage bis zum Widerruf entfiel. Unterm Strich kamen dabei unter sechs Euro heraus. Angesichts der Vielzahl von vergleichbaren Fällen wirkt dieses Urteil, mit dem der EuGH Verbraucherinnen und Verbrauchern den Rücken gestärkt hat, wie ein Paukenschlag.

Wann komme ich hier raus?

Ein weiterer Haken kann sich in den Abschnitten zu Kündigung und automatischer Vertragsverlängerung finden. So gern die Kontaktvermittler neue Kunden gewinnen, so ungern lassen sie Bestandskunden gehen. Während viele andere Onlinedienste wie Spotify, Netflix oder Sky sich monatlich kündigen lassen, schreiben die Partnerbörsen feste Vertragslaufzeiten mit definierten Kündigungsfristen vor. Zudem sehen die AGB einen deutlich höheren Aufwand als das bloße Entfernen eines Accounts in den Nutzereinstellungen oder das Versenden einer formlosen E-Mail vor. LemonSwan besteht auf einer fristgemäßen schriftlichen Kündigung unter Angabe der Mailadresse sowie der Chiffre oder des Servicepassworts von



Die strittige AGB-Passage bei Parship bezieht den beim Widerruf zu zahlenden Ausgleich des Kunden auf das Verhältnis zum Gesamtleistungsumfang. Laut EuGH-Urteil ist der zu zahlende Betrag jedoch lediglich zeitanteilig zu berechnen.

ihren Kunden. Bei Parship und ElitePartner muss man im Kündigungsschreiben Mailadresse und Chiffre angeben. Nur bei eDarling ist eine fristgemäße Kündigung, welche die automatische Verlängerung stoppt, sogar über einen bereitgestellten Link möglich.

Auch die Kündigungsfristen sind einen kritischen Blick wert. eDarling sieht eine Frist von sechs Wochen vor Ablauf der Vertragslaufzeit vor. Damit haben die Nutzer aber immerhin von Anfang an schon mal eine Zahl in der Hand. ElitePartner, Parship und LemonSwan hingegen informieren Kunden erst bei Vertragsabschluss über die geltenden Kündigungsfristen. Bei ElitePartner können die Fristen zwischen vier und acht Wochen

betragen, bei Parship und LemonSwan sind es sogar zwölf Wochen.

Diese von den Portalen künstlich aufgebauten Hürden erwecken den Eindruck, dass die Betreiber das Verfahren um die Kündigung einer Mitgliedschaft so unbequem wie möglich gestalten möchten. Wer nicht form- und fristgemäß kündigt, für den folgt die automatische Vertragsverlängerung.

Wieder einmal ist auch dabei PE Digital Vorreiter einer unschönen Regelung. Wer eine Halbjahresmitgliedschaft bucht, wird normalerweise davon ausgehen, dass eine automatische Vertragsverlängerung ebenfalls nur sechs Monate dranhängt. ElitePartner, Parship und eDarling informieren ihre Kunden erst bei Vertragsabschluss über den Zeitraum der automatischen Vertragsverlängerung. Das sind dann, man höre und staune, auch bei Halbjahresverträgen 12 Monate.

Diese Praxis hat mehrfach das AG Hamburg beschäftigt. Zuletzt hat das Gericht im September 2020 die Position unangenehm überraschter Verlängerungsopfer gestärkt [3]. Nach Ansicht des Gerichts stellt das beschriebene Vorgehen der Portalbetreiberin eine unangemessene Benachteiligung ihres Vertragspartners gemäß § 307 BGB dar. Aber diese Gerichtsentscheidung hat ebenso wenig wie das EuGH-Urteil zum Widerrufsrecht bislang eine Änderung der AGB bewirkt.

Goodbye, Bildrechte!

Auch abseits von Fragen zu Vertragsdauer, -verlängerung, -widerruf und -kündigung bieten die Geschäftsbedingungen Anlass zum Stirnrunzeln. So räumen sich die LemonSwan-Betreiber in ihren AGB das unbeschränkte Nutzungsrecht an sämtlichen hochgeladenen Fotos der Mitglieder ein. Das betrifft insbesondere das Recht, die Bilder im Internet zu veröffentlichen – im deutschen Urheberrechtsgesetz (UrhG) fällt dies unter das „Recht der öffentlichen Zugänglichmachung“ in § 19a. Es ermöglicht den Portalbetreibern beispielsweise, Bilder von Mitgliedern für

Die Sache mit dem Widerrufsrecht

Das gesetzliche Widerrufsrecht gilt für alle außerhalb von Geschäftsräumen geschlossenen Verträge und für sogenannte Fernabsatzverträge. Darunter versteht § 312c BGB Verträge, die per Brief, Telefon oder Internet geschlossen werden. Verbraucher haben gemäß § 356 BGB das Recht, solche Verträge normalerweise innerhalb von 14 Tagen ab Vertragsschluss ohne Angabe von Gründen zu widerrufen, also die Vertragsbindung aufzulösen. Für den Widerruf genügt eine einfache Erklärung, beispielsweise über ein von Onlineanbietern bereitzustellendes Webformular oder per E-Mail.

Als Folge müssen die Vertragspartner ihre gegenseitig erbrachten Leistungen innerhalb von 14 Tagen nach Zugang des Widerrufs zurückgewähren. Bei einem Zugangsvertrag, etwa für eine Partnerbörse, bewirkt der Widerruf, dass der Kunde sämtliche Zugangsrechte verliert und der Dienstanbieter im Gegenzug die bereits erhaltene Zahlung zurückerstatten muss.

Was so einfach klingt, ist bei näherem Hinsehen mit zahllosen Wens und Abers verbunden, die immer wieder Stoff für Gerichtsprozesse liefern. So nennt bereits § 312g Abs. 2 BGB allein 13 Arten von Verträgen, für die das Widerrufsrecht nicht besteht. Dazu gehört beispielsweise der Kauf von Waren, die individuell auf den Käufer zugeschnitten sind. Weitere Besonderheiten finden sich in § 356 BGB: Wenn ein Dienstleister seine Leistung bereits vollständig erbracht hat, kann das Widerrufsrecht des Verbrauchers erlöschen. Abs. 5 zufolge erlischt das Widerrufsrecht auch bei der Lieferung digitaler Inhalte, die nicht auf Datenträgern gespeichert sind, wenn der Unternehmer die Vertragsausführung schon vor Ablauf der Widerrufsfrist mit ausdrücklicher Zustimmung des Verbrauchers beginnt und dieser bestätigt hat, dass ihm der Verlust seines Widerrufsrechts bewusst ist. Auch was den Beginn der Widerrufsfrist und den Zusammenhang mit der Belehrung des Verbrauchers durch den Unternehmer betrifft, gibt es einen ganzen Dschungel an Besonderheiten [5, 6].

Suchmaschinen als Ergebnisvorschläge zugänglich zu machen. Darüber hinaus verzichten die Nutzer auf das Recht, als Urheber benannt zu werden. Das könnte sogar dazu führen, dass ein professioneller Fotograf, der hochwertig gestaltete Bilder von sich selbst zwecks Partnersuche auf LemonSwan hochlädt, sich plötzlich als Werbefigur auf der Startseite des Portals wiederfindet, ohne als Urheber benannt zu werden oder gar ein Anrecht auf eine Vergütung zu haben.

Diese Regelung ist starker Tobak angesichts des Umstands, dass Urheber im deutschen Recht eine ziemlich starke Position genießen. Ob eine dermaßen weit gehende Klausel vor Gericht bestehen würde, ist fraglich. Zum Schutz von Verbrauchern vor unfairen AGB-Klauseln sieht das deutsche Zivilrecht eine Art Notbremse in § 305c Abs. 1 BGB vor. Danach werden „überraschende“ Klauseln, mit denen der Vertragspartner nicht zu rechnen braucht, nicht zum wirksamen Vertragsbestandteil. Sie sind also nichtig, auch wenn der Nutzer den AGB insgesamt vorher zugestimmt hat.

Das komplett unentgeltliche Totalkassieren von Fotonutzungsrechten im Zuge der Anmeldung bei einer Partnervermittlung, ohne dass der Nutzer eine Chance hat, urheber- und persönlichkeitsrechtliche Vorbehalte zu verwirklichen, kann durchaus in diesem Sinne als „überraschend“ gelten. Allerdings war die fragwürdige Lizenzierung der LemonSwan-Betreiber bislang noch nicht Gegenstand eines Rechtsstreits. Wie es aussieht, müssen Nutzer also weiterhin damit rechnen, unfreiwillig zu Werbegesichtern des Partnervermittlungsportals zu werden.

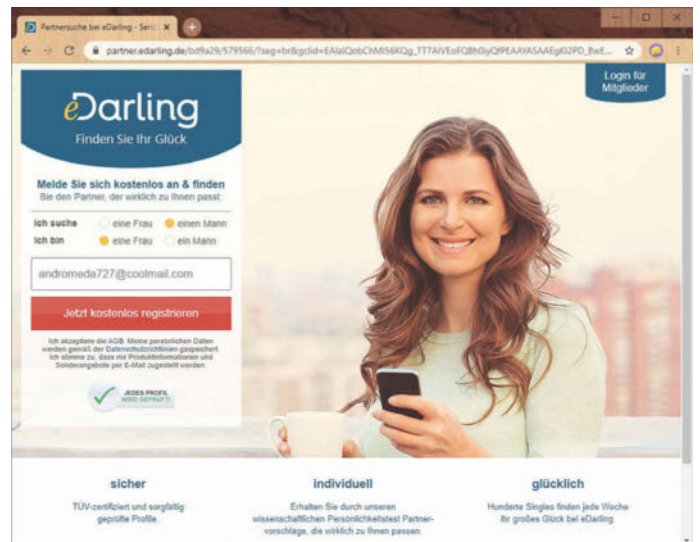
Zauberwort Datenschutz

Es liegt in der Natur einer Partnervermittlung, dass sie zahlreiche Daten ihrer Nutzer erhebt und verarbeitet. Wie sollte es sonst möglich sein, gezielte Partnervorschläge zu machen, die zu den Interessen, Wohnorten oder der sexuellen Orientierung von Suchenden passen? Die Betreiber verlangen von ihren Kunden also eine sehr weitreichende Einwilligung in die Verarbeitung vieler Arten von Daten. Dazu gehören auch die sogenannten „besonderen“ Kategorien personenbezogener Daten gemäß Artikel 9 der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Das betrifft bei den Partnerbörsen vorrangig die sexuelle Orientierung, aber auch Angaben zu Religion und Weltanschauung können bei der Part-

Zwischen warmem Werbelächeln und den nüchternen Beschreibungen des Vertragsverhältnisses zu den Plattformbetreibern liegen Welten – die Realitäten des Vermittlungsgeschäfts sind notgedrungen unromantisch.

nerwahl relevant sein. Diese sensiblen Daten unterliegen einem besonderen Schutz; sie dürfen nur mit der ausdrücklichen Einwilligung ihrer Nutzer verarbeitet werden. Dementsprechend haben auch die betrachteten Partnerportale ihre Datenschutzerklärungen, denen man bei Vertragsschluss zustimmen muss, detailliert gestaltet.

Allerdings verstecken sich dort bedenkliche Aspekte, was die Übermittlung personenbezogener Nutzerdaten an Stellen in Ländern betrifft, deren Datenschutzniveau nicht dem europäischen entspricht. Seit der EuGH im Juli dieses Jahres das EU-US-Privacy-Shield-Übereinkommen für unwirksam erklärt hat, darf eine Datenübertragung in die USA als Heimat von Google, Facebook und anderen Werberiesen nur noch ausnahmsweise und unter besonderen Bedingungen stattfinden [4]. Hier wäre mehr Fingerspitzengefühl auf Seiten der Plattformbetreiber wünschenswert. Unter den aufgeführten Cookie-Anbietern finden sich zahlreiche US-Datensammler wie Facebook und Google. Bei dem von Parship und ElitePartner angebotenen Videokonferenztool bleibt die Herkunft völlig unklar. Ein klares No-Go findet sich in der Datenschutzerklärung von LemonSwan. Hier ist der EU-US Privacy Shield anscheinend weiterhin wirksam und hält als Rechtsgrundlage für jeglichen Datentransfer in die USA her – ein zumindest abmahnträchtiger Datenschutzverstoß. An anderer Stelle versichern die LemonSwan-Betreiber zudem treuherzig: „Zum Zwecke der Produktentwicklung können personenbezogene Daten an unseren Dienstleister NFQ Asia PTE Ltd., Singapore, Vietnam, übermittelt



werden. Dieser wurde sehr sorgfältig von uns ausgewählt ...“

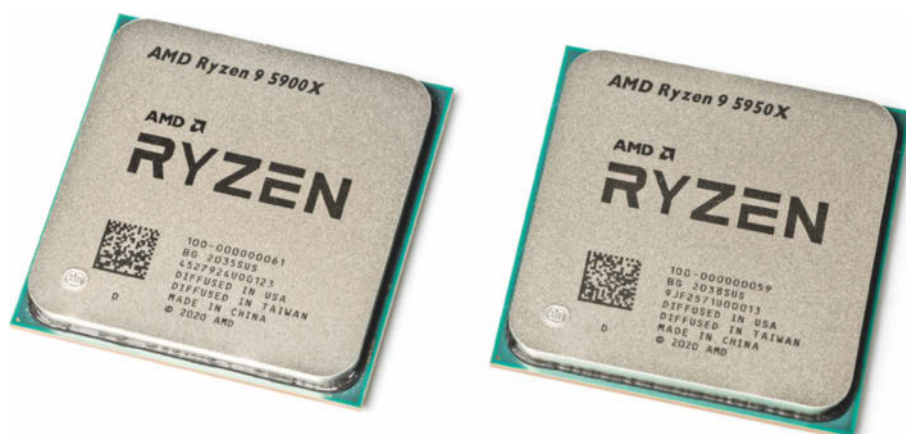
Viel Licht, etwas Schatten

Bei aller berechtigter Kritik würde ein schiefes Bild entstehen, wenn man die positiven Aspekte unter den Tisch fallen ließe: Bei den Betreibern von ElitePartner, Parship, LemonSwan und eDarling handelt es sich durchweg um seriöse Unternehmen mit Sitz in Deutschland. Im Unterschied zu vielen anderen Onlineanbietern sind sie damit für Rechtsstreitigkeiten vor deutschen Gerichten greifbar. Weiterhin fällt positiv auf, dass die AGB der Unternehmen keinen Hinweis darauf liefern, dass Nutzer mit Luftnummern bei der Stange gehalten würden. Bezahlte Animatoren mit Fake-Profilen, die Interesse an Partnersuchenden vortäuschen, gehören zu den Tricks im Dickicht der Dating-Branche. Die großen deutschen Partnervermittlungsplattformen scheinen es nicht nötig zu haben, ihren Mitgliedern eine Einwilligung zu solcherlei Maßnahmen unterzujubeln – das ist ausgesprochen erfreulich.

(psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Kai Paterna, AGB-Frust statt Liebeslust, Rechtlicher Ärger um Online-Partnerbörsen, c't 19/2016, S. 156
- [2] EuGH, Urteil vom 8.10.2020, Az. C – 641/19, heise.de/s/6eYZ
- [3] AG Hamburg, Urteil vom 25.9.2020, Az. 9 C 464/19, heise.de/s/G7wp
- [4] EuGH, Urteil vom 16.7.2020, Az. C – 311/18, heise.de/s/V8Qr
- [5] Ronny Jahn, Zurück an den Absender, Änderungen des Widerrufsrechts im Online-Handel, c't 12/2014, S. 148
- [6] Georg Schnurer, Vorsicht, Kunde XXL, Wie Sie schnell und zielgerichtet zu Ihrem Kundenrecht kommen, c't 15/2019, S. 20



Kronjuwelen

Desktop-PC-Prozessoren AMD Ryzen 9 5900X und 5950X

Als Baureihe Ryzen 5000 liefert AMD jetzt die schnellsten Desktop-Prozessoren und zugleich die wohl letzten für die bekannte Fassung AM4 mit den Chipsätzen B450 bis X570.

Von Carsten Spille

Mit zunächst vier neuen Ryzen-5000-Prozessoren von sechs bis sechzehn Kernen will AMD Intels Core-i-10000 das Fürchten lehren. Die zwei dicksten, der zwölfkernige Ryzen 9 5900X und der sechzehn-kernige Ryzen 9 5950X, stellten sich im Test unseren Messungen. Fest steht: AMD liefert wieder einmal ein echtes Brett und lotet dabei die Grenzen der AM4-Infrastruktur aus. Die Ryzen 5000 laufen in allen AM4-Boards mit B450-, X470-, B550- und X570-Chipsatz, sofern der Hersteller ein BIOS-Update anbietet. Für die meisten 500er-Boards gibt es

diese bereits, die Arbeit für die 400er-Chipsätze ist im Gange. Eine Liste finden Sie unter ct.de/yrh7.

Mit den letztjährigen Ryzen 3000 stellten die Ingenieure auf das sogenannte Chiplet-Design um, welches bereits in 7-Nanometer-Strukturen gefertigte Cache-Compute-Dies (CCD) mit dem 12-Nanometer-I/O-Chiplet verbindet und zugleich bis zu 16 Prozessorkerne in der AM4-Fassung ermöglicht. In Multithreading-Workloads, Aufgaben also, die viele Prozessorkerne gut auslasten, sind bereits die Ryzen 3000 Intels Core-i-Prozessoren enteilt. Letzte Bastion von Intel war bislang noch die Singlethreading-Leistung, die in alltäglichen Aufgaben, aber auch in Spielen eine wichtige Rolle spielt.

Genau dort setzt AMD nun die Ryzen-5000-Brechstange an, um Intels letzte Juwelen aus der Krone zu brechen. Dazu hat AMD die Ingenieursleistung auf die sogenannten Cache-Compute-Dies (CCDs) konzentriert. Das I/O-Die ist identisch zu dem in der Ryzen-3000-Reihe. Das CCD bestand vor Ryzen 5000 aus zwei internen Einheiten (CCX) mit jeweils vier Kernen à 4 MByte Level-3-Cache. Teile etwa der Windows-Scheduler eine Aufgabe einem Kern in einem anderen CCX zu, mussten mindestens die Register- und zum Teil auch die Inhalte der exklusiven Caches (L1 und L2) umständlich über das I/O-Die an den anderen CCX geschickt werden – obwohl dieser sich im selben Stück Silizium befand.

Der dritte Zen

Im Ryzen 5000 mit Zen-3-Architektur entspricht ein CCD nun einem CCX mit acht Kernen, die gleichberechtigten Zugriff auf satte 32 MByte Level-3-Cache haben. Bis inklusive des Achtkerners

Ryzen 9 5900X und 5950X im High-End-Vergleich

Prozessor	Kerne / Threads	Basis-/Turbotakt	L3-Cache	TDP	Leistungsaufnahme Leerlauf/Dauervollast [W]	Kbench ¹ [s]	Blender 2.83.3 LTS Szene: BMW / Classroom [s]	SYSmark 25 [Punkte]
					◀ besser	◀ besser	◀ besser	besser ▶
AMD Ryzen 9 5950X	16 / 32	3,4 / 4,9 GHz	2 × 32 MByte	105 W	37/169	45	91/255	1587
AMD Ryzen 9 3950X	16 / 32	3,5 / 4,7 GHz	4 × 16 MByte	105 W	38/175	47	108/305	1313
AMD Ryzen 9 5900X	12 / 24	3,7 / 4,8 GHz	2 × 32 MByte	105 W	37/178	50	94/269	1577
AMD Ryzen 9 3900X	12 / 24	3,8 / 4,6 GHz	4 × 16 MByte	105 W	39/186	54	117/340	1326
Intel Core i9-10900K	10 / 20	3,7 / 5,3 GHz	16 MByte	125 W	25/313 ²	67	141/454	1585
AMD Ryzen 7 3700X	8 / 16	3,6 / 4,4 GHz	2 × 16 MByte	65 W	38/125	75	178/515	1330
AMD Ryzen 7 2700X	8 / 16	3,7 / 4,3 GHz	2 × 8 MByte	105 W	36/178	103	212/651	1122
AMD Ryzen 5 3600	6 / 16	3,6 / 4,2 GHz	2 × 16 MByte	65 W	38/128	94	225/664	1240

gemessen unter Windows 10 (2004) 64 Bit, 16 GByte RAM, GeForce GT 1030, Crucial MX500 (500 GByte); Spiele-Benchmarks mit GeForce RTX 3080 (456.71 WHQL), VSync aus

Ryzen 75800X bleiben somit alle Thread-Verschiebungen auf demselben CCD. Auch die 12- und 16-Kerner mit zwei CCD-Chips vermeiden öfter den zeitraubenden und darum die Leistung schmälern Umweg über das I/O-Die.

Außerdem hat AMD bei Zen 3 auch die Rechenwerke und deren Anbindung an die Caches stark überarbeitet. Ziel war es, die Ausführungseinheiten möglichst optimal auszulasten, etwa durch bessere Sprungvorhersage. Unter anderem dank eines auf 1024 Einträge verdoppelten Branch Target Buffers liefert sie nun schneller Einsprungsadressen bei umfangreichem Code und falls sie mal daneben liegt, wird der Rest des Front-Ends nicht so lange blockiert. Die Ausführungseinheiten selbst bekommen nun bis zu 10 anstelle von 8 Instruktionen pro Takt, um die separaten Einheiten für Branches und zur Auswahl der Data-Stores füttern zu können – die Retirement-Queue bleibt allerdings bei 8 Instruktionen, die pro Takt abgeschlossen werden können.

Die zusätzlichen Branches und Picker wiederum sollen die (nach wie vor vier) arithmetischen Logikeinheiten (Integer ALUs) freihalten für deren eigentliche Aufgaben. Die Floating-Point-Einheiten werden nun mit bis zu sechs Instruktionen pro Takt gefüttert – zuvor waren es vier. Zudem hat AMD die Latenz der wohl meistgenutzten Instruktion „Fused Multiply Accumulate“ (FMAC) um einen Taktschritt verkürzt. Die Einheiten sind so schneller wieder frei für neue Aufgaben, was weniger Rückstau in den Schemulern und insgesamt einen verbesserten Instruktionsfluss bewirkt.

Um die zusätzlichen Berechnungen auch adäquat mit Daten versorgen zu können, kann der Zen-3-Kern nun drei Spei-

cheroperationen pro Takt ausführen: frei wählbar aus drei Loads und zwei Stores.

All das führt zu einer gegenüber Ryzen 3000 noch einmal deutlich verbesserten Leistung pro Takt – der genaue Zuwachs schwankt von Anwendung zu Anwendung. Im Mittel ist der Sprung spürbar und nicht nur akademisch.

Die von AMD angegebenen Taktraten sind beim Ryzen 5000 nicht mehr als Fixpunkte zu verstehen: Im Test lag die Turbo-Frequenz bei beiden Prozessoren rund 150 MHz über den erwarteten Werten – laut AMD normal, solange Parameter wie Leistungsaufnahme, Stromfluss und Kühlung nicht limitieren. Auf der anderen Seite haben wir beim 5950X unter synthetischer Volllast mit Prime95 (Small FFTs) Frequenzen unterhalb des Basistakts gesehen, weshalb der 5900X mit 178 zu 169 Watt etwas stromdurstiger war. Die meiste Leistung schluckte unser Testsystem dann auch nicht in Prime95, sondern beim Kompilieren des Linux-Kernels im Kbench.

Gegen Intel

Im Vergleich zu Intels Desktop-Speerspitze Core i 10900K setzt sich der Ryzen 5950X nun beinahe durchweg an die Spitze. Auch in vorherigen „Problemfällen“ wie dem Office-Benchmark Bapco SYS-Mark 25 übernimmt AMDs Spitzenmodell (knapp) die Führung, auch wenn die Messwerte der Einzeldisziplinen teils innerhalb der Messschwankung liegen. In gut mit mehreren Kernen skalierenden Anwendungen wie dem Video-Transcoder Handbrake oder dem 3D-Rendering-Programm Blender waren bereits die Ryzen 3000 schneller als ihre Konkurrenten von Intel. Hier legt AMD mit dem Ryzen 9 5950X gegenüber dem 3950X mit plus 5 bis 10 Prozent auch vergleichsweise wenig zu.

Da der Unterschied zwischen den 12-Kernern allerdings etwas größer ausfällt, liegt die Vermutung nahe, dass hier die maximal erlaubte Leistungsaufnahme begrenzt, die für die Ryzen 9 nach wie vor bei 105 Watt (kurzzeitig: 140 Watt) liegt.

Selbst Intels klassische Domäne, PC-Spiele, erobert AMD. Liegt die vorige Ryzen-Generation in Form des R9 3950X etwa im Open World Shooter Far Cry 5 noch rund 25 Prozent hinter dem 10900K, enteilt der R9 5900X mit 179 zu 164 fps dem Intel-Prozessor um knapp 10 Prozent. Nur in Assassin's Creed Odyssey kann Intel sich marginal behaupten.

Fazit

Der Ryzen 9 5900X ist für Nutzer mit hohen Performance-Ansprüchen der wohl attraktivste Ryzen-5000-Prozessor. Er schrammt nicht ganz so dicht an der TDP-Grenze entlang und kann sein Potenzial daher besser entfalten als der 16-Kerner; auch in Spielen ist er meist einen Hauch schneller. Dazu kostet er mit rund 550 US-Dollar (Euro-Preise nennt AMD zu Redaktionsschluss noch nicht) im Vergleich zum Achtkerner für 500 US-Dollar nur wenig mehr.

Der Ryzen 9 5950X ist nicht nur der schnellste AM4-Prozessor, sondern auch die schnellste Mainstream-CPU überhaupt. Allerdings eignet er sich vorwiegend für die wenigen Programme, die seine 16 Kernen und 32 Threads ausnutzen können. Videobearbeitung, 3D-Rendering oder parallele virtuelle Maschinen fallen darunter. Dann lohnt sich auch der stolze Preis von rund 800 US-Dollar.

(csp@ct.de) **ct**

Liste mit Ryzen-5000-kompatiblen Boards: ct.de/yrh7

Cinebench R20 Single- / Multithread [Punkte]	Handbrake 1.3.3 Preset Fast 1080p30 [fps]	Assassin's Creed Odyssey DX11, Full HD, Preset: Hoch [fps]	Metro Exodus DX12, Full HD, Preset Normal [fps]	Shadow of the Tomb Raider DX12, SMAA, 16x AF, Full HD, Preset: Hoch [fps]	Far Cry 5 DX11, Full HD, Preset: Hoch, SMAA [fps]
besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
652/10184	78,6	125	186	186	168
534/9188	71,4	120	138	138	124
639/8639	78,9	126	195	189	179
534/7372	70,4	120	143	136	131
537/6384	62,8	127	186	175	164
513/4910	61,7	112	140	132	124
442/4080	57,6	89	115	109	107
489/3811	52,3	105	137	128	123

¹ unter Fedora 32

² Spitzenwerte während Turbophase (mind. 56 s): 313 W, bei AMD typ. nur 2–5 W über Dauervolllast



Babyfon-App

Der Nachwuchs schläft tief und fest im Hotelzimmer – die perfekte Zeit, um noch schnell an die Hotelbar zu verschwinden. Nur, reicht das Babyfon dorthin? Eine App kann helfen.

Die Babyfon-App Bibino des tschechischen Anbieters TappyTaps überwacht den Nachwuchs per Ton und Bild. Dazu stellt man ein Smartphone als Babystation ins Kinderzimmer, das zweite nimmt man mit. Die getesteten Versionen für iOS und Android arbeiten problemlos zusammen. Zusätzlich lässt sich Bibino auch auf Desktoprechnern mit macOS, Linux oder Windows nutzen. In der kostenlosen Version kann man sein Baby einmalig drei Stunden lang überwachen. Danach wird ein Premium-Account fällig. Diesen gibt es als Monats- und Jahresabo für rund 4 beziehungsweise 21 Euro.

Beim Start fragt die App, ob man das Smartphone als Baby- oder Elternstation nutzen möchte. Anschließend sucht Bibino nach im selben WLAN befindlichen Smartphones. Weiter entfernte Telefone bindet man über einen neunstelligen Zufallscode ein. Damit beide Eltern den Nachwuchs separat überwachen können, lassen sich zwei Elternstationen mit einer Babystation koppeln. Andersherum funktioniert das nicht. In den Einstellungen legt man die Mikrofonempfindlichkeit fest. Im Test stand das Smartphone etwa vier Meter vom Bett entfernt. Bei aktivierter sehr hoher Geräuschempfindlichkeit konnten wir unser Testbaby einwandfrei hören.

Man kann mit dem Baby via Gegensprechfunktion reden oder ihm Lieder, weißes Rauschen sowie Naturklänge vorspielen. Insgesamt stehen 24 Geräusche und Lieder zur Wahl. Alternativ zeichnet man die eigene Stimme auf.

Sollte das Baby Alarm geben, wechselt der App-Bildschirm auf rot, sodass man jederzeit prüfen kann, ob das Baby wach ist, ohne den Ton abzuhören. Außerdem erkennt man anhand von sieben Punkten, wie laut es im Kinderzimmer gerade ist – je lauter der Nachwuchs schreit, desto mehr Punkte leuchten auf.

Handelsübliche Babyfons mit Kamera haben eine eingebaute Infrarotlampe, damit man den Nachwuchs auch bei Dunkelheit noch erkennen kann, ohne dass selbiger durch eine helle Lampe gestört würde. Smartphones besitzen so eine Funktion nicht. Ein Nachtlicht reichte im Test nicht aus, um mehr als Umriss im Kinderzimmer zu erahnen. Das zuschaltbare Licht sollte man besser nicht anklicken: Es aktiviert die Taschenlampenfunktion des Telefons und dürfte so manch friedlich schlafendes Baby zuverlässig aufwecken.

TappyTaps verarbeitet die Audio- und Video-Aufzeichnungen der Babyüberwachung zusammen mit persönlichen Daten auf Servern von Drittanbietern in den USA. Nach dem Ende des Privacy-Shield-Abkommens muss die datenschutzkonforme Übermittlung personenbezogener Daten in die USA ausreichend geklärt sein. Der Anbieter macht weder hierzu noch zu konkreten Datensicherheitsmaßnahmen Angaben. Dies wäre wünschenswert, da insbesondere Daten von Kindern nach der DSGVO besonders zu schützen sind.

Bibino ist eine simple Babyfon-App, die im Test zuverlässig funktionierte. Sie bringt viele nette Spielereien mit wie Einschlaflieder und Gegensprechfunktion. Man sollte jedoch die intransparente Datenlage bedenken und sich fragen, wie viel man gegebenenfalls über sich und seine Kinder preisgeben will. Als Dauerlösung für zu Hause ist ein handelsübliches Hardware-Babyfon günstiger. (abr@ct.de)

Bibino

Babyfon-App	
Hersteller	TappyTaps, www.tappytaps.com
Systemanforderungen	Android ab 5, iOS ab 10, macOS, Linux, Windows
Preis	Testversion kostenlos 4,49 €/Monat, 21,99 €/Jahr (iOS) 3,99 €/Monat, 20,99 €/Jahr (Android)



Funkmikrofon

Das kabellose Mikrofon Modmic Wireless von Antlion Audio verwandelt gewöhnliche Kopfhörer in Headsets.

Wenn Sie Ihren Kopfhörer zu einem Headset ausbauen wollen, können Sie ihn einfach mit dem Modmic Wireless erweitern. Dazu kleben Sie dieses mit dem mitgelieferten kleinen Magnetpuck an die rechte oder linke Muschel und richten den flexiblen Mikrofonarm auf Ihren Mundwinkel aus. Im Unterschied zu den günstigeren Kabelmodellen von Antlion Audio gibt es hier weniger Fummelei.

Das Mikro nutzt statt Bluetooth eine eigene Funkübertragung mit zehn Metern Reichweite zum mitgelieferten USB-Empfänger. Das Pairing funktioniert simpel und zuverlässig auf Knopfdruck. Ein Knopf am Mikrofonsender schaltet die Stummschaltung ein oder aus. Am Empfänger leuchtet dann eine rote Lampe.

Das Mikrofon nimmt Sprache überaus klar und rauscharm auf, reagiert allenfalls etwas empfindlich auf Poplaute. Wenn es im Raum unruhig wird, schieben Sie dem Schalter von der Kugel- auf Nierencharakteristik. Die Stimme klingt dann etwas dumpfer, weil die obere Grenzfrequenz von 20 kHz auf 10 kHz sinkt.

Der Akku hält laut Hersteller zwölf Stunden und lässt sich im Betrieb per USB-Kabel laden. Der USB-Empfänger wird als Standard-Audio-Interface ohne Treiber erkannt. Seine Eingangslatenz lag im Test bei 44 ms (48 kHz, 32 Samples Puffer) – bei Videoaufnahmen bleiben Mundbewegungen und Sprache synchron.

Insgesamt überzeugt das Modmic Wireless mit einfacher Handhabung und guter Klangqualität. (hag@ct.de)

Modmic Wireless

Funkmikrofon zur Ergänzung von Kopfhörern	
Hersteller	Antlion Audio, antlionaudio.com
Anschluss	USB-A (48 kHz, 16 Bit)
Preis	circa 130 €



**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.**



ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,
z. B. einen RC-Quadrocopter.**





Feuerspieße

Fire TV Stick 2020 mit und ohne „Lite“

Amazons Fire TV Stick 4K erfreut sich als Streaming-Client seit Jahren großer Beliebtheit. Nun hat der Hersteller sein Sortiment mit den Einstiegsmodellen Fire TV Stick (3. Generation) und Fire TV Stick Lite abgerundet – zu attraktiven Preisen.

Von Nico Juran

Am Design seiner Streaming-Clients für den direkten Anschluss am HDMI-Port hat Amazon wenig verändert: Wie der immer noch aktuelle Fire TV Stick 4K handelt es sich beim Fire TV Stick der dritten Generation (40 Euro) und beim Fire TV Stick Lite (30 Euro) um kleine Kästchen mit einem HDMI-Stecker an einem Ende. Die Neulinge sind lediglich rund zwei Zentimeter kürzer als das 4K-Modell.

Unterscheiden kann man beide an den Fernbedienungen. Der Lite-Version fehlen die Tasten zur Bedienung eines TV, eines AV-Receivers oder einer Soundbar (Ein/Aus-Knopf und Regler für die Lautstärke). Ein Mikrofon samt Knopf, um

damit die im Stick wohnende Sprachassistentin Alexa anzusprechen, haben beide.

Die Verbindung ins Internet läuft weiter über WLAN. Wer auf einen Ethernet-Port nicht verzichten kann oder will, muss knapp 15 Euro in einen optionalen Adapter investieren, den man in den Micro-USB-Port der Geräte steckt. Der Anschluss dient ansonsten nur der Stromversorgung.

Bild und Ton

Videos in 4K-Auflösung stellt weder der Fire TV Stick noch der Lite dar. Beide bieten maximal Full-HD-Auflösung, zeigen an passenden Fernsehern aber Videobilder mit erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range) im statischen Format HDR10 an. Die Kombination von Full-HD-Auflösung und HDR dürfte viele Kunden verwundern, da der erhöhte Kontrastumfang meist in Verbindung mit 4K gebracht wird. Tatsächlich ist HDR aber unabhängig von der Auflösung verfügbar.

Ausgerechnet die TV-App von Amazons Videostreaming-Dienst Prime Video zeigt aktuell bei Nutzung der neuen Sticks im Unterschied zum Betrieb auf dem Fire TV Stick 4K nicht an, ob ein Titel in HDR vorliegt. Denkbare ist, dass Amazon diese Anzeige mit der neuen, überarbeiteten Oberfläche einführt, die es zusammen mit den neuen Modellen präsentiert hat. Bis

zum Redaktionsschluss war diese allerdings noch nicht verfügbar.

Die Apps von Disney+ und Netflix weisen mit den Sticks hingegen in der Übersicht deutlich darauf hin, wenn ein Titel mit HDR abrufbar ist. Die Wiedergabe in HD mit erhöhtem Kontrastumfang klappte im Test bei allen drei Diensten problemlos. Die von anderen Fire-TV-Geräten bekannte Anpassung an die Bildwiederholrate bei Nutzung von Amazon Prime Video ist weiterhin vorhanden, man muss sie allerdings einmal im Einstellungsmenü aktivieren.

Bei Disney+ und Netflix (mit Premium-Abo) gibt der Fire TV Stick an passenden AV-Receiver 3D-Sound in Dolby Atmos aus. Ansonsten sieht es mager aus: Amazon Prime Video bietet aktuell keinen Titel mit Dolby-Atmos-Ton an, die Apple-TV-App auf Fire-TV-Geräten beherrscht das 3D-Format nicht. Beim Fire TV Stick Lite ist Mehrkanalton stets das Höchste der Gefühle, auf das 3D-Format Dolby Atmos muss man hier verzichten.

Fazit

Die Kombination aus HD und HDR ist etwas schräg, da es sich bei HDR-tauglichen TVs fast ausschließlich um 4K-Modelle handelt. Da stellt sich die Frage, wieso man nicht zum 4K-Stick greifen sollte. Nutzer von Netflix und Kunden von Disney+ freuen sich als Besitzer einer Atmos-Anlage aber darüber, dass die Ausgabe des Tonformats beim neuen Fire TV Stick möglich ist. Der Fire TV Stick 4K beherrscht diese bei Netflix bis heute nicht.

Wer auf 3D-Sound und die Steuerung des Fernsehers beziehungsweise der Anlage über die Fernbedienung des Zuspiewers verzichten kann, bekommt mit dem Fire TV Stick Lite für unter 30 Euro einen Player, der wie beworben alle wesentlichen Streaming-Bedürfnisse erfüllt.

(nij@ct.de)

Fire TV Stick (3. Gen.) / Fire TV Stick Lite

Streaming-Clients	
Hersteller	Amazon, www.amazon.de
Auflösungen	HD (1920 × 1080 Pixel), inklusive HDR10, HDR10+, HLG
Audioformate	Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby Atmos (nur Fire TV Stick)
Lieferumfang	Stick, Fernbedienung (inkl. Batterien), Netzteil, USB-Kabel, HDMI-Verlängerungskabel, Bedienungsanleitung
Preis	38,98 € / 29,23 € (Fire TV Stick / Fire TV Stick Lite)



Hübsches Blaumännchen

Fractal Designs kleines Era ITX vereint schickes Design mit praktischen Details und vielen Lüfterplätzen.

Das Design ist der Schwerpunkt des 120 Euro teuren Mini-ITX-Gehäuses, das es außer in blau auch in weiteren Farben wie zum Beispiel Silber und Gold gibt. Die silberfarbene und die graue Variante werden mit einem Holz- anstelle des Glasdeckels geliefert – freie Auswahl zwischen Farbe und Oberseitenmaterial gibt es nicht.

Zum Lieferumfang gehört auch ein Wabengitter, das man anstelle des Glasdeckels ebenso magnetisch anbringen kann.

Mit einem umschlossenen Raum von knapp 17 Litern gehört es auch unter den Mini-ITX-Gehäusen zu den kompakten Modellen. Es hat aber genug Platz für zwei 12-Zentimeter-Lüfter unter dem Gehäusedach und zwei 14-Zentimeter-Quirle am Gehäuseboden. Anstelle der Dachlüfter lässt sich auch ein Dual-Radiator (240 Millimeter) für Wasserkühlungen montieren. Im Lieferumfang ist nur ein 80-Millimeter-Lüfter mit 3-Pin-Anschluss, der die erwärmte Luft vom CPU-Kühler nach hinten ausbläst. Bei voller Drehzahl rauscht er mit guten 0,5 Sone, klingt dabei aber etwas kernig.

Während in vielen anderen Gehäusen dieser Klasse nur Platz für ein kleines SFX-Netzteil ist, passt ins Era ITX ein ATX-Modell bis 200 Millimeter Tiefe, was die Netzteilauswahl deutlich erweitert. Dafür muss allerdings der Rahmen für die 2,5-Zoll-Festplatten demontiert werden und die Grafikkarte darf nur noch 21 anstelle von 29 Zentimetern lang sein.

Ist das ATX-Netzteil an der obersten Position montiert, muss man auch auf den Dual-Radiator im Dach verzichten. Hier passt dann nur noch ein Modell mit nur einem Lüfter hinein.

Zusätzlich zu eventuellen M.2-Steckplätzen auf dem Mainboard nimmt das Era ITX bis zu vier Festplatten oder SSDs auf. Zwei der Einbauplätze verkraften auch die größeren 3,5-Zoll-HDDs, die anderen beiden nur kleine 2,5-Zoll-Massenspeicher.

Mit einer 3,5-Zoll-HDD darf der CPU-Kühler maximal noch 96 Millimeter hoch sein. Bei 2,5-Zoll-Modellen (9,5 mm Bauhöhe) beträgt die verbliebene lichte Höhe für den Prozessorkühler immerhin 113 Millimeter.

Äußerlich ist das Era ITX eher schlicht und elegant, eine RGB-LED-Beleuchtung sucht man vergebens. Beide Seitenpaneele lassen sich ohne Werkzeug abnehmen, die HDD- und Netzteilhalter im Inneren sind allerdings verschraubt. An der Front hat das Era ITX zwei USB-A- und eine Typ-C-Buchse sowie eine Audio-Klinkenbuchse fürs Headset.

Wer mit dem beschränkten Platzangebot und dem hohen Preis leben kann, bekommt mit dem Era ITX ein schickes, kompaktes Gehäuse, das sehr potente Hardware beherbergen und auch auf dem Designer-Schreibtisch eine gute Figur machen kann.

(csp@ct.de)

Fractal Design Era ITX

Kompaktes PC-Gehäuse für ITX-Mainboards	
Hersteller, Website	Fractal Design, www.fractal-design.com
Abmessungen (H × B × T)	31 cm × 16,6 cm × 32,5 cm
Frontanschlüsse	2 × USB-A 3.2 Gen 1, 1 × USB-C 3.2 Gen 2, 1 × Audio-Klinke
Einbauplätze	2 × 2,5/3,5", 2 × 2,5"
Lüfter eingebaut / Montageplätze	1 × 8 cm (3-pin) / 2 × 12 cm, 2 × 14 cm
Preis	120 €

Home-Office? Aber sicher!

Desktop- Virtualisierung mit VDI



Effizientes Arbeiten durch Desktop-Virtualisierung

Mit unseren VDI-Lösungen profitieren Sie mehrfach von der Virtualisierung Ihrer Desktop-Arbeitsplätze und Workstations: Sie sparen mit Thin Clients Hardware- sowie Energiekosten und reduzieren den Verwaltungsaufwand für Ihre IT. Damit schaffen Sie eine hoch performante Infrastruktur für CAD-Anwendungen oder ortsunabhängige Arbeit via Home-Office.

Jetzt mehr erfahren:

thomas-krenn.com/home

THOMAS KRENN®

+49 (0) 8551.9150-300



Klötzchen-Konsole

Nintendo Entertainment System aus Lego

Wer braucht schon Xbox oder PS5, wenn er stattdessen zum Klötzchen-Controller greifen kann? Legos Beitrag zum Konso-lenwettstreit lässt nicht nur Nerd-Herzen höher hüpfen.

Von Sven Hansen

Der Bausatz 71374 ist einer der wenigen im Lego-Portfolio, für den die Dänen die Altersvorgabe „18+“ ausgeben. Beim Adult-Content der etwas anderen Art handelt es sich um ein 1:1-Modell des Nintendo Entertainment Systems (NES) inklusive des ikonischen Controllers und eines stylischen Analog-TVs. Das Set mit 2646 Steinen gehört

zum Super-Mario-Universum (siehe c't 21/2020, S. 104), in dessen Zentrum die per Bluetooth und Smartphone-App verbundene, gleichnamige Spielfigur steht.

Im ersten Bauabschnitt entsteht der Konsolenklassiker aus dem Jahre 1986. Schnell wird klar: Die professionellen Kindsköpfe von Lego und Nintendo haben sich Mühe gegeben, auch kleinste Details des Originals im Modell einzufangen. Das passende Super-Mario-Spiel zur Konsole ist natürlich auch dabei. Die Lego-Cartridge wird in den voll funktionsfähigen Federmechanismus der Klötzchen-Konsole gesteckt und rastet nach einem leichten Druck ein.

Auch der Controller-Nachbau kann aus der Ferne als echt durchgehen. Hält man ihn in den Händen, zuckt es einem gleich in den Daumen. Ist die Konsole fertig, fehlt noch der Bildschirm.

Lego-TV

Natürlich muss es sich dabei um einen Röhrenfernseher im 4:3-Format handeln. Auch wenn im zweiten Bauabschnitt nur Kunststoffsteinchen zum Einsatz kommen, reicht es am Ende fürs Bewegtbild. Und zwar komplett ohne die beim Zeilensprungverfahren gefürchteten Kammartefakte.

Lego greift hierfür tief in die Trickkiste der Filmindustrie und stattet sein „Low-Tech-TV“ mit einem rotierenden Mario-Level aus, das man zuvor in Mini-steck-Manier aus Lego-Kacheln erstellt. Wie bei einem Endlosprospekt mit gemalter Landschaft, das für den Betrachter eine bewegte Kutschfahrt suggeriert, sorgt eine Mechanik aus zwei vertikalen Rollen dafür, dass sich der vordere Bildbereich des Lego-TVs kontinuierlich von rechts nach links bewegen lässt. Wie schnell das passiert, hängt davon ab, wie flott der Nutzer an der Kurbel rechts am TV dreht.

Das Endlos-Level ist an manchen Stellen reliefartig ausgeprägt. Dieses Detail ist entscheidend, denn es ermöglicht einem seitlich an einer Stange frei gelagerten Mini-Mario, durch das Level zu hüpfen und dabei Hindernisse zu überwinden und Power-Ups zu kassieren.

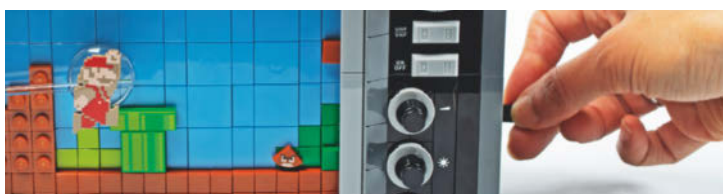
Wer nun noch den oben erwähnten Bluetooth-Mario zur Hand hat, kann in süßen Retro-Träumen versinken. Eine unter der Abdeckung des TV verborgener Balken-Code signalisiert der mit einem Farbsensor ausgestatteten Figur, in den NES-Modus zu fallen. Ist Mario korrekt platziert, begleitet er das Geschehen mit passenden Geräuscheffekten und dem original Super-Mario-Soundtrack.

Fazit

Für den Kaufpreis von 225 Euro bekäme man eine echte Spielkonsole, allerdings gibts nur bei Legos NES vier Stunden Aufbau Spaß. Das entstehende Modell ist derart liebevoll gestaltet, dass es Vertretern unterschiedlicher Altersstufen ein Lächeln ins Gesicht zaubert, selbst wenn sie nicht zu den Retro-Fans zählen. Am Ende ist der Bausatz ein „Stehrumschen“, das in keiner Nerd-Sammlung fehlen darf.

(sha@ct.de)

Durch das Drehen der Kurbel scheucht man Mario über das endlose Lego-Relief.



Lego-NES

Lego-Spielset 71374	
Hersteller	www.lego.com
Lieferumfang	2646 Teile, 2 Bauanleitungen
Preis	225 €

»» Continuous Lifecycle »» [Container Conf]

Die Konferenzen für Continuous Delivery, DevOps, Containerisierung und Cloud Native

So bilden Sie sich in den nächsten Monaten fort:

- > 24. November 2020: Continuous Delivery Day
- >> 9. Dezember 2020: Container Deep Dive
- >>> 20. Januar 2021: Kubernetes Experts Day
- >>> 10. Februar 2021: Cloud-Native Day
- >>>>> 3. März 2021: DevSecOps Day

Jetzt
Tickets zum
Frühbucher-
rabatt
sichern!

Online-Workshops vertiefen die Deep-Dive-Themen weiter:

17. November 2020: Microservices –
Architektur und Umsetzung mit Kubernetes und Istio

19. November 2020:
Rein ins Service Mesh

2. Dezember 2020:
Container für Fortgeschrittene

14. Januar 2021:
Kubernetes Administration Fundamentals

Tickets ab sofort verfügbar! Sämtliche Thementage und Workshops sind individuell buchbar – für Paket- und Kombitickets gelten attraktive Rabatte.

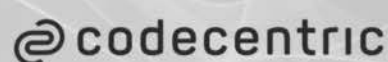
www.continuouslifecycle.de

www.containerconf.de

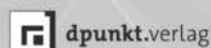
Platinsponsor



Goldsponsoren



heise Developer



FIDO-General-schlüssel

TrustKey-Sicherheitsschlüssel mit FIDO2 und OTP

Die neuen TrustKey-Sicherheitsschlüssel beherrschen drei Verfahren zur Absicherung von Online-Accounts und sind damit vielseitig einsetzbar.

Von Ronald Eikenberg

Die beiden FIDO2-Sicherheitsschlüssel TrustKey T110 (USB-A) und T120 (USB-C) schützen Online-Accounts zuverlässig vor Zugriffen durch Hacker. Sie arbeiten als zweiter Faktor zusätzlich zum Passwort oder sogar als Passwortsatz. Ist so ein Sicherheitsschlüssel erstmal mit dem Account verknüpft, dann muss er fortan beim Einloggen mit dem Rechner oder Smartphone verbunden sein, ansonsten schlägt der Login fehl. Hat ein Hacker das Passwort erbeutet, kann er sich damit also nicht einloggen, sofern er den USB-Schlüssel nicht ebenfalls geklaut hat.

Neben dem modernen FIDO2-Verfahren, das sogar sichere Logins ohne Passwort vorsieht, unterstützen die beiden TrustKey-Sticks auch das ältere U2F (FIDO1) sowie OTP. Das macht sie vielseitig, denn nach wie vor ist die Anzahl der Online-Dienste überschaubar, bei denen man sich mit FIDO2 authentifizieren kann. Die U2F-Unterstützung ist keine Überraschung, da die meisten FIDO2-Schlüssel dazu abwärtskompatibel sind. OTP (One-Time Password) ist hingegen eine andere Baustelle und hat mit den beiden FIDO-Standards wenig zu tun. In den meisten Fällen wird für OTP vermutlich eine Authenticator-App wie der Google Authenticator genutzt. Dieser generiert kurzzeitig gültige Zahlencodes, die man beim Einloggen nach dem Passwort eintippen muss.

Das können auch die beiden TrustKey-Sticks, wenn man den TrustKey Key Manager von der Herstellerwebsite

installiert. Aktuell gibt es ihn nur für Windows, der Hersteller will jedoch künftig auch macOS und Linux unterstützen. Der Installer des Tools verwirrte uns im Test, da er nur kurz auf dem Bildschirm aufblitzte und uns nicht wie erwartet durch die Installation leitete. Anschließend ließ sich der Key Manager dennoch über das Startmenü ausführen. Der Funktionsumfang des Tools ist aufs Nötigste reduziert.

QR-Code-Scan

Zunächst muss man den Sicherheitsschlüssel mit einer PIN schützen, anschließend kann man Accounts mit ihm verknüpfen. Das geht leicht von der Hand: Das Tool durchsucht den Bildschirm automatisch nach dem QR-Code, den die meisten Onlinedienste bei der Einrichtung von OTP anzeigen. Alternativ kann man auch einen Kryptoschlüssel in den Einrichtungsdialog des Key Managers kopieren. Den Kryptoschlüssel erhält man vom jeweiligen Onlinedienst während der Einrichtung. Anschließend erscheint ein Eintrag für den hinzugefügten Dienst im Hauptfenster des Key Managers. Ein Klick darauf erzeugt einen passenden Einmalcode und zeigt ihn an.

Gegenüber einer einfachen OTP-Generator-App ist der Hauptvorteil auch hier

wieder die feste Bindung an den Sicherheitsschlüssel: Nur wer den TrustKey-Stick physisch besitzt, kann OTP-Codes damit generieren. Er ist nicht kopierbar. Die Sicherheitsschlüssel unterstützen die beiden gängigen Verfahren TOTP und HOTP.

Die Authentifizierung mittels FIDO2 und U2F funktionierte im Test ebenfalls reibungslos. Auch das Einloggen ohne Passwort, etwa bei Microsoft, klappte auf Anhieb. Die beiden Sicherheitsschlüssel verhielten sich identisch, sie unterscheiden sich lediglich durch USB-Anschluss: Der T110 ist mit dem weit verbreiteten USB-A-Anschluss ausgestattet, der T120 nimmt über das moderne USB-C Kontakt auf.

Fazit

Beide Modelle sind gut verarbeitet und wirken robust. Zur Bestätigung einer FIDO-Authentifizierung muss man die goldfarbene Kontaktfläche lediglich leicht berühren, wodurch der USB-Anschluss nicht mechanisch belastet wird. Zur Nutzung von OTP muss auf dem Sicherheitsschlüssel eine aktuelle Firmware laufen, die auf den derzeit vom deutschen Shop ausgelieferten Exemplaren bereits vorinstalliert ist. Nachträglich aktualisieren lässt sich die Firmware derzeit nicht. (rei@ct.de) **ct**



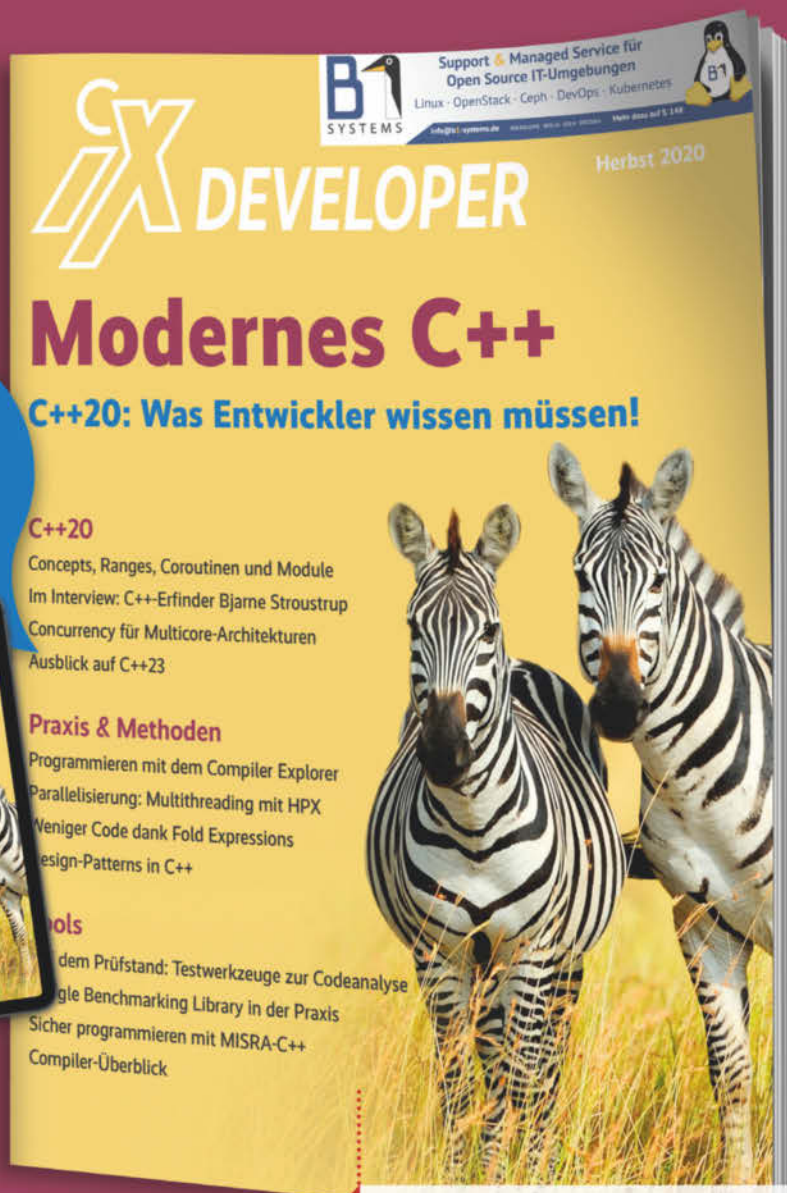
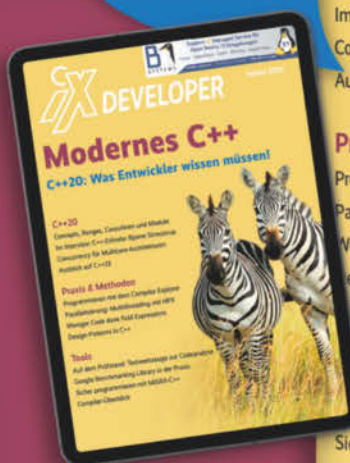
TrustKey T110 & T120

FIDO2-Sicherheitsschlüssel		
Modell	T110	T120
USB-Anschluss	USB-A	USB-C
Resident Keys / U2F / OTP	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Preis	28,84 € zzgl. 5 € Versand	30,38 € zzgl. 5 € Versand
Bezugsquelle	webshop.pointblank.de	webshop.pointblank.de
Bewertung		
Kompatibilität	⊕⊕	⊕⊕
Bedienung	⊕	⊕
Extras	⊕	⊕
Robustheit	⊕⊕	⊕⊕
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ✓ vorhanden — nicht vorhanden		

C++20: Was Entwickler wissen müssen!

NEU
im heise shop

Auch
digital
als PDF!



ix DEVELOPER Modernes C++

Noch in diesem Jahr soll **C++20** erscheinen, der neue Standard für C++. Das ix-Sonderheft stellt die **zentralen Features** des Standards vor und liefert einen spannenden Einblick in die **vier großen Neuerungen**. Zusätzlich gibt das Heft eine Übersicht zur Kernsprache, der Bibliothek und Concurrency. ix-Artikel der letzten 2 Jahre zu C++ geben außerdem einen umfassenden Überblick für Entwickler.

shop.heise.de/ix-dev-c++20

Einzelheft
für nur

14,90 € >

➤ Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

shop.heise.de/ix-dev-c++20 >

Wie auf Papier

Adobe Illustrator CC auf dem iPad

Nach Photoshop kommt nun auch Illustrator aufs iPad – mit modernisiertem Bedienkonzept. Allerdings hat Adobe noch nicht alle versprochenen Funktionen umgesetzt.

Von Monika Gause

Die iPad-Version von Illustrator wirkt aufgeräumt. Kurze Videos und Schritt-für-Schritt-Anleitungen erklären die Bedienung und stellen Tricks vor, die die Arbeit effizient gestalten.

Mit der Zeichenfeder lassen sich Pfade zeichnen und Objekte konstruieren. Die Fangfunktion richtet Grafiken am Dokumentenraster oder anderen Elementen aus. Objekte und Punkte lassen sich alternativ durch numerische Eingabe positionieren. Statt Modifikationstasten kommt beim Zeichnen ein Touch-Kreis zum Einsatz, ein sensibler Bereich auf dem Bildschirm. Nachträglich lassen sich Ankerpunkte formerhaltend löschen oder auf dem Pfad verschieben.

Geometrische Formen sind Illustrators Achillesferse: Es gibt lediglich Recht-

ecke, Ellipsen und fünfzackige Sterne. Größe, Konturstärke oder die Stapelreihenfolge von Elementen ändert man durch Tippen und Ziehen auf Icons in kontextsensitiven Bedienfeldern, die nur an aktiven Objekten erscheinen.

Dynamisch zeichnen

Auf einem iPad will man mit dem Apple Pencil zeichnen – Illustrator erzeugt dabei präzise und glatte Pfade. Die Glättungsstufe ist variabel, Nachbearbeitung kaum erforderlich. Der Buntstift zeichnet Pfade, der Pinsel kalligrafische Formen auf Basis wählbarer Pinselspitzen.

Illustrator erstellt Spiegel- und Kreissymmetrien sowie unterschiedliche Raster. Bei der Kreissymmetrie überlappen gespiegelte Objekte leider nicht perfekt; man muss also nacharbeiten. Mehrere Symmetrien lassen sich zu komplexen Mustern kombinieren. Kachelbare Musterfelder generiert Illustrator jedoch nicht automatisch.

Mit Booleschen Pathfinder-Operationen kann man einfache Formen zu komplexeren kombinieren. Wer mit offenen Pfaden konstruieren möchte, verwendet den Shapebuilder-Modus oder die Funktion „alle teilen“. Beide arbeiten destruktiv, liefern aber saubere Resultate ohne überflüssige Punkte.

Schnittmasken beinhalten beide Stolpersteine, die viele Anwender an der Desktopversion stören: Zum einen muss das Objekt oben liegen, auf das man die Maske anwendet, und anschließend muss man die Reihenfolge wieder ändern. Zum anderen verliert die Maske direkt nach dem Anlegen ihre Eigenschaften und wird unsichtbar. Eine Drag-&-Drop-Lösung in der Ebenenpalette wäre intuitiver gewesen.

Schrift und Farbe

In Illustrator auf dem iPad kann man Adobe-Fonts verwenden und eigene Schriften aus der Cloud nachinstallieren. Dazu muss man nur bestätigen, über die Nutzungsrechte zu verfügen. Schrift kann in Textrahmen, Punkttextrn oder auf Pfaden gesetzt werden. Anschließend lassen sich Texte in Pfade umwandeln und frei bearbeiten.

Farben lassen sich als RGB, CMYK und Schmuckfarben zuweisen (HKS und Pantone) sowie als Farbfelder im Dokument speichern. Mit den einfach zu bedienenden Freihandverläufen kann man Formen intuitiv aquarellähnlich gestalten. Die App arbeitete im Test auf einem iPad Pro flüssig. Schrift, Konturen, Verläufe und Symmetrie ändert sie in Echtzeit.

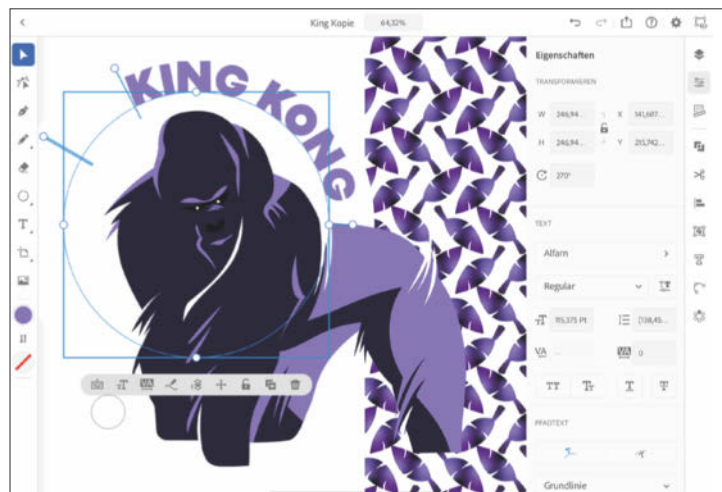
Dank eines neuen Cloudformats lassen sich Illustrator-Dateien zwischen Desktop und iPad austauschen. Man muss jedoch aufpassen, nicht versehentlich Elemente umzuwandeln, will man die volle Editierbarkeit behalten. Beim Export von AI, SVG, PNG, PDF oder PSD lässt sich nichts einstellen. Farbmanagement ist in der iPad-App nicht vorhanden. Auf dem iPad entstandene Designs kann man also nicht ohne Weiteres in die Druckerei senden.

Fazit

Der App fehlen noch einige versprochene Funktionen, zum Beispiel sauber vektorisierte Skizzen und Fonterkennung. Sie bringt aber schon innovative Funktionen mit, die hoffentlich bald in die Desktopversion einziehen. Neueinsteiger dürfte der Preis von 10,99 Euro monatlich abschrecken. Hat man ohnehin ein Cloud-Abo, kann man die App kostenlos nutzen und erhält so eine schöne Ergänzung für den mobilen Workflow. (akr@ct.de) **ct**

Illustrator CC for iPad

Mobil-App für Zeichnen und Illustration	
Hersteller	Adobe, adobe.com/de
Systemanforderungen	iPad mit Apple Pencil
Preis	10,99 € monatlich



Das rechte Palettenfeld von Illustrator auf dem iPad zeigt wie die Desktopversion Objekt- und Texteeigenschaften. Mit einem kontextsensitiven Bedienfeld lassen sich Objekte modifizieren.

TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAß!



Spannende
Unterrichts-
materialien
GRATIS

Make: *Education*

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



Für alle weiterführenden
Schulen



Digital zum Downloaden



Fächerübergreifend



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden: make-magazin.de/education

Rundumvideo

360-Grad-Actionkamera Insta360 One X2

Der Actioncam Insta360 One X2 entgeht nichts, da sie mit zwei extrem weitwinkligen Objektiven alles um sie herum im Blick behält. Sie ist wetterfest, stabilisiert das Bild und retuschiert den Selfiestick aus der Aufnahme.

Von André Kramer

Der Actioncamhersteller Insta360 hebt seine One-X-Reihe in zweiter Ausgabe auf das Niveau der GoPro Max. Die Insta360 One X2 nimmt Videos in 5,7K-Auflösung auf (5760 × 2880 Pixel) und zieht so mit der GoPro-Konkurrenz gleich, unterstützt in höchster Auflösung aber wie die GoPro nur 30 Bilder pro Sekunde. In 4K-Auflösung sind es 50, in 3K sogar 100 Bilder pro Sekunde. Für bewegungsreiche Aufnahmen sollte man also eine geringere als die maximale Auflösung wählen. Fotos zeichnet sie wie das Vorgängermodell Insta360 One X und die GoPro Max mit insgesamt 18 Megapixeln (6080 × 3040 Pixel) auf.

Zu einem 360-Grad-Bild gesticht bleiben 16,6 Megapixel übrig. Die X2-Videos lassen sich entweder wie ein konventionelles Video betrachten, dann muss man vorher einen Ausschnitt wählen, oder als 360-Grad-Video zum Beispiel in einem VR-Headset. In Facebook ändern 360-Grad-Videos auf einem Smartphone die Perspektive, wenn man das Phone schwenkt.

Auf den ersten Blick unterscheidet sich die Insta360 One X2 kaum vom Vorgängermodell. Die Kamera hat je ein Objektiv an der Vorder- und Rückseite mit einem Fischaugenblickwinkel von über 180 Grad. Hinter einer Seitenklappe verbergen sich der austauschbare Akku und ein Slot für eine microSD-Karte. Die Vorgängerin hatte noch einen Micro-USB-Anschluss. Nun findet sich an der Seite eine USB-C-Buchse. Statt zwei Taster wie zuvor

hat die Neue nur einen auf der Vorderseite. Den gewonnenen Platz nimmt ein größeres Display ein. Im Lieferumfang enthalten sind ein Ladekabel, ein Akku und eine Transporttasche. Optional gibts eine Schutzkappe für die Objektive, ein Tauch-Case und einen Selfiestick dazu. Bisher steht nur letzterer zur Verfügung.

Der runde Touchscreen zeigt ein beschnittenes Livebild der 360-Grad-Kamera und bietet verschiedene Optionen zur Auswahl. Dazu gehören die Wahl der Auflösung und der Bildrate, aber auch der Betriebsmodi Video, Foto und Timelapse. Außerdem kann man die Anzeige des Blickwinkels ändern, Audiomodi wie Windreduktion wählen oder Einstellungen zur Aufnahme wie JPEG- oder Raw-Foto, Weißabgleich, Belichtung oder den Blickwinkel.

Über den winzigen Bildschirm gerät die Bedienung etwas fummelig und wirkt eher wie eine Notlösung. Besser funktioniert das in der zugehörigen Insta360-App, die für Android und iOS zur Verfügung steht. Die Kamera verbindet sich über WLAN mit der App, was einige Sekunden dauert. Anschließend kann man die Aufnahmeparameter auch über die integrierte Kamerasteuerung einstellen. Es dauert

jedoch eine knappe Sekunde, bis das Livebild in der App ankommt. Video- und Fotomodus, Umschalter zwischen front- und rückseitiger Kamera sowie Einstellung von Weißabgleich und Belichtung funktionieren selbsterklärend wie in jeder anderen Kamera-App auch.

Ein Druck auf den Taster auf der Kameravorderseite oder den Auslöser in der App startet und stoppt die Video-Aufnahme oder löst für ein Foto aus. Die App kann über KI Videoclips automatisch zusammenschneiden und den Bildausschnitt wählen, was etwas besser funktioniert, als in der Kamera selbst einen 16:9-Bildausschnitt einzustellen. Für die KI-Funktionen setzt der Hersteller relativ neue Hardware voraus: bei iPhones A11-SoC oder darüber (iPhone ab 8), bei Android ab Snapdragon 845 (zum Beispiel Samsung Galaxy S9) oder Kirin 980 (Huawei Mate 20 und P30).

Der Hersteller verspricht Wasserdichtigkeit nach IPX8, was Schutz gegen Untertauchen bedeutet. Die Ankündigung eines optional erhältlichen Tauchgehäuses sollte allerdings eine Mahnung sein, mit der Kamera nicht schnorcheln zu gehen.

Bildkritik

Die Angaben zur Videoauflösung beziehen sich auf die volle 360-Grad-Ansicht. Die Kamera setzt das Signal beider Linsen selbstständig zusammen und retuschiert dabei ihr eigenes Gehäuse und selbst den Selfiestick heraus. Dabei geht gegebenenfalls auch ein Stück der Hand verloren, die die Kamera hält. Bei einem 120-Grad-Bild-

Die Actionkamera Insta360 One X2 nimmt 360-Grad-Videos in 5,7K-Auflösung auf. Dafür sitzt an beiden Seiten jeweils ein extrem weitwinkliges Objektiv.





Die Kamera sticht die Bilder beider Linsen selbstständig zusammen. Dabei geht ein Stück der Hand verloren, die sie hält.

ausschnitt bleibt etwa Full-HD übrig. Wie das Vorgängermodell sowie GoPro Hero 9 und GoPro Max stabilisiert die One X2 das Videobild, was erstaunlich gut funktioniert und den Einsatz eines Gimbal überflüssig macht. Auch bei einer Fahrradfahrt über Kopfsteinpflaster bleibt das Bild

völlig ruhig. Die Windreduktion funktioniert weniger zuverlässig, allerdings ergänzt das Rauschen Atmosphäre.

Ein halbstündiges Video nahm die Kamera problemlos auf, allerdings brach die Übertragung der 11 GByte großen Datei über WLAN ab und ließ sich nicht fortsetzen, sondern nur erneut starten. Beim zweiten Versuch landete die Datei auf dem iPhone.

Die Kamera belichtet Fotos bis zu 55 Sekunden lang. Das ist beeindruckend und ermöglicht lichtstarke Nachtfotos. Tendenziell belichtet sie etwas zu dunkel, weshalb Schatten in der Regel absaufen. Zwar kann man die Bilder intern bearbeiten, die Regler und Filter liefern aber derart katastrophale Ergebnisse, dass man besser zu anderen Apps greift. Wichtig ist hier die Einstellung des Blickwinkels, den nicht jede App bewerkstelligt. Ausschnitte von Fotos und Videos lassen sich als Schnappschüsse exportieren.

Die Rohdaten im Format Adobe DNG bekommt man leider nur über USB aus der Kamera. Die App exportiert keine Raw-Dateien. Also fällt die direkte Bearbeitung beispielsweise über Lightroom CC flach. Dafür muss man Software auf Windows-PC oder Mac bemühen.

Fazit

Es braucht eine Weile, sich mit der Insta360-App vertraut zu machen. Zum Glück lässt sich die Kamera auch über den klei-

nen Touchscreen zuverlässig bedienen. Die One X2 von Insta360 leistet wenig mehr verglichen mit dem Vorgängermodell One X, sie macht ihre Arbeit aber sehr gut. Sie vereint Actioncam-Qualitäten wie exzellente Bildstabilisierung und akzeptable Horizontautomatik mit einem Blickfeld von 360 Grad. (akr@ct.de) **ct**

Technische Daten

Modell	Insta360 One X2
Typ	360-Grad-Actionkamera
Hersteller	Insta360, www.insta360.com
Systemanf.	iPhone ab 8, Samsung Galaxy ab S9, Huawei ab Mate 20 u. a.
Sensor	18 Megapixel (6080 × 3040)
Fotoauflösung	6080 × 3040 Pixel (2:1), 4320 × 1440 (3:1)
Fotoformat	DNG und JPEG
Videoauflösung	5760 × 2880 Pixel (30 B/s), 2560 × 1440 Pixel (50 B/s), 1920 × 1080 Pixel (100 B/s)
Videoformat / max. Bitrate	MP4 (H.264, H.265) / 100 Mbps
Audioformat	Stereo, 360 Grad (Ambisonic)
ISO	100 - 3200
Weißabgleich	Auto, 2700K, 4000K, 5000K, 6500K, 7500K
Belichtungskorrekt.	±4 Blendenstufen
Bildstabilisator	6 Achsen
Speicherkarte	Micro-SD
Anschlüsse	USB-C, WLAN
Akkukapazität	1630 mAh
Abmessungen / Gewicht	46 × 113 × 30 mm / 145 g
Zubehör (mitgel.)	Schutzhülle, USB-C-Kabel
Zubehör (optional)	Selfiestick (24,99 €), Linsenschutz (24,99 €), Tragetasche (24,99 €), Tauchcase (89,99 €)
Preis	490 €



NORDL@NDERDIGITAL

Verwaltung der Zukunft in
SH, HH, HB, MV, NDS

03.12.2020

Atlantic Hotel Kiel

www.nordlaender-digital.de

Eine Veranstaltung des

Behörden Spiegel



Frischfisch

Jollas Sailfish OS 3.4 mit Mehrbenutzerbetrieb

Jolla aktualisiert bei seinem Mobilbetriebssystem endlich die Browser-Engine und das E-Mail-Programm. Gleichzeitig verabschieden sich die Finnen stückweise von ihrem einzigartigen Bedienkonzept.

Von Leszek Lesner und
Keywan Tonekaboni

Unter dem Namen des finnischen Nationalparks Pallas-Yllästunturi hat Jolla Version 3.4 seines auf Linux aufbauenden Mobilbetriebssystems veröffentlicht. Erstmals kann man in Sailfish OS 3.4 bis zu sechs zusätzliche Benutzerkonten erstellen. Diese sind eingeschränkt und mit ihnen können Apps weder installiert noch entfernt werden; Android-Apps lassen sich derzeit nicht mal ausführen. Zusätzlich kann der Hauptnutzer ihren Zugriff auf

Telefonie und SMS deaktivieren. Die Sprache ist für jedes Konto frei wählbar. Unverständlich ist aber, dass WLAN-Netze ebenfalls getrennt je Konto verwaltet werden.

Trotz dieser Einschränkungen lässt sich der neue Mehrbenutzerbetrieb für die Abschottung von privaten und beruflichen Aktivitäten nutzen, da bei nativen Sailfish-Apps alle Konfigurationen getrennt gespeichert werden. So können E-Mail-Konten für die Arbeit unter einem speziellen Arbeits-Account angelegt werden. Wechselt man zum privaten Profil, sind dann nur noch private E-Mail-Konten eingebunden. Jeder Benutzer muss zwingend eine PIN vergeben. Zusätzlich können für jeden Nutzer auch Fingerabdrücke zum Entsperren hinterlegt werden. Das Benutzerkonto wechselt man im laufenden Betrieb über das Systemmenü, welches man mit einer Wischgeste vom oberen Bildschirmrand aufruft.

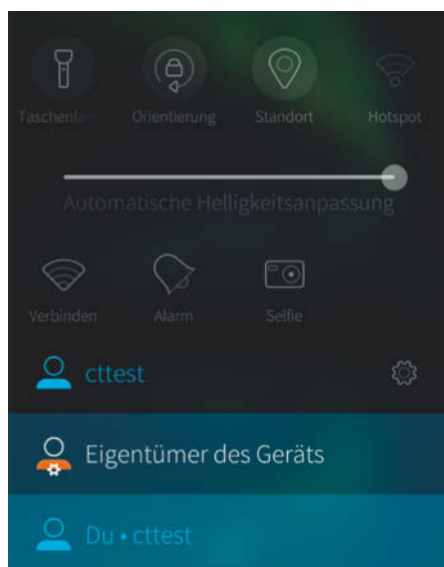
Der Mehrbenutzerbetrieb ist noch nicht ganz ausgereift und die Nutzung scheint derzeit primär auf Firmenkunden ausgelegt zu sein. Mit einem der kommen-

den Updates sollen in den Zusatzkonten auch Android-Apps benutzbar werden.

Browser-Engine für Apps

Jolla hat in Sailfish OS 3.4 endlich den Webbrowser aktualisiert, genauer dessen Engine. Diese verbessert die Ladezeiten und die Darstellung der Inhalte auf vielen modernen Webseiten. Die Browser-Engine basiert nicht mehr auf dem veralteten Gecko 45 von Mozilla, sondern auf der fast genauso betagten Version 52. Deren Unterstützung hat Mozilla mit Firefox ESR 52.9 bereits Mitte 2018 eingestellt. Jolla arbeitet aber an einer Umstellung auf Gecko 60. Danach soll es einfacher werden, die Engine aktuell zu halten.

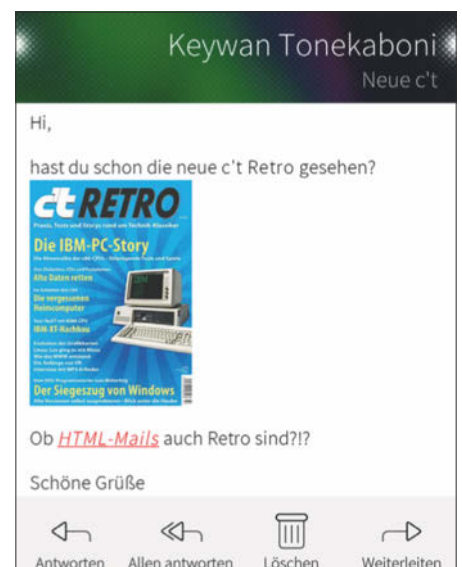
Mit der neuen Version rendert auch die E-Mail-App erstmals mit Gecko HTML-Inhalte. Dafür hat Jolla eine Schnittstelle geschaffen, die es Drittanwendungen erlaubt, auf Gecko zuzugreifen. Bislang mussten Apps die veraltete und mit vielen Webseiten inzwischen inkompatible QtWebkit-Engine verwenden. Zudem lässt sich in E-Mails nun auch Text markieren und kopieren. Der Workaround über die Beantworten-Funktion entfällt, aber die Auswahl der gewünschten Textstelle ist etwas fummelig. Bei geöffneten E-Mails gibt es jetzt eine neue Werkzeugleiste am unteren Bildschirmrand, die Schaltflächen zum Beantworten, Löschen und Weiterleiten der E-Mail enthält. Diese Aktionen rief man bisher über das Pulley-Menü am oberen Bildschirmrand auf. Die Geste, das Menü zu öffnen, kollidiert aber mit der neuen Markieren-Funktion.



Das Benutzerkonto wechselt man über das obere Systemmenü.



Der Anruflbildschirm erinnert an Android und soll benutzerfreundlicher sein.



Die E-Mail-App nutzt jetzt klassische Schaltflächen statt wilder Gesten.

Das Aussehen des Anrufbildschirms hat Jolla ebenfalls wesentlich überarbeitet. Bei ankommenden Anrufen erscheint zentral ein Telefonhörersymbol. Schiebt man dieses zur Seite, nimmt man den Anruf an. Ein Wisch nach oben zeigt weitere Schaltflächen an, etwa zum Ablehnen des Anrufs. Statt der eigentlich für Sailfish typischen Wischgesten ähnelt die Bedienung mehr der von Android-Oberflächen. Jolla-UI-Designer Joona Petrell widerspricht der Kritik, Sailfish kopiere die User Experience der Konkurrenten. Das neue Design sei geleitet von intensiven Usability-Tests. Der neue Anrufbildschirm und der Verzicht auf das Pulley-Menü in der E-Mail-App sind eine Abkehr von den für Sailfish so markanten Gesten. Das ist aus nostalgischer Sicht beklagenswert, aber verbessert die Bedienbarkeit.

Jolla hat außerdem diverse kleinere Bugs gefixt. Die Dokumenten-App lädt nun große Tabellenkalkulationsdateien schneller und zoomt und blättert in Präsentationen Folien flüssiger. Die Wet-

ter-App zeigt auf Wunsch im Benachrichtigungsbereich nun auch eine stündliche Vorhersage an. Bei eingehenden WhatsApp-Anrufen schaltet der Android-Support nun den Bildschirm ein und zeigt eine Benachrichtigung, um den Nutzer zu informieren.

Die in Version 3.3 hinzugefügte Nextcloud-Unterstützung erlaubt in Version 3.4 die Feineinstellungen für Ordner, in die Fotos und Backups gespeichert werden. Backups können nun regelmäßig erstellt und automatisch zu Nextcloud, OneDrive oder Dropbox hochgeladen werden.

Updates für Entwickler

Für Entwickler bietet Sailfish OS 3.4 nun die Unterstützung der Programmiersprache Rust, die unter anderem in der Browser-Engine von Firefox verwendet wird. Jolla spricht von einer zunächst experimentellen Unterstützung. Experimentell ist auch die Softwareunterstützung für 64-Bit-ARM (aarch64), die Entwickler zur Vorbereitung ihrer Apps verwenden kön-

nen. Sailfish OS liefert bereits 64-Bit-Kernel aus, aber Schnittstellen und Apps sind derzeit noch in 32 Bit.

Jolla macht zwar Fortschritte, aber das Update wird vor allem Sailfish-OS-Fans ansprechen. Die punktuelle Abkehr vom markanten Bedienkonzept ist zwar schade, aber dient der Usability. Wer selbst Sailfish ausprobieren möchte, kann es auf ausgewählten Android-Geräten wie dem Sony Xperia 10 selbst installieren [1]. (ktn@ct.de) **ct**

Literatur

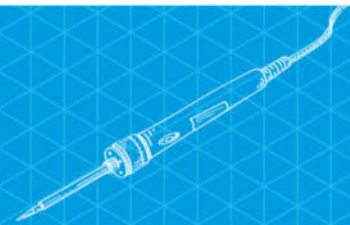
- [1] Keywan Tonekaboni, Sailfish-Experience, Sailfish X als Android-Alternative, c't 26/2019, S. 160

Sailfish OS 3.4

Smartphone-Betriebssystem	
Hersteller	Jolla, https://jolla.com/sailfishx/
Version	3.4
Systemvoraussetzungen (Preis)	Jollaphone ¹ / Sony Xperia XA2/10 (0 € ² oder 49,90 €) / Gemini PDA (29,90 €) ²
¹ veralteter Android-App-Support ² ohne Android-App-Support	

Make:
KREATIV MIT TECHNIK

**DAS KANNST
DU AUCH!**



2× Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

* Für die Laufzeit des Angebotes.

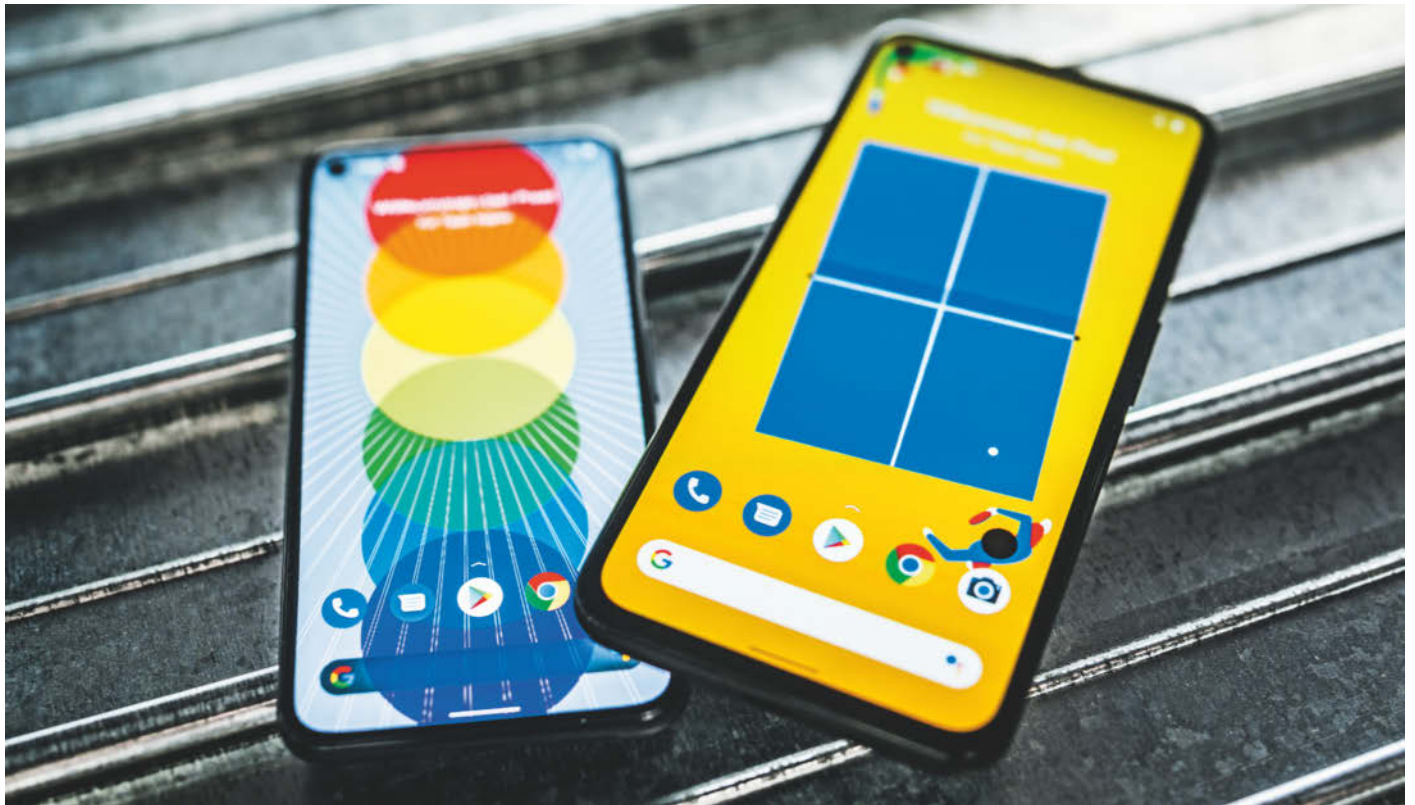
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

GRATIS!





Aufs Maximum reduziert

Google Pixel 5 und Pixel 4a 5G im Test

Während bisherige Pixel-Smartphones die Oberklasse markierten und knapp 1000 Euro kosteten, versucht es Google mit den neuen Pixel-Modellen in der Mittelklasse.

Von Robin Brand und Stefan Porteck

Beim Blick auf die neueste Generation der Pixel-Smartphones von Google fällt sofort auf: Designtechnisch sind die Geräte nun endlich im Hier und Jetzt angekommen. Das Pixel 5 und das 4a 5G haben rundum einen nur wenige Millimeter breiten Displayrahmen.

Entsprechend bleibt im Rahmen oben kaum Platz für eine Kameralinse. Wie beim

Pixel 4a hat sich Google auch beim 5er und 4a 5G gegen einen Notch entschieden und platziert die Linse oben links in der Statusleiste in einem sogenannten Punchhole. Da bleibt weder Platz für die IR-Kamera noch den Radar-Chip Soli, den das Pixel 4 besitzt. Entsprechend kommen das 4a 5G und das Pixel 5 wieder mit einem Fingerabdrucksensor auf der Rückseite.

Die meisten Nutzer dürfte das kaum stören, denn das biometrische Entsperren via Gesichtserkennung (Face-Unlock) wurde von vielen App-Entwicklern nicht angenommen, was dazu führte, dass man auf dem 4er Pixel mangels Fingerabdrucksensor bei etlichen Banking- und anderen sensiblen Apps stets seine Zugangsdaten eintippen muss.

Obgleich das Pixel 5 und 4a 5G sich optisch sehr gleichen, gibt es zumindest bei der Rückseite einen entscheidenden Unterschied: Beim günstigen 4a 5G besteht sie

aus Kunststoff mit einer seidenmatten Beschichtung. Das 5er wartet dagegen mit einer Rückwand aus Aluminium auf. Das ist insofern beeindruckend, als dass das Smartphone sich nach dem Qi-Standard drahtlos laden lässt. Doch induktives Laden funktioniert eben nicht durch Metalloberflächen, weshalb Google den Rücken nicht aus einem Stück fertigt: Die Spulenwicklung selbst wird auch beim Pixel 5 mit Kunststoff abgedeckt. Die Idee ist clever und ordentlich umgesetzt, denn unter der matten Beschichtung der Rückseite lassen sich keine Kanten oder unterschiedliche Materialien ausmachen.

Dem Rotstift zum Opfer gefallen sind die Drucksensoren im unteren Bereich des Rahmens, welche die Active-Edge-Funktion ermöglichte, mit der man durch leichtes Quetschen an den Seiten das Telefon stummschalten konnte oder den Google Assistant startete. Ausgleichend sind die

Pixel-Smartphones die ersten, die Google mit dem neuen Funkstandard 5G ausstattet. Dafür verwendet Google den Snapdragon 765G mit integriertem 5G-Modem, der derzeit in vielen Oberklasse-Smartphones zum Einsatz kommt und mit vergleichsweise energiesparendem 5G-Betrieb überzeugt (siehe c't 17/2020, S. 64). Auf den schnellen Funkstandard kann allerdings nur zurückgreifen, wer die Pixel-Geräte mit nur einer SIM betreibt. Im Dual-SIM-Betrieb (eSIM und nanoSIM) fallen sie auf LTE zurück.

Schöne Aussicht

Riesige Kamerabuckel sind bei den Google-Smartphones nicht vorhanden. Ganz so spartanisch ausgestattet wie das Pixel 4a sind dessen große Brüder aber nicht. Zusätzlich zur weitwinkligen Hauptkamera hat Google den neuen Pixels eine Ultra-Weitwinkelkamera verpasst. Diese nimmt Fotos mit einem Bildwinkel von 107 Grad (Blende : $f/2,2$) auf. Google verwendet einen 16-Megapixel-Sensor und beschneidet die Ergebnisse, um unter anderem tonnenförmige Verzerrungen aus den Fotos herauszurechnen, sodass 12-Megapixel-Fotos entstehen. Unabhängig davon lässt die Qualität aber auf den zweiten Blick zu wünschen übrig. Zunächst fällt die stimmige Farbgebung ins Auge, die jener der Hauptkamera sehr ähnlich ist – keine Selbstverständlichkeit. Zoomt man in das Foto hinein, werden jedoch verwaschene Details offenbar. Selbst bei guten Lichtverhältnissen sind die Resultate schwammig, nicht nur an den Rändern, sondern auch in der Bildmitte.

Deutlich bessere Ergebnisse erzielt die optisch stabilisierte Hauptkamera (12,2 MP, $f/1,7$) mit einer Kleinbild-äquivalenten Brennweite von 27 Millimetern. Kräftige Farben, knackige Schärfe und ein stimmiges Spiel mit Unschärfefeffekten im Vollautomatikmodus zeichnen die Pixelkamera aus. Einmal mehr glänzen die Pixel-Smartphones auch bei der Fotografie mit wenig Licht. Der Nachtmodus hilft in schummrigen Kneipen oder auf schwach beleuchteter Straße die Motive effektiv auf. Damit gehören die Pixel nach wie vor zu den besten Smartphones für die Nachtfotografie – obwohl sie nicht mehr maßstabsetzend sind. Allerdings kosten Smartphones, die ähnlich gute Nachtfotos schießen, auch meist 1000 Euro und mehr.

Noch recht neu ist der Astromodus, der die Nachtfotografie auf die Spitze treibt. Wenn Smartphone und Motiv un-

bewegt sind und die Software entsprechend lange Belichtungszeiten wählen kann – auch mal mehr als zwei Minuten auf dem Stativ – ist es verblüffend, wie viel Licht Google noch aus dem Dunkel saugt. Das gilt umso mehr, wenn man sich die Sensorgröße der Hauptkamera vor Augen führt. Nur ein 1/2,55 Zoll ist die Kantenlänge der Sensoren, die das Licht sammeln. Zum Vergleich: Huawei und Samsung verwenden Sensoren mit Kantenlängen von 1/1,28 respektive 1/1,33 Zoll.

Deutlich verbessert hat Google den Videomodus der Pixel. Auch in 4K/60 fps gelingen schön stabilisierte Videos mit weichen Schwenks, noch geschmeidiger sind die Resultate in Full HD. Im neuen Cinematic-Pan-Modus lassen sich Sequenzen automatisch verlangsamen und stabilisieren, um einen Kineffekt zu erzielen. Filmt man mit zitterigen Händen, schneidet die Software unnötige Bildinformation an den Rändern ab und begründet das Video.

SoC solide, aber mit Problemen

Mit dem Oberklasse-Chip Snapdragon 765G samt 6 respektive 8 GByte Hauptspeicher sind die Pixel allen aktuellen Anwendungen gewachsen. Allerdings spuckten die Geräte in diversen Benchmark-Tests etwas seltsame Ergebnisse aus. Sowohl Pixel 5 als auch 4a 5G blieben speziell in Sachen GPU-Leistung hinter anderen Smartphones mit dem gleichen Chipsatz zurück, die wir bisher im Test hatten. Unter anderem waren das OnePlus Nord, Oppo Find X2 Lite, LG Velvet und Vivo X51.

Nur etwa 60 bis 70 Prozent der Leistung anderer Smartphones mit Snapdragon 765G bescheinigen die Benchmarks GFX Bench und 3DMark den aktuellen Pixel-Geräten. Laut Geekbench bleibt das Pixel auch im Mehrkernbetrieb etwas hinter den Konkurrenten mit gleichem SoC zurück, im c't-Benchmark Coremark dagegen liegen die Pixel etwa gleichauf mit den Vorgenannten. Kurios: Sowohl im 3DMark als auch im GFXBench müssen sich die beiden neuen Pixel mit nominell stärkerem SoC sogar dem kleinen Bruder 4a geschlagen geben. Auf Anfrage erklärte Google, dass das Problem bekannt sei und mit dem November-Update behoben werden solle. Dieses erreichte die Geräte nicht bis zum Redaktionsschluss.

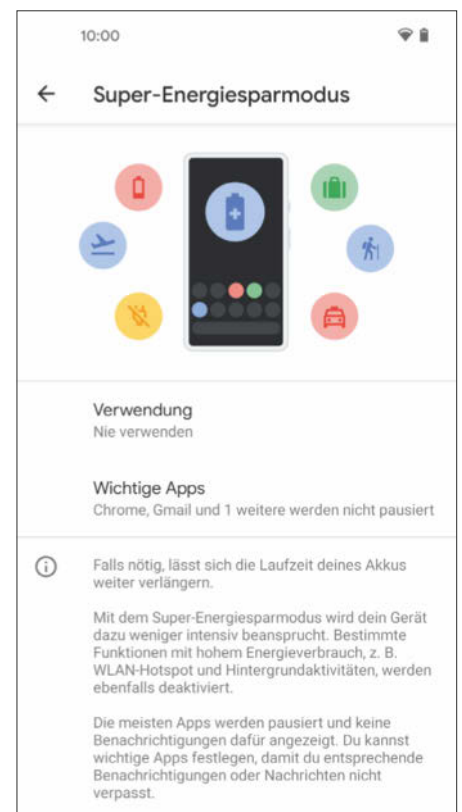
Bei der täglichen Verwendung machten sich die Messergebnisse nicht negativ bemerkbar. Auf Eingaben reagierten die Pixel stets schnell, die Bedienung war je-

derzeit schnell und ohne Ruckler. Auch anspruchsvolle 3D-Spiele wie PUBG ließen sich flüssig in hoher Detailstufe spielen.

Beide Smartphones haben ein OLED-Display mit einer Auflösung von 2340 × 1080 Bildpunkten. Da das Pixel 5 mit seiner Diagonalen von 6 Zoll etwas kleiner ausfällt als das Pixel 4a 5G mit seinen 6,2 Zoll, erreicht es mit 423 dpi eine höhere Pixeldichte als das größere Modell, das auf 413 dpi kommt.

In der Praxis ist der Unterschied indes irrelevant: Beide Smartphone-Displays lösen Details sehr fein auf und liefern gestochen scharfe Bilder. Wie bei OLEDs üblich, wird Schwarz wirklich pechschwarz dargestellt, was für einen sehr hohen Kontrast und einen entsprechend knackigen Bildeindruck sorgt. Dazu trägt auch die satte, aber natürlich anmutende Farbdarstellung ihren Teil bei. Um Winkelabhängigkeit braucht man sich bei beiden Displays nicht zu sorgen.

In einem Ausstattungsdetail wartet das Pixel 5 aber mit dem geringfügig besseren Display auf, da es wie sein Vorgänger einen 90-Hz-Modus hat. Bei Spielen sorgt die höhere Bildwiederholrate für geringere Bewegungsunschärfen und ver-



Der Super-Energiesparmodus legt auf Wunsch alle Apps außer einige ausgewählte vollständig lahm.



Google Pixel 5

Das Pixel 5 markiert Googles (vorläufige?) Abkehr von High-End-Smartphones und Gerätepreisen jenseits der 1000 Euro. Stattdessen bietet das Pixel 5 wieder das, was schon die Nexus-Serie erfolgreich gemacht hat: Vernünftige Hardware, die auch hohen Ansprüchen genügt, ohne die Preise, die mit einem Spitzen-Chipsatz einhergehen. Denn im Wesentlichen betrifft die Einsparung vor allem das System-on-a-Chip. Im Pixel 5 arbeitet nicht Qualcomms aktueller Top-SoC, wie das bei den Vorgängern der Fall war, sondern der darunter angesiedelte 765G. Eine wirkliche Einschränkung bedeutet das zum jetzigen Zeitpunkt nicht, auch mit aktuellen 3D-Spielen kam das Pixel im Test klar.

Auf Features wie kabelloses Laden und Wasserdichtigkeit muss man nicht verzichten – diese beiden Eigenschaften sind auch der Hauptunterschied zum Pixel 4a 5G. Außerdem bleibt dem Topmodell die höhere Bildwiederholrate von 90 Hertz vorbehalten. Erfreulich ist, dass Google dem Pixel 5 eine robuste Metallrückseite verpasste. Mit seiner rauen Oberfläche liegt es gut in der Hand, ist unempfindlicher gegen Fingerabdrücke und Stürze als Glas. Während es technisch dem größeren 4a 5G sehr ähnlich ist, geht es fast als Zwilling des regulären 4a durch. Die kompakten Ausmaße prädestinieren es für die einhändige Bedienung.

- ↑ kompakt
 - ↑ robuste Metallrückseite
 - ↓ keine Kopfhörerbuchse
- Preis: 615 Euro



Google Pixel 4a 5G

Das Pixel 4a 5G teilt sich die Kamera und den SoC mit dem Pixel 5. Nachdem das kleinere Pixel 4a bereits vor einigen Wochen erschien, hätte man es konsequenterweise gleich Pixel 5a nennen können. So muss es dem Vergleich mit dem 4a und dem 5er standhalten. Und das gelingt dem Mittelklasse-Phone: Die Leistung des Prozessors reicht für Spiele und alltägliche Anwendungen völlig aus. Bei der Foto- und Videoqualität gibt es wegen gleicher Hard- und Software keinerlei Unterschiede zum Topmodell. Durch das 6,2-Zoll-Display bietet es eine ordentliche Bildfläche, lässt sich dank der schmalen Ränder aber trotzdem noch knapp mit einer Hand bedienen. Dem größeren Screen steht ein adäquater Akku zur Seite, sodass es in puncto Laufzeit dem Pixel 5 ebenbürtig ist.

Auf die Bildwiederholrate von 90 Hertz, drahtloses Laden und die IP68-Zertifizierung muss man wie beim Pixel 4a zwar verzichten, dafür bekommt man eine Kopfhörerbuchse und spart im Vergleich zum Pixel 5 rund 130 Euro. Wer sich ein schnelles und dank 5G zukunftsicheres Handy mit großem Bildschirm wünscht, muss also nicht zum Topmodell greifen. Wer 5G und die Weitwinkelkamera nicht braucht, sollte wiederum einen Blick auf das 4a werfen: Dessen Hauptkamera liefert dieselbe Fotoqualität und bei der Akkulaufzeit und der Performance braucht sich das Einstiegsmodell für 340 Euro vor dem 4a 5G und selbst vorm Pixel 5 nicht zu verstecken.

- ↑ gute Kamera
 - ↑ sehr gutes Preis/Leistungsverhältnis
 - ↓ nicht wasserdicht
- Preis: 490 Euro

leicht insgesamt einen sehr flüssigen Eindruck.

Das bessere Android

Für Pixel-Phones sprach schon seit eh und je, dass man hier ein unverbasteltes Android ohne Herstelleranpassungen der Oberfläche bekommt und dass Google seine Geräte drei Jahre mit System-Updates versorgt – und zwar sofort bei Erscheinen. Zudem landen monatlich Sicherheits-Patches auf den Geräten.

Mittlerweile ist Google dazu übergegangen, die eigenen Telefone mit exklusiven Features auszustatten, die man bei anderen Android-Geräten nicht findet. Viele der Funktionen beziehen sich auch dieses Mal wieder auf die Kamera beziehungsweise die Foto-App.

Für bereits gemachte Bilder hält die App „Google Fotos“ schon länger etliche Bearbeitungsoptionen bereit. Hier bekommen die Pixel-Phones nun einen weiteren Filter, der eindrucksvoll zeigt, welche Rolle KI mittlerweile bei der Bildbearbeitung einnimmt. Bei Porträtbildern bietet die App nun an, den Winkel des Lichteinfalls zu korrigieren. Mit Hilfe eines auf dem Bild frei beweglichen Sliders lässt sich nachträglich festlegen, ob das Licht etwa von rechts oder eher von oben aufs Motiv fallen soll. Die KI berechnet anschließend den Schattenwurf neu – was bei den meisten Fotos auch beeindruckend gut funktioniert und nicht künstlich wirkt.

Eine weitere exklusive Pixel-Funktion ist der „Super-Energiesparmodus“, den viele Nutzer bei Tagesausflügen oder auf Reisen schnell zu schätzen lernen dürften. Oft saugt nicht die Nutzung des Smartphones den Akku leer, sondern die Vielzahl an Apps, die das Betriebssystem regelmäßig aus dem Deep-Standby aufwecken, um Server beispielsweise auf neue Nachrichten zu prüfen oder den Standort abzufragen.

Mittlerweile besitzt Android eine KI-gestützte Erkennung, um weniger wichtige beziehungsweise seltener genutzte Apps einzuschränken. Hierbei begibt sich Android aber stets auf eine Gratwanderung: Einerseits soll das Handy möglichst selten geweckt werden, andererseits würde es Nutzer verärgern, wenn wichtige Nachrichten erst Minuten oder Stunden verspätet angezeigt werden.

Mit dem Super-Energiesparmodus gibt es nun eine Holzhammermethode, mit der Nutzer festlegen, welche Apps sie dringend benötigen und welche nicht. Wer etwa bei

einer Wanderung das Maximum aus dem Akku herausholen will, setzt beispielsweise nur Whatsapp und die Kamera auf die Liste der erlaubten Apps und aktiviert den Modus. Alle anderen Apps werden dann von Android vollständig eingefroren. Google verspricht, dass das Telefon so mehrere Tage mit einer Ladung durchhalten soll. Gemessen an unseren Laufzeittests klingt das Versprechen realistisch, hängt aber auch sehr stark davon ab, welche und wie viele Apps man erlaubt und wie oft man das Handy derweil aktiv benutzt.

Bislang sind die neuen Features nur dem Pixel 5 und dem Pixel 4a 5G vorbehalten. Auf Nachfrage teilte Google uns mit, dass sie im Rahmen der regelmäßigen Feature-Drops künftig auch auf ältere Pixel-Phones verteilt werden. Einen Zeitrahmen nannte Google jedoch nicht.

Die Qual der Wahl

Während in Sachen SoC und Kamera keine Unterschiede zwischen 4a 5G und Pixel 5 festzustellen sind, so geht es bei der restlichen Ausstattung weiter auseinander. Im kleineren und leichteren Pixel 5 steckt der Akku mit der größeren Kapazität: 4080 Milliamperestunden; so viel wie in keinem Pixel zuvor. Damit erzielt das Pixel 5 trotz 90-Hertz-Display ähnliche Laufzeiten wie das 4a 5G – beide Geräte sind ausgesprochen ausdauernd. Das ist alles andere als eine Selbstverständlichkeit für Pixel-Smartphones. Nicht nur wegen des kleineren Akkus, sondern auch aufgrund des stromfressenden Radarsensors hatte das Pixel 4 in dieser Disziplin noch enttäuscht.

Im Unterschied zu den a-Modellen lässt sich das Pixel 5 auch drahtlos per Qi laden – und gibt den Strom bei Bedarf auch an andere Geräte wie Kopfhörer kabellos ab. Apropos Kopfhörer: Nur beim 4a 5G lassen sich diese althergebrachte per Klinckenstecker verbinden. Das Pixel 5 hat keine Kopfhörerbuchse. Wer über die Lautsprecher hört, ist ebenfalls mit dem 4a 5G im Vorteil. Dessen Lautsprecher sind oben und unten platziert und klingen natürlicher als die nach unten abstrahlenden des Pixel 5.

Grundsätzlich ist bei den 2020er Pixel-Smartphones eine Abgrenzung in Sachen Hardware zwischen den Modellen schwieriger als in den vorherigen Jahren. Dort galt: Pixel = High-End mit hohem Preis und a-Serie = abgespeckte Mittelklasse mit gutem Preis/Leistungsverhältnis.

Heuer geht die Gleichung vor allem deswegen nicht auf, weil Google sich entschlie-

den hat, dem Pixel 4a 5G denselben SoC und exakt die gleiche Kamera zu spendieren wie dem Flaggschiff-Modell – inklusive der Weitwinkellinse, die dem Pixel 4a (ohne 5G) fehlt. Eigentlich wäre es konsequent gewesen, entweder die Linse beim 4a 5G auch wegzulassen oder das Smartphone wasserdicht zu bauen und ihm ein 90-Hz-Display zu spendieren – dann hätte man es für 200 Euro mehr einfach als Pixel 5 XL verkaufen können. Das hätte für weniger Verwirrung gesorgt und Fans großer High-End-Phones sicher glücklich gemacht.

Auf der anderen Seite deckt Google nun mit drei Modellen eine Preisspanne von rund 340 bis 615 Euro ab und bietet leicht abgestufte Ausstattungen, sodass jeder Pixel-Interessent ein Gerät finden sollte – und ob nun eine 4 oder eine 5 im Namen auftaucht oder ein „a“ dürfte den meisten Nutzern egal sein, da die Leistung bei allen Modellen stimmt.

Fazit

Mit den 2020er Pixel-Smartphones (inklusive Pixel 4a) zeigt Google, dass man

längst keine 1000 Euro ausgeben muss, um ein top ausgestattetes Smartphone zu kaufen, denn empfehlenswert sind sie allesamt. Alle Modelle bieten drei Jahre Support, exklusive Pixel-Features und eine tolle Kamera.

Ein kompaktes Format mit einem fairen Preis verbindet das Pixel 4a ohne das Anhängsel 5G – und sorgt so für Konkurrenz im eigenen Haus. Die Bauform entspricht nämlich der des Pixel 5, das dem 4a vor allem 5G voraus hat. Wer den neuen Funkstandard nicht nutzt, zahlt für Drahtlosladen, Wasserdichtigkeit und das 90-Hertz-Display fast 300 Euro Aufpreis und büßt zudem die Kopfhörerbuchse ein.

Etwas zwischen den Stühlen sitzt das 4a 5G: Es ist mit gleichem SoC und Kamera-Setup wie das teurere Pixel 5 ausgestattet, lässt sich aber nicht drahtlos laden und ist mit seinem Plastikgehäuse anders als das 5er nicht wasserdicht. Die guten Laufzeiten hat es mit dem Pixel 5 gemein, das größere Display ist den Geschwistern voraus. (spo@ct.de) 

Google Pixel 5 und Pixel 4a XL

Modell	Pixel 5	Pixel 4a 5G
Hersteller / Farben, Varianten	Google / Schwarz, Grün	Google / Schwarz
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Oktober 2020	Android 11 / Oktober 2020
Display / Auflösung / Leuchtdichte	6"-OLED / 2340 × 1080 Pixel / 1,9 ... 766 cd/m²	6,2"-OLED / 2340 × 1080 Pixel / 1,8 ... 766 cd/m²
Kamera		
Hauptkamera	12,2 MP (4032 × 3024), f/1,7, mit OIS, 77 Grad	12,2 MP (4032 × 3024), f/1,7, mit OIS, 77 Grad
Weitwinkelkamera	12,2 MP (4032 × 3024), f/2,2, ohne OIS, 107 Grad	12,2 MP (4032 × 3024), f/2,2, ohne OIS, 107 Grad
Frontkamera	8 MP (3264 × 2448), f/2, ohne OIS, 83 Grad	8 MP (3264 × 2448), f/2, ohne OIS, 83 Grad
Ausstattung		
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 765G / 1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Adreno 620	Qualcomm Snapdragon 765G / 1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Adreno 620
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	8 GByte / 128 GByte (114 GByte) / –	6 GByte / 128 GByte (114 GByte) / –
LTE (Band 1/3/7/8/20/28/32) / SIM / Dual-SIM / SAR-Wert ²	✓ / ✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓) / nanoSIM / – / 1,39 W/kg	✓ / ✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓) / nanoSIM / – / 1,4 W/kg
WLAN (Antennen) ¹ / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.1, OTG, DP / –	USB-C 3.1, OTG, DP / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	4080 mAh / 1,5 h mit mitgeliefertem Netzteil / ✓	3885 mAh / 2,1 h mit mitgeliefertem Netzteil / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	14,5 cm × 7 cm × 0,9 cm / 151 g / ✓ (IP68)	15,4 cm × 7,4 cm × 0,9 cm / 171 g / –
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	19 h lokales Video / 13,2 h 3D-Spiel / 19,3 h Videostream	18,1 h lokales Video / 13,4 h 3D-Spiel / 21,1 h Videostream
Coremark Single / Multi / 3DMark Sling Shot Extreme	16030 / 66934 / 2290	12094 / 56029 / 2346
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	2698, 6133 / 592, 1575	2684, 6032 / 590, 1591
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	12 fps, 12 fps / 28 fps, 31 fps / 20 fps, 22 fps	11 fps, 12 fps / 28 fps, 31 fps / 20 fps, 22 fps
Straßenpreis	615 €	490 €

¹ Wi-Fi 4 = IEEE 802.11n (5 GHz optional), Wi-Fi 5 = 11ac (mit 5 GHz), Wi-Fi 6 = 11ax (mit 5 GHz)

² Herstellerangabe



Aufpoliert

Apple iPad 8 und iPad Air 4

Zwei neue Apple-Tablets: Während das iPad 8 preisbewusste Käufer anspricht, macht das iPad Air 4 sogar den Pro-Modellen Konkurrenz.

Von Johannes Schuster

Apple hat die Consumer-Tablets unterhalb der Pro-iPads aufgefrischt: Das iPad 8 löst das einfache iPad 7 ab, während das iPad Air 4 als Nachfolger des Air 3 mit einigen Funktionen bereits in den Pro-Bereich hineinreicht. Die beiden iPad Pro hatte Apple im März 2020 aktualisiert [1]. Das iPad mini 5 bleibt vorerst unverändert.

Das iPad 8 besitzt mit einer Höhe von knapp 25,1 Zentimetern und einer Dicke von 7,5 Millimetern die gleiche Größe wie der Vorgänger. Es wiegt lediglich wenige Gramm mehr. Beim iPad Air 4 hat sich Apple von den rundlichen Formen des Vorgängers verabschiedet und setzt nun auf einen kantigen Edelstahlrahmen. Es ist bei gleicher Dicke etwas flacher als vorher,

allerdings geringfügig breiter. An der Unterseite hat eine USB-C-Buchse den Lightning-Anschluss abgelöst. Beim Air 4 steht die hintere Kamera nun aus dem Gehäuse heraus, sodass es abgelegt kippelt, wenn man kein Cover verwendet. Eine Kopfhörerbuchse besitzt außer dem iPad mini 5 nur noch das iPad 8.

Displays

Das iPad 8 bringt ein unverändertes Display mit 10,2 Zoll Diagonale mit und spiegelt wegen eines doppelt lichtbrechenden Luftspalts zwischen Glossy-Panel und Vortsatzscheibe deutlich sichtbar Umgebungslicht. Es zeigt 2160×1620 Pixel und eine gemessene Helligkeit von 426 (statt zuvor 443) cd/m^2 . Der Farbraum entspricht weiterhin sRGB.

Beim iPad Air laminiert Apple die entspiegelte Scheibe auf das Panel, sodass es weniger Licht reflektiert. Gegenüber dem Air 3 (2224×1668 Pixel) hat sich die Zahl der Bildpunkte auf 2360×1640 leicht erhöht und das Seitenverhältnis geändert. Geblieben sind der DCI-P3-Farbraum, die True-Tone-Weißanpassung und die Helligkeit (460 zu 458 cd/m^2). Beide Modelle stellen 60 Hertz dar, die höhere Bild-

wiederholrate von bis zu 120 Hertz bleibt den Pro-Modellen vorbehalten.

Das Display des iPad Air 4 reicht wesentlich weiter an den Rand heran als früher, sodass kein Platz mehr für den Home-Button bleibt. Der Fingerabdrucksensor Touch ID wanderte deshalb erstmals bei Apple in den Einschaltknopf an der Oberseite. Da er deutlich schmaler und schlechter einzusehen ist als der zentrale Sensor, funktionierte das Entsperren des Tablets im Test nicht immer auf Anhieb. Zum Teil wurde der Finger auch vom Smart Cover behindert.

Pencil 1 und 2

Das iPad 8 unterstützt weiterhin die Stifteingabe mit Apples Pencil der ersten Generation (100 Euro Aufpreis), der über die Lightning-Buchse aufgeladen und gekoppelt wird. Alternativ lässt sich Logitechs Stift Crayon (70 Euro) einsetzen, der allerdings nicht drucksensitiv arbeitet. Dies galt auch für das iPad Air 3.

Das iPad Air 4 hingegen ist kompatibel mit dem praktischeren Pencil 2 (132 Euro). Der seitlich abgeflachte Stift haftet magnetisch an der Seite, wo er per Induktion aufgeladen wird und so immer einsatzbereit ist. Außerdem kann man beim Pencil 2 per Doppeltipp zwischen zwei wählbaren Kernfunktionen hin und her wechseln. Das reine Schreiben und Zeichnen funktionierte mit beiden Stiften etwa gleich gut.

Das vom iPad 7 übernommene 180 Euro teure Smart Keyboard für das iPad 8 schützt zusammengeklappt das Display – aber nicht die Rückseite. Aufgeklappt hält es das iPad durch Magnete in Position. Die

Tastenkappen sind etwa 6,5 Millimeter schmäler als bei einer gewöhnlichen Tastatur, die Abstände von einem Tastenmittelpunkt zum nächsten aber nur 1 Millimeter geringer (18,5 statt 19,5). Deshalb eignet sich die Folientastatur nach etwas Eingewöhnung gerade noch zum Blind-Tippen.

Für das iPad Air 4 bietet Apple zusätzlich noch das Magic Keyboard mit Trackpad vom iPad Pro für 330 Euro an, welches das Tablet einen Fingerbreit über dem Grund magnetisch festhält. Damit das Ganze nicht umfällt, schwebt das iPad aber nah über den Zahlentasten, was stören kann. Die Kappen haben übliche Größen und nur geringfügig kleinere Abstände als Mac-Tastaturen.

Beide iPad-Tastaturen ziehen den Strom über den Smart Connector, der auch die Signale übermittelt. Bluetooth und eigenen Akku brauchen sie nicht. Funktions- und Escape-Tasten fehlen.

Enkeltrick

Bei beiden Testgeräten überspringt das SoC (System on a Chip) eine Prozessorgeneration. Wie in iPad mini 5, iPhone XS/XR und iPad Air 3 arbeitet im iPad 8 ein sechskerniger Apple A12 Bionic. Beim iPad 7 war es noch ein A10 Fusion mit zwei Kernen. Sowohl in Rechen- als auch in Grafik-Benchmarks verdoppelt sich die Leistung fast. Damit ist es auch für anspruchsvollere Spiele und 3D-Apps schnell genug. Für einige Titel könnte allerdings der Arbeitsspeicher mit 3 GByte schon knapp werden.

Das iPad Air wechselt ebenfalls zum Prozessorenkel: vom A12 Bionic zum A14 Bionic. Das ist der gleiche Prozessor in 5-Nanometer-Bauweise wie im iPhone 12, mit ebenfalls sechs Kernen und 4 GByte RAM. Der A14 ist zwar der modernste Prozessor bei Apple, aber nicht der schnellste, denn die achtkernigen A12X- und A12Z-SoCs der iPad Pro aus 2018 und 2020 leisten bei Aufgaben, die sich auf mehrere Kerne verteilen lassen, noch etwas mehr.



Das iPad Air (rechts) hat nun einen kantigen Edelstahlrahmen, das iPad 8 bleibt rundlicher.

Die Prozessoren beider Kandidaten funktionieren nach dem Big-Little-Prinzip: Vier CPU-Kerne arbeiten besonders energiesparend, zwei besonders schnell. Bei starker Beanspruchung laufen alle sechs gleichzeitig. In beiden SoCs stecken auch je vier Grafikkerne für die 3D-Beschleunigung. Von der jeweils eingebauten neuronalen Engine (Bionic) profitieren zum Beispiel KI-Anwendungen und AR-Apps. Beim iPad 8 hat sie acht Kerne, beim Air 4 16.

Beim iPad 8 bleibt die Kapazität des fest eingebauten Lithium-Polymer-Akkus bei 32,4 Wattstunden, wie sie schon das iPad 7 hatte. Die Laufzeiten veränderten sich deshalb im Mittel wenig. Beim iPad Air reduzierte Apple jedoch die Akkukapazität von 30,2 auf 28,6 Wh. Bei unseren Messungen verschlechterten sich die Laufzeiten beim Videoschauen von 11,7 auf 9,3 Stunden und beim Autorennspiel Asphalt 8 von 9,2 auf 7,9 Stunden. Für einen normalen Arbeitstag dürfte das noch reichen, aber bei intensiver Beanspruchung in der Familie muss das iPad Air zwischendurch an die Steckdose. Im Unterschied zu den jüngst vorgestellten iPhones liegt den iPads noch ein Netzteil bei. Damit ist das iPad 8 in 3:49 Stunden voll. Das iPad Air 4 benötigte 2:58 Stunden.

Mäßige Fotos, mäßige Videos

Die Hauptkamera auf der Rückseite des iPad 8 besitzt lediglich einen 8-Megapixel-Sensor, wie die im iPad 7. Dementsprechend wenig Details sind auf den Fotos zu sehen. Hinzu kommt starkes Rauschen bei ansonsten schönen Farben. Bei Dunkelheit bleiben weite Teile des Bildes schwarz, wo das menschliche Auge oder moderne

iPhones noch viel erkennen. Einen Blitz oder ein zweites Objektiv gibt es nicht.

Die Fotos vom iPad Air 4 zeigen zwar dank des 12-Megapixel-Sensors (vorher 8 MP) feinere Details, leiden aber auch unter Farbraschen. Bei Dunkelheit im Labor zeigt die Kamera etwas mehr, aber einige Bereiche saufen trotzdem völlig ab. Auch hier fehlt eine Fotoleuchte. Selbst das iPhone 6 macht bessere Bilder.

Videos nimmt das iPad 8 weiterhin maximal mit 1080p-Auflösung auf, aber nur mit 30 Bildern pro Sekunde. Die aktuellen iPad-Pro-Modelle und iPhones erreichen demgegenüber eine 4K-Auflösung mit 60 fps. Bei schnellen Schwenks kam es zu Unschärfen oder Richtung Himmel zur Überbelichtung während der ersten Sekunde. Bei wenig Licht gelangten auch wenige Details auf die Aufnahmen.

Das iPad Air 4 hat gegenüber dem Air 3 beim Video enorm zugelegt und schafft statt maximal 1080p mit 30 fps nun 4K mit 60 fps. Der Sensor ist zwar nicht ganz so lichtschwach wie beim iPad 8, aber es empfiehlt sich trotzdem, bei Tageslicht zu filmen. Bei 4K mit 60 fps traten bei Schwenks kleinere Unschärfen und Belichtungsfehler (Himmel) auf. Bessere Qualität lieferte Full-HD.

Die frontseitige FaceTime-Kamera des iPad 8 fertigte mäßig scharfe Fotos mit 1,2 Megapixeln an und zeichnete Videos lediglich mit 720p bei 30 fps auf. Für Standbilder steht ihr bei Bedarf das hell aufleuchtende Display (Retina Flash) zur Seite. Für gute Selfies und zeitgemäße Videokonferenzen reicht das nicht aus und stellt einen wesentlichen Schwachpunkt des Billig-iPad dar.

Benchmarks und Laufzeiten

	Geekbench 4		3DMark Ice Storm Unlimited			GFX Bench Metal	Browser	Akkulaufzeiten		
	Multi-Core Score [Punkte]	Single-Core Score [Punkte]	Overall [Punkte]	Graphics [Punkte]	Physics [Punkte]	1080p Manhattan Offscreen [fps]	JetStream 1.1 [Punkte]	Surfen [h]	Video [h]	3D-Spiel [h]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
iPad 7	6053	3559	38351	65894	15571	61,9	175,19	11,6	10,5	7,7
iPad 8	11229	4791	80419	175557	27762	134,8	241,18	11,2	11,0	8,4
iPad Air 3	11627	4819	77553	160000	27663	148,7	263,82	11,9	11,7	9,2
iPad Air 4	17194	6647	104385	203476	38598	200,5	369,41	9,8	9,3	7,9
iPad Pro 11"	18009	5007	110239	218676	40299	- Fehler	273,48	14,0	11,4	9,4

Der Frontsensor des iPad Air 4 besitzt hingegen eine ausreichende Auflösung von 7 Megapixeln und kann nun 1080p-Videos mit 60 statt 30 Bildern pro Sekunde aufzeichnen. Das reicht für annehmbare Selfies und Webcam-Konferenzen. Bei beiden Geräten stört es weiterhin, dass im Querformat – also zum Beispiel an der Tastatur – die Kamera seitlich sitzt. Das hinterlässt bei Videochats einen merkwürdigen Eindruck. Die beiden Lautsprecher an der Unterseite des iPad 8 hörten sich im Test recht angenehm an. Bei iPad Air 4 gibt es ebenfalls zwei Lautsprecher, die aber auf oben und unten verteilt sind, sodass man im Querformat einen besseren Stereo-Effekt hört.

Das iPad 8 arbeitet noch mit Wi-Fi 5, das iPad Air 4 bereits mit Wi-Fi 6. Die maximale Bruttogeswindigkeit liegt so bei 866 respektive 1200 MBit/s. Netto steigerte sich der Durchsatz des iPad Air 4 im Nahbereich bei unseren Messungen auf 743 MBit/s an einer FritzBox mit Wi-Fi 6 gegenüber einer mit Wi-Fi 5 (556 MBit/s).

Beide iPads beherrschen in der Mobilfunkvariante Gigabit-LTE und GPS. Die dort jeweils integrierte eSIM bietet neben der steckbaren Nano-SIM noch eine zweite Mobilfunkoption zur wechselweisen Verwendung. Auf außereuropäischen Reisen lässt sich so mit wenig Aufwand ein halbwegs günstiger Internetzugang herstellen. Da man mit dem iPad nicht via Mobilfunk telefonieren kann, handelt es sich aber nicht um eine vollwertige Dual-SIM-Funktion.

Fazit

Das iPad 8 hat gegenüber seinem Vorgänger einen erheblich schnelleren Prozessor, der erstmals in einem einfachen iPad (ohne Air, Pro oder mini) eine neuronale Engine für KI-Anwendungen mitbringt. Obwohl der A12 Bionic bereits zwei Jahre auf dem Buckel hat, bietet er für die allermeisten Anwendungen genügend Power. Bei einem unveränderten Preis von rund 370 Euro ist das iPad 8 das Apple-Tablet mit der besten Leistung fürs Geld und die Empfehlung für alle Einsteiger. Dank Unterstützung für Pencil 1 und Smart Keyboard taugt es für die meisten Einsätze.

Das fast 300 Euro teurere iPad Air 4 bringt in der Grundausstattung unter anderem doppelt so viel Speicher wie das iPad 8 (64 statt 32 GByte), einen A14- statt einem A12-Prozessor, mehr RAM, einen größeren und entspiegelten Bildschirm und bessere Kameras mit. Hier geht Apple den Weg in Richtung Profi-Lager und macht sich selbst Konkurrenz: Gegenüber

dem iPad Pro 11" muss man nur wenig Abstriche machen und etwa auf Face ID, 120-Hertz-Display und vierfache Lautsprecher verzichten.

Trotz kürzerer Laufzeiten ist der Aufpreis für das iPad Air 4 im Vergleich zum iPad Air 3 gerechtfertigt. Die mindestens 84 Euro Preisunterschied sind die neuen Features wie der aktuelle A14-Chip, 12-MP-Kamera, USB-C, 20-Watt-Netzteil sowie Pencil-2- und Magic-Keyboards-Unterstützung auf jeden Fall wert. (rbr@ct.de) **ct**

Dieser Artikel erscheint auch in Mac & i 6/2020.

Literatur

- [1] Johannes Schuster, Ein Hauch Neues, Apple iPad Pro 11" & iPad Pro 12,9", c't 10/2020, S. 70



Ungewohnt: Beim iPad Air sitzt der Fingerabdruckscanner im Einschalter.

Die neuen iPads

Modell	Apple iPad 8	Apple iPad Air 4
Hersteller	Apple, www.apple.de	Apple, www.apple.de
Betriebssystem bei Erscheinen	iOS 14	iOS 14
Farben	Silber, Gold, Space Grau	Silber, Rosegold, Space Grau, Grün, Sky Blau
Ausstattung		
Prozessor / Kerne / Takt	Apple A12 Bionic (64 Bit, M10 und Neural Engine integriert) / 6 (2+4) / 2,48 GHz	Apple A14 Bionic (64 Bit, M14 und Neural Engine integriert) / 6 (2+4) / 2,5 GHz
Arbeitsspeicher	3 GByte	4 GByte
Flashspeicher (Modelle)	32 / 128 GByte	64 / 256 GByte
WLAN / 5 GHz / max. Durchsatz	Wi-Fi 5 / ✓ / 867 MBit/s brutto	Wi-Fi 6 / ✓ / 1200 MBit/s brutto
LTE (beim LTE-Modell)	Gigabit-LTE	Gigabit-LTE
Bluetooth / GPS	4.2 / A-GPS (nur LTE-Modell)	5.0 / GPS und Glonass (nur LTE-Modell)
SIM	Nano-SIM, eSIM (nur LTE-Modell)	Nano-SIM, eSIM (nur LTE-Modell)
Akku / Kapazität	Lithium-Polymer / 32,4 Wh	Lithium-Polymer / 28,6 Wh
Abmessungen (H × B × T)	250,6 mm × 174,1 mm × 7,5 mm	248 mm × 179 mm × 6,1 mm
Gewicht	495/490 g (ohne LTE)	460/458 g (ohne LTE)
Anschlüsse	Lightning, Kopfhörer, Smart Connector	USB-C, Kopfhörer, Smart Connector
Audio intern	Stereo-Lautsprecher, 2 Mikrofone	Stereo-Lautsprecher, 2 Mikrofone
Kamera		
Kamera-Auflösung Foto / Video	8 MPixel / 1080p bei 30 fps (automatische Bildstabilisierung)	12 MPixel / 4K bei 60 fps (automatische Bildstabilisierung)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Frontkamera-Auflösung Foto / Video	1,2 MPixel / 720p bei 30 fps	7 MPixel / 1080p bei 60 fps
Sensoren	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht
Display		
Technik / Diagonale	LCD (IPS) / 10,2 Zoll (25,91 cm)	IPS, Antireflex / 10,9 Zoll (27,69 cm), True Tone
max. Helligkeit / gemessener Farbraum	426 cd/m² / sRGB	460 cd/m² / DCI-P3
Auflösung	2160 × 1620 Pixel bei 264 dpi (Retina)	2360 × 1640 Pixel bei 264 dpi (Retina)
Stifteingabe/Keyboard	Apple Pencil 1 / Smart	Apple Pencil 2 / Magic oder Smart
Bewertungen		
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung / Display	○ / ○	⊕⊕ / ⊕
Laufzeit	⊕	⊕
Kamera Fotos / Video	○ / ⊖	⊕ / ⊕
Preise	370 / 506 € (32 GByte / mit LTE) und 467 / 604 € (128 GByte / mit LTE)	633 / 769 € (64 GByte / mit LTE) und 799 / 935 € (256 GByte / mit LTE)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden		

Die Entwicklerkonferenz von Mac & i

2. Dezember 2020

AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

- Status und SwiftUI – so geht es | [Thomas Sillmann](#)
- SwiftUI in Production:
Von Architektur bis ZStack | [Daniel Peter](#)
- Clean Architecture mit SwiftUI | [Marco Feltmann](#)
- Einführung in App Clips | [Gero Gerber](#)
- Accessibility First | [Nelli Hergenröther](#)
- Kombination modaler Präsentationsstile zum
Aufbau komplexer Layouts (UIKit) | [Thorsten Stark](#)
- AppleOS von ganz unten | [Alexander von Below](#)
- Porting iOS app to macOS using Catalyst | [Jan Kaltoun](#)
- Der SDL für die Westentasche
[Klaus Rodewig](#), [Sven Faßbender](#)
- Spaß mit GPS | [Dominik Hauser](#)
- Xcode / LLDB Debugging | [Andreas Oetjen](#)
- Visuelle Gestaltung von AR | [Peter Kolski](#)
- AR: Fantastische Energie – und wo sie zu finden ist
[Björn Lindner](#)

AUSSERDEM: Mac & i-Workshops für Entwickler

24./25. November: Plattformübergreifend programmieren mit Flutter | [Klaus Rodewig](#)

30. November: SwiftUI von A bis Z | [Thomas Sillmann](#) (im Kombiticket heise MacDev)

Vollständiges Programm und Tickets unter:

www.heise-macdev.de

Veranstalter



Newcomer mit ruhiger Hand

Vivo X51 5G mit neuartigem Bildstabilisator

Das Vivo X51 5G ist das erste Smartphone des chinesischen Unternehmens für den deutschen Markt. Seine innovative Kamera lohnt einen zweiten Blick.

Von Steffen Herget

Das X51 bringt eine Kamera mit, die es so bei Smartphones noch nicht gab. Ein Gimbal ist für gewöhnlich ein externer Stabilisator, in den man eine Kamera oder ein Smartphone einsetzt, um ruhigere Schwenks und unwackelnde Videos aufzunehmen. Vivo geht einen anderen Weg und baut den Gimbal direkt in die Hauptkamera des X51 ein. Dort findet er Verwendung als mecha-

nischer Bildstabilisator für Videos und Fotos gleichermaßen. Clevere Idee, auch wenn die Bezeichnung „Gimbal“ hier vielleicht ein bisschen hoch gegriffen ist. Die Wege, die der Stabilisator ausgleichen kann, sind zwar länger als bei einem gängigen optischen Bildstabilisator für Smartphones – Vivo verspricht eine Steigerung um das Dreifache –, reichen aber an einen echten Gimbal bei Weitem nicht heran. Auch kann man die Kamera nicht wie bei einem echten Gimbal manuell über einen Vierwegeschalter schwenken. Imposant ist es trotzdem zu sehen, wie sich die Linse unter dem Deckglas nach oben, unten, links und rechts bewegt, wenn man den Stabilisator über die Kamera-App kalibriert.

Bei Videos, die das X51 mit bis zu 4K-Auflösung und 60 fps aufzeichnet, sorgt der Gimbal tatsächlich für ruhigere Aufnahmen. Weil der Stabilisator Bewegungen ausgleicht, werden Kamera-

schwenks allerdings leicht verzögert umgesetzt, daran muss man sich gewöhnen. Das ist bei gängigen Bildstabilisatoren in Smartphones in der Regel nicht zu beobachten oder zumindest nicht so ausgeprägt. Die Möglichkeit, Personen oder Tiere auch in Bewegung automatisch im Fokus zu halten, ist in vielen Situationen praktisch und funktioniert ordentlich.

Die Hauptkamera schießt sehr ansehnliche Fotos mit natürlichen Farben, hohem Detailreichtum und ausgewogener Belichtung. Der Nachtmodus arbeitet zuverlässig, die Fotos bei schlechten Lichtbedingungen profitieren von der aufwendigen Stabilisierung. Auffällig allerdings: Egal ob 1100 oder 0,5 Lux im Testlabor, alle Fotos aus der Hauptkamera waren bei unserem Exemplar in der oberen linken Ecke unscharf. Das stört je nach Motiv im Alltag mal mehr, mal weniger, ist jedoch ungewöhnlich. Fraglich, ob es sich um ein Serienproblem handelt.

Das Ultraweitwinkelobjektiv des X51 tendiert bei guten Lichtbedingungen zum Überbelichten, bei schlechteren Bedingungen unterhalb von 20 Lux ist es im Testlabor ebenso überfordert wie im Alltag – Bildrauschen und verwaschene Details stören den Gesamteindruck. An den Rändern verzerrt die Linse im Stile eines Fischaugenobjektivs, die Software gleicht das nicht immer aus. Das Fünffach-Zoom-Objektiv wird ausschließlich im Pro-Modus angesprochen. Die zusätzliche Porträtkamera mit 50 Millimeter Brennweite ist ein nettes Extra, aber nicht wirklich nötig. Die Selfiekamera liefert sehr ansehnliche Selbstporträts ab, wenn man den Beauty-Filter ausschaltet.

Genug Power ohne High-End-Chip

Im X51 steckt der Snapdragon 765G von Qualcomm. Der Octa-Core-Chip ist derzeit wegen der Kombination aus guter Rechen- und Grafikleistung sowie moderatem Stromverbrauch bei vielen Herstellern beliebt und verrichtet in zahlreichen Smartphones weitestgehend problemlos seinen Dienst. Beim X51 ist das nicht anders: Es reagiert im Alltag flüssig und jederzeit schnell genug, einen echten High-End-Prozessor wie den Snapdragon 865 haben wir im Test nicht vermisst.

Das ist auch in den Benchmarks klar und deutlich zu sehen. Die Resultate liegen allesamt im zu erwartenden Rahmen, bleiben aber hinter denen von High-End-Smartphones zurück.

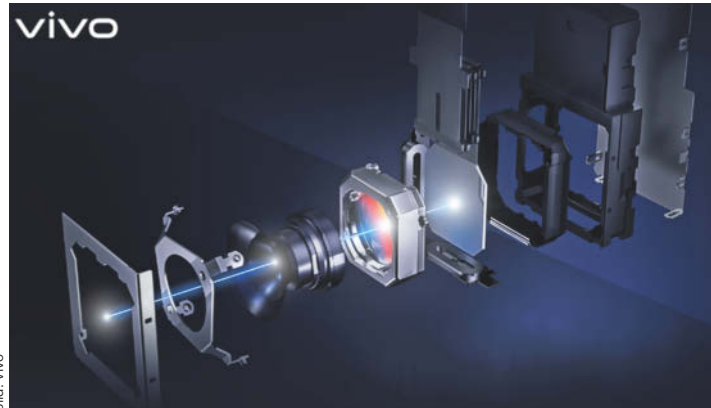
Das X51 verfügt über ein OLED-Display, das mit 6,56 Zoll in der Diagonale ziemlich groß geraten ist. Die dünnen Ränder und die leicht gebogenen Längsseiten sorgen dafür, dass das Smartphone trotzdem einigermaßen handlich bleibt und sich in den meisten Situationen gut mit einer Hand bedienen lässt. Die maximale Helligkeit haben wir mit 499 cd/m² gemessen, das ist nicht besonders viel, reicht aber in der Regel aus. Die Farbdarstellung ist gefällig, in der Standardeinstellung ist die Sättigung hoch, aber nicht übertrieben. Vivo bietet in den Einstellungen drei Optionen dafür an: Standard, Normal und Hell. Die Farbtemperatur lässt sich stufenlos anpassen. Bei der Bildwiederholrate lässt Vivo die Wahl zwischen 60 und 90 Hertz oder einer Automatik, die je nach Inhalt entscheidet und die Frequenz selbstständig umschaltet.

Mit dem 4315 mAh starken Akku erreicht das X51 im Test sehr gute Laufzeiten. Über 21 Stunden Videoplayback auf YouTube ist ein ausgezeichnete Wert, den nur wenige Smartphones schaffen. Die Schnellladung mit 33 Watt bringt den Akku in knapp einer Stunde von 0 auf 100, ist jedoch recht zickig, was das verwendete Kabel angeht. Mit einem anderen USB-Kabel als dem mitgelieferten kann es auch mal doppelt so lange dauern. Drahtloses Aufladen unterstützt das Smartphone nicht.

Vivo liefert das X51 mit Android 10 und der eigenen Oberfläche FunTouch OS aus. Die bleibt optisch nah am Original-Android und verzichtet weitgehend auf Sonderfunktionen. Eine automatische Benachrichtigung über ein verfügbares System-Update bekamen wir im Test nicht, die entsprechende Funktion in den Systemeinstellungen musste manuell ausgewählt werden. Der Sicherheits-Patch stammte zunächst noch von Juli 2020, das erste Update hebt ihn dann immerhin auf den Stand von September.

Fazit

Der Preis von 799 Euro erscheint für das X51 5G ein wenig zu hoch gegriffen, vor allem für einen neu auf den Markt drängenden Hersteller ohne bekannten Namen. Das OnePlus 8T oder das Samsung Galaxy S20 FE sind günstigere und auf dem Papier besser ausgestattete Alternativen, abgesehen von der Gimbal-Kamera. Immerhin punktet Vivo beim Lieferumfang und legt neben Schnellladegerät und Kabel noch ein Headset, USB-auf-



Die Gimbal-Kamera im X51 ist ein technisch aufwendiges Bauteil. In der Praxis hilft der Stabilisator nicht nur bei Videos.

Klinke-Adapter und eine transparente Schutzhülle mit in den Karton.

Dennoch kann sich das Gesamtpaket des X51 5G sehen lassen. Die Verarbeitung ist hervorragend, das Design modern und die Performance reicht für flüssige Bedienung. Die Speicherausstattung passt, und

mit 5G ist das Gerät zukunftssicher. Bei den Android-Updates muss sich zeigen, wie zuverlässig Vivo liefert. Der neuartige Gimbal in der Hauptkamera kann zwar keine Wunder vollbringen, hilft aber sowohl bei Videos als auch bei Fotos und ermöglicht gute Ergebnisse. (sht@ct.de) **ct**

Vivo X51 5G

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Patchlevel	Android 10 / September 2020
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 765G, (1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz,) / Qualcomm Adreno 620
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	8 GByte / 256 GByte (242 GByte) / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass	Wi-Fi 6 (4) / 5.1 / ✓ / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓
5G (Bänder) / LTE / SAR-Wert (Head, EU)	✓ (n1, n28, n77, n78) / ✓ / 1,205 W/kg
SIM / Dual / eSIM	nanoSIM / ✓ / –
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss	✓ (im Display) / –
USB-Anschluss / OTG	USB-C (2.0) / ✓
Akku / drahtlos ladbar	4315 mAh / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,8 cm × 7,3 cm × 1 cm / 185 g / IP53
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	48 MP (8000 × 6000) / f/1,6 / ✓
Telekamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP (3264 × 2448) / f/3,4, –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / –
Porträtkamera Auflösung / Blende / OIS	13 MP (4160 × 3120) / f/2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende	32 MP (6528 × 4896) / f/2,45
Display	
Diagonale / Technik	6,5 Zoll / OLED
Auflösung (Pixel/dichte) / Helligkeitsregelbereich	2376 × 1080 Pixel (400 dpi) / 2,2 ... 499 cd/m ²
Benchmarks und Laufzeiten	
Coremark Single-/Multicore	16041 / 66600
Geekbench V4 Single-/Multicore	2918 / 7945
Geekbench V5 Single-/Multicore	634 / 1973
GFXBench Car Chase On-/Offscreen	18 fps / 21 fps
GFXBench Manhattan 3.0 On-/Offscreen	47 fps / 54 fps
GFXBench Manhattan 3.1 On-/Offscreen	32 fps / 37 fps
3DMark Sling Shot Extreme	3313
Laufzeit lokales Video / 3D-Spiel 90 Hz / WLAN-Surfen / Stream ¹	17,9 h / 14,5 h / 14,2 h / 21,5 h
Ladezeit für 50 % / 100 %	21 min / 55 min
Bewertung	
Bedienung / Performance	⊕⊕ / ⊕
Ausstattung Software / Hardware	○ / ⊕
Display / Laufzeit / Kamera	○ / ⊕⊕ / ⊕
Preis	800 €

¹ gemessen bei einer Helligkeit von 200 cd/m²

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

Zahlen für die Gesundheit

Fitnessuhr Fitbit Sense im Test



Man konnte damit rechnen, dass eine neue Fitnessuhr mit ganz neuen Messmöglichkeiten aufwartet. Fitbit macht seinen Kunden aber darüber hinaus seinen Premiumdienst schmackhaft.

Von Michael Link

Es wurde langsam Zeit für einen Nachfolger für die schon etwas betagte Fitbit Ionic und die Versa 2. Die Fitbit Sense deutet in vielerlei Hinsicht Änderungen im Fitbit-Universum an. Die Uhr selbst bleibt zwar der wichtigste Sammler für Körperdaten, mehr Gewicht legt der im vorigen Jahr von Google gekaufte Konzern aber auf die Auswertung – von der Google nach eigenem Bekunden nicht profitieren will. Die Interpretation der Fitnessdaten gliedert sich bei der Sense in zwei Teile: einen kostenlosen, der die wichtigsten Grunddaten abdeckt, sowie das aufpreispflichtige Fitbit Premium, das zudem eine weit gespannte Ratgeberkomponente enthält.

Der Schritt zu mehr Ratschlägen auf Basis konkreter Daten klingt plausibel: Viele Plattformen sondern lediglich platte Anfeuerungen zu mehr Aktivität ab und motzen sogar dann über ein nicht erreichtes Schrittziel, wenn man gerade eine schweißtreibende 80-km-Radtour absolviert hat.

Die Fitbit Sense zielt weniger auf Sportdatensammler denn auf Leute, die ihr Wohlbefinden im Auge haben und dazu auch Gesundheitsdaten auswerten wollen. Die Uhr wartet dafür mit einer Phalanx von sensorischen Messungen auf, die andere Hersteller teilweise nicht bieten: Darunter sind beispielsweise ein elektrodermaler Hautscan, der Aufschluss über den

Stresslevel des Trägers liefern soll, sowie die Möglichkeit, ein EKG zur Erkennung etwa eines Vorhofflimmerns zu erstellen. Die App erstellt sogar ein PDF mit Gesundheitsdaten und eines mit dem EKG-Verlauf für den Arztbesuch.

Zierliches Kästchen

Die Fitbit Sense wiegt nur 45 Gramm und ist mit ihrem Alugehäuse mit rund vier Zentimetern Kantenlänge und 12,4 Millimeter Dicke fast zierlich zu nennen. Das mitgelieferte Armband ähnelt dem Sportband der Apple Watch, ist aber weitaus störrischer in der Handhabung und wurde im Test schnell durch das geschmeidigere Sportband ersetzt. Die Sense ist bis in 50 Meter Tiefe wasserdicht und erfasst auch Schwimmaktivitäten, allerdings ohne Pulsmessung.

Der chromglänzende Rahmen dient als Kontaktfläche für einige der sensorischen Messungen, etwa den Hautscan und das Elektrokardiogramm zur Erkennung von Vorhofflimmern. Das AMOLED-Touchdisplay leuchtet tapfer und ausreichend hell gegen etwaiges Sonnenlicht an. Es lässt sich durch Handgelenkdrehung oder auf Knopfdruck aktivieren und auf eine dauerhafte, aber stromfressende Uhrzeitanzeige umstellen. Mit 336 mal 336 Bildpunkten löst das Display Details fein auf, was die Entwickler dazu verleitet hat, sehr viel kleine Schrift für Kurzaus-

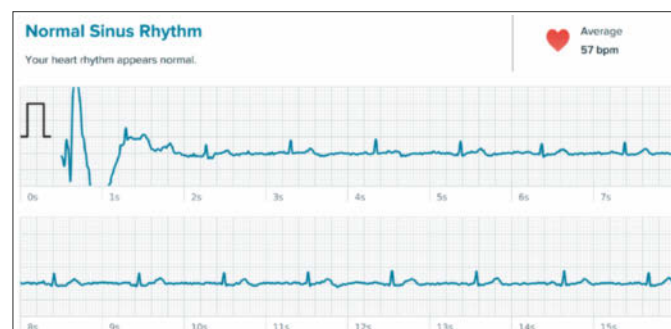
wertungen draufzupacken. Auswertungen gibt es aber auch ausführlicher und besser lesbar in der obligatorischen Fitbit-App beziehungsweise im Webportal.

Bedient wird die Uhr durch Wischgesten sowie durch Druck auf eine Kerbe, die seitlich unter dem oberen Gehäuserand versteckt ist – wie beim Fitnessband Charge 3. Hierüber sind favorisierte Funktionen und das Menü zu erreichen. Da Tastendrucke per Vibrationsmotor taktil zurückgemeldet werden, gewöhnt man sich daran.

Einige Kommandos lassen sich mit dem Sprachassistenten Alexa geben, falls die Uhr mit der Fitbit-App verbunden ist. Das nötige Mikrofon ist eingebaut, Antworten auf Fragen landen auf dem Zifferblatt. Die Fitnessfunktionen sind damit aber nicht zu steuern – kein Problem, denn zum Start der Fernbedienung muss man ohnehin ins Menü. Als Update angekündigt ist die Steuerung durch Google Assistant.

Zahlen, die Stress bedeuten

Der in der Sense neu eingeführte EDA-Scan – die Abkürzung steht für Electro Dermal Activity – soll Auskunft über den Stresspegel des Trägers geben. Die Schnellmessung dauert zwei Minuten und Sensoren messen dabei den Hautwiderstand, der sich je nach Schweißproduktion verändert. Zusätzlich kann man angeben, wie gestresst man sich gerade fühlt. Das



Das EKG wird auf Wunsch als PDF zur Vorlage beim Arzt geschickt.

Ergebnis sind EDA-Reaktionen: Je höher der Zahlenwert, desto mehr steht man laut Sense unter Dampf. Zwar wird das Prinzip erklärt, eine konkrete Einordnung der Messwerte fehlt allerdings und das kann manche Träger verunsichern.

Tatsächlich gibt sich Fitbit viel Mühe, die jeweiligen Messungen zu erklären, auch wenn einige Erklärtexte im Web nur in englischer Sprache verfügbar sind. Doch nicht immer kann man etwas mit den Ergebnissen anfangen. Besonders deutlich wird dies bei der Messung der Hauttemperatur. Die misst die Sense nachts beim Schlafen und das Ergebnis zeigt, ob die Hauttemperatur über oder unter dem jeweiligen Normalbereich des Trägers liegt. Im Test wirkten sich schon offene beziehungsweise geschlossene Fenster, dicke oder dünne Decken so stark aus, dass man mit den Ergebnissen eigentlich nichts anfangen kann.

Höherer Puls

Während des Tests gefiel die automatische Interpretation von Bewegungsmustern. So wurden die gelegentlichen Radfahrten zum Verlag richtig erkannt, ebenso längere Spaziergänge. Ein GPS-Track wird wie üblich erst erfasst, wenn man eine Aktivität als Training startet. Hierbei zeigte sich die Sense übernervös und beklagte unter Bäumen und in kurzen Straßenunterführungen häufiger den Verlust des GPS-Empfangs. Die Track-Aufzeichnungen, jeweils mit im Sekundenabstand erfasster Position, zeigten indes keine Unterbrechungen und darüber hinaus einen sehr exakten Verlauf der zurückgelegten Strecke an.

Weniger gut gefiel die Pulsmessung. Bei gemächlichen Aktivitäten lag sie im Vergleich zur Brustgurtmessung noch annähernd auf gleichem Niveau, bei anstrengenderen Workouts differierten die Werte aber um mehr als 20 Schläge pro Minute.

Auch bei der Mutter aller Fitness-tracker-Disziplinen, der Schrittzählung, erwies sich die Sense als etwas zu großzügig. Sie wertete auch fleißiges Gitarrespielen als Schritte, was andere getestete Uhren den Testern als Pfuscherei nicht durchgehen ließ.

Angesichts der Fülle der Sensordaten erscheint die Akkulaufzeit ordentlich. Der Hersteller gibt rund sechs Tage an, im Test erreichten wir ohne GPS-Nutzung, aber mit Benachrichtigungsfunktion und gedimmtem Display vier Tage. Jede Stunde GPS-Nutzung fraß darüber hinaus etwa 15 Prozent Akkukapazität, sodass man die

Uhr danach eher wieder ans magnetisch andockende USB-Ladekabel anschließen muss. Nach anderthalb Stunden ist sie voll aufgeladen.

Unklarer Premiumdienst

Die Sense kommt mit einem halbjährigen Premiumdienst. Damit sind weitere Auswertungen der Daten über einen längeren Zeitraum möglich und die Fitbit-App schaltet strukturierte Anleitungen für sportliche Aktivitäten und Entspannungstechniken frei. Die Anleitungen und Video-Workouts wirken durchweg hochwertig produziert und sind bis auf die englischsprachigen EDA-Sessions deutschsprachig. Stellt man seinen Standort in der Fitbit-App auf die USA um, kann man auch englischsprachige Übungsvideos nutzen, von denen es mehr gibt als deutsche.

Während des Tests – die Fitbit Sense wurde zu diesem Zeitpunkt bereits verkauft – verriet die Fitbit-Website nicht, was der Dienst nach Ablauf der Probierphase kostet. Gegenüber c't nannte die Pressestelle die Preise: 8 Euro pro Monat beziehungsweise 80 Euro pro Jahr.

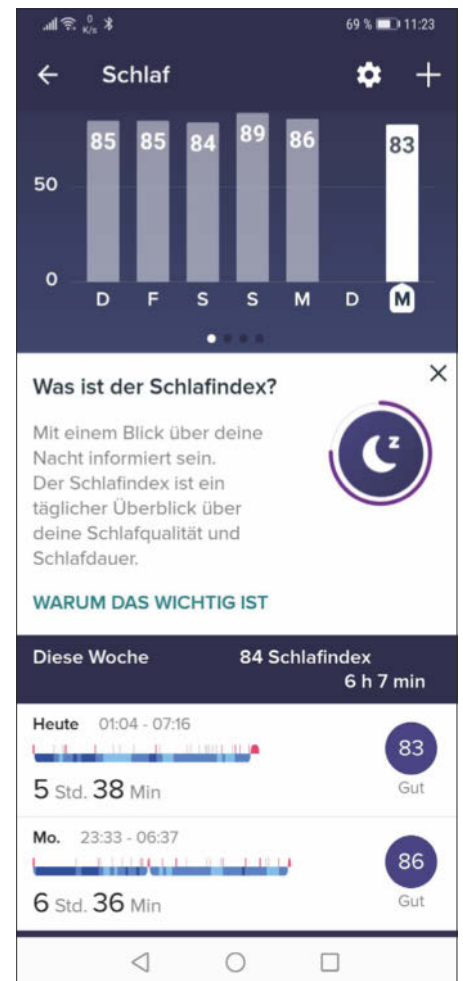
Smarties

Es gibt auch ein Leben abseits der Sorge um die Gesundheit. Dafür bietet die Sense Ähnliches wie andere Fitbit-Geräte, etwa den Bezahldienst Fitbit Pay, den in Deutschland allerdings nur elf Banken unterstützen. MP3-Musik lässt sich per Kabel auf die Uhr übertragen und über Bluetooth-Kopfhörer abspielen; die Sense als Fernsteuerung für die Streamingdienste Spotify und Deezer zu nutzen, ist allerdings bequemer, erfordert aber die Mitnahme des Smartphones. Anrufe und eingetragene Nachrichten meldet die Uhr nicht nur, man kann sie auch gleich per Spracheingabe, vorbereiteter Schnellantwort oder mit einem Emoji beantworten.

Auch Fitbit-OS-Apps sowie Zifferblätter lassen sich über die Fitbit-App auf dem Smartphone an die Uhr funken. Der App-Katalog ist allerdings auch drei Jahre nach Einführung des Betriebssystems im Vergleich zum Angebot für die Apple Watch oder Garmin-Uhren recht dünn und konzentriert sich hauptsächlich auf US-Dienste.

Fazit

Die Fitbit Sense bringt einiges Neues, etwa die EKG-Funktion und die Stressmessung über den Hautwiderstand. Einige dieser Daten sind allerdings für Laien



Der Schlafindex erfasst die Atmung, den Puls und die Bewegung. Wodurch man allerdings Punkte beim Schlafen liegen ließ, erfährt man nicht genau.

ohne die nach halbjähriger Nutzung aufpreispflichtigen Premiumfunktionen kaum interpretierbar. Diese wiederum bieten zahlreiche nützliche Anleitungen für die Verbesserung der Fitness. Weniger gefallen haben uns die ungenaue Pulsmessung, die teils unklare Einordnung der Messergebnisse und der Stromdurst der Uhr im GPS-Modus sowie die etwas träge Bedienung. (mil@ct.de) **ct**

Fitbit Sense

Fitnessuhr	
Hersteller	Fitbit, www.fitbit.com
Sensoren	GPS/Glonass, Gyro, Höhenmesser, Beschleunigung, Umgebungslicht, NFC, Puls, Kombisensor (EKG, Hautwiderstand)
Konnektivität	Bluetooth 5.0, WLAN (802.11 b/g/n 2,4 GHz)
Speicher	4 GByte, speichert 7 Tage Bewegungsdaten und 30 Tagessummen
Preis	329 € (Fitbit Premium: 8 € pro Monat oder 80 € pro Jahr)

Unterhaltungskünstler

Chromecast mit Google TV und Fernbedienung

Googles neuer Chromecast hat nun eine grafische Oberfläche, Apps und eine Fernbedienung.

Von Stefan Porteck

Der neue Chromecast gleicht wieder eher einem Puck als einem Stick, ist im Vergleich zum Vorgänger aber um einige Zentimeter gewachsen. Dank angeflanschem Kabel passt er problemlos in seitliche und versenkte HDMI-Buchsen. Die Stromversorgung übernimmt ein externes USB-Netzteil.

Hier enden bereits die Gemeinsamkeiten mit den vorherigen Modellen. Der neue Chromecast ist kein passiver Stream-Empfänger mehr, der darauf angewiesen ist, dass man die Inhalte am Smartphone oder Tablet auswählt und von dort das Streaming startet. Stattdessen hat Google sich am seit Jahren erfolgreichen Bedienkonzept der FireTV-Geräte von Amazon orientiert: Der neue Chromecast wartet nun mit einer eigenen grafischen Oberfläche auf, über die man mit der mitgelieferten Fernbedienung Filme und Serien abrufen und Apps startet.

Die Oberfläche ähnelt dem bisher bekannten Android TV, das man schon heute auf einigen TV-Geräten vorfindet. Google beschreibt es als neues System und nennt die Plattform Google TV. Das darunterliegende Betriebssystem ist indes weiterhin Android TV. Optisch wirkt die Startseite aufgeräumt und orientiert sich am Look und bewährten Bedienkonzept, das man auch bei der Konkurrenz vorfindet: Beim Start öffnet Google TV den Bereich „Für Dich“ und schlägt in den ersten Zeilen Highlights sowie bei anderen Nutzern beliebte Inhalte vor. In den ebenfalls horizontal scrollbaren Zeilen darunter werden Inhalte verschiedener Genres präsentiert. Bei allen Vorschlägen mixt Google TV munter Filme und Serien. Wer gezielter stöbern möchte, wechselt in der oberen

Reiterleiste auf „Filme“ oder „Serien“. Hier bekommt man im gleichen Aufbau ebenfalls auf mehreren Zeilen Vorschläge mit Inhalten verschiedener Genres.

Obgleich die Bedienlogik den Sticks von Amazon ähnelt, geht das Konzept bei Google TV besser auf, weil sich der eigene Videodienst Play Filme nicht so penetrant in den Vordergrund drängt – im Gegenteil. Statt der Dienste stellt Google TV die Inhalte in den Vordergrund: Beim Stöbern oder der gezielten Suche übersieht man meist den dezenten Hinweis unter dem Vorschaubild, von welchem Streaming-Anbieter die Inhalte überhaupt stammen. Wählt man eine Folge oder einen Film aus, blendet die Detailansicht einen Hinweis für mehrere Wiedergabeoptionen ein, in denen man den gewünschten Dienst auswählt. Hier lohnt es sich genau hinzuschauen: Wer einfach auf Play klickt und den Bezahlhinweis bestätigt, der riskiert für die Wiedergabe bei Dienst A zu bezahlen, obwohl der Inhalt bei Dienst B vielleicht kostenlos im Streaming-Abo verfügbar gewesen wäre.

Was dir gefällt

Davon abgesehen empfanden wir das unabhängige Stöbern durch die Vorschläge als sehr angenehm. Das lag unter anderem daran, dass Google verspricht, dass das System mit der Zeit die Vorlieben und Sehgewohnheiten des Nutzers erlernt und

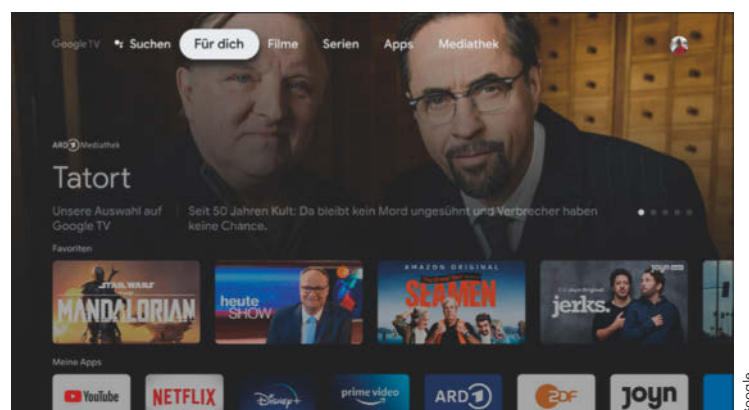
dadurch mit seinen Vorschlägen den Geschmack der Nutzer immer besser treffen soll. Das machte sich im Test in Ansätzen schon nach wenigen Tagen bemerkbar.

Die Sache hat allerdings kleine Haken: Bislang erlaubt der Chromecast nur die Anmeldung mit einem einzelnen Google-Account und unterstützt keine Nutzerprofile. Das mag in WGs oder bei Paaren noch gut gehen. Doch nutzt eine ganze Familie den Account, ist es nicht unwahrscheinlich, dass den Kindern plötzlich mal ein Gruselschocker vorgeschlagen wird oder Google TV die Eltern abends auf eine Folge Biene Maja einlädt. Auch ein Kinderprofil mit eingeschränktem Zugang auf Inhalte wie beim Fire TV lässt sich beim neuen Chromecast bisher nicht anlegen.

Darüber hinaus haben interessenzbezogene Vorschläge stets den Nachteil, dass man sich immer mehr in seine eigene Filterblase zurückzieht und irgendwann kaum noch Vorschläge über den Teller rand hinaus erhält. Zu guter Letzt macht das Vorschlagsystem nur dann richtig Spaß, wenn man mehrere Dienste wie Netflix, Prime Video und Disney+ auch wirklich abonniert hat. Wer etwa nur Netflix nutzt und auch nur diese App installiert, erhält somit auch nur Vorschläge von dort.

Wer sich mit dem Vorschlagsystem nicht anfreunden mag, der wechselt in den Reiter „Apps“ und startet den gewünschten Videodienst manuell und bewegt sich in dessen Oberfläche. Will man generell

Google TV schlägt passende Inhalte über die Grenzen von Streaming-Anbietern hinweg vor.





Auf dem neuen Chromecast läuft nun Google TV mit einer grafischen Oberfläche. Bedient wird der Puck mit der mitgelieferten Fernbedienung.

nicht, dass Google die Sehgewohnheiten auswertet, schaltet man das Vorschlagsystem komplett ab und nutzt den Chromecast im reinen App-Modus.

Auch in diesem Fall muss man nicht auf die praktische globale Suche beziehungsweise den eingebauten Google Assistant verzichten – etwa um dienstübergreifend einen Film zu finden oder Serien mit bestimmten Schauspielern. Bislang funktioniert diese globale Suche hierzulande aber nur mit Netflix, Play Filme und Disney+, nicht aber mit Amazon Prime Video und den Mediatheken der TV-Sender. Google verspricht jedoch, mit weiteren Anbietern in Verhandlung über eine Indizierung ihrer Inhalte zu stehen.

Schalten und walten

Die Einrichtung des Sticks geht flott von der Hand: Nach dem Anstecken an Strom und Fernseher führt die Google-Home-App schrittweise durch den Prozess und hievt den Chromecast ins heimische WLAN. Währenddessen werden zu den bereits vorinstallierten Apps YouTube und Netflix auch weitere Apps zur Installation vorgeschlagen – in unserem Test unter anderem auch die Mediatheken von ARD und ZDF.

Nach der Einrichtung geht es mit der Konfiguration der Fernbedienung weiter: Sie bietet die Möglichkeit, die Lautstärke des Fernsehers oder AV-Receiver zu verstellen und erfragt dafür, an welchem Gerät der Stick angeschlossen ist. Abschließend lässt sich festlegen, ob die Powertaste nur den Chromecast oder auch die angeschlossenen Geräte ein- und ausschalten soll.

Für die Steuerung der externen Geräte bedient sich der Chromecast dem HDMI-CEC-Standard, der es erlaubt, Befehle übers HDMI-Kabel ans TV-Gerät

oder Beamer zu übertragen. Alternativ sendet die Fernbedienung über ihre eingebaute IR-Diode Infrarot-Codes an die Geräte. In unseren Tests funktionierte das mit TVs von Samsung und LG sowie einem AV-Receiver von Onkyo problemlos. Ebenfalls gut: In den Systemeinstellungen lässt sich jederzeit für Power und Lautstärke getrennt einstellen, ob HDMI-CEC oder Infrarot für die Steuerung genutzt werden soll.

Die Fernbedienung und deren Bedienkonzept ähneln stark den Streaming-Geräten von Amazon: Über das Steuerkreuz mit mittigem Enter-Knopf navigiert man flott durch Menüs. Für Home und Zurück sind abgesetzte Knöpfe vorhanden. Zudem gibt es drei Buttons, über die sich Netflix, YouTube und der Google Assistant direkt starten lassen.

Außer den üblichen Video-Streaming-Anwendungen gibt es ein reichhaltiges Angebot an weiteren Apps, wie Spielen, Audio-Diensten wie Spotify oder News- und Wetter-Apps. Hier kommt der neuen Google-TV-Plattform zugute, dass sie nahtlos aus dem bestehenden Android-TV-Pool schöpfen kann. Für Spiele dürfte indes spannend sein, dass man nicht auf die einfachen Casual-Games aus dem App-Store angewiesen ist, sondern dass man auf dem Chromecast bald auch anspruchsvollere Spiele zocken kann. Denn wie der bisherige Chromecast Ultra wird auch der neue Chromecast im kommenden Frühjahr Googles Spieleplattform Stadia unterstützen.

Der eigentliche Zweck des Streaming-Pucks bleibt die Videowiedergabe. Hier braucht er sich vor der Konkurrenz nicht zu verstecken: Sein ARM Cortex-A55 mit vier Kernen und einem Takt von 1908 MHz, die über 2 GByte RAM und der rund

4 GByte interne Speicher reichen absolut aus, um H.265 kodierte Streams mit 4K-Auflösung ruckelfrei wiederzugeben. Zudem unterstützt er mit HDR10, Dolby Vision und HDR10+ die gängigen Standards für die Anzeige von High-Dynamic-Range-Inhalten. Sofern ein kompatibler Fernseher angeschlossen ist, erkennt der Puck den jeweils unterstützten Standard automatisch. Gleiches gilt für die Ausgabe von Surround-Ton, für den der Puck Dolby, Dolby Plus und Dolby Atmos unterstützt. Trotz der Fernbedienung und der Benutzeroberfläche bietet auch der neue Chromecast die Möglichkeit, Inhalte vom Handy oder Tablet zuzuspielen.

Fazit

Den Chromecast mit einer Fernbedienung und einer eigenen Bedienoberfläche auszustatten, ist eine sehr gute und überfällige Entscheidung von Google. Die neue Google-TV-Plattform sieht edel aus, lässt sich gut bedienen und setzt auf intelligente Vorschläge. Im Vergleich zum 4K-fähigen Chromecast Ultra ist der neue Puck nur knapp zehn Euro teurer – im Hinblick auf die grafische Oberfläche und die Fernbedienung ein akzeptabler Preis.

Auch für Nutzer von Fire-TV-Geräten kommt ein Umstieg infrage, da der Chromecast nicht mit Eigenwerbung nervt, den schickeren Look hat und Inhalte aus allen Diensten vorschlägt. Das ist aber auch die Kehrseite: Wer nur ein Abo bei Netflix oder nur bei Amazon hat, wird von den Vorschlägen kaum profitieren.

Wer einen älteren Chromecast besitzt, dürfte Gefallen daran finden, wie flexibel sich die neue Version nutzen lässt, ohne dass man jedes Mal das Handy aus der Tasche ziehen muss, um etwa die Wiedergabe zu pausieren. (spo@ct.de) **ct**

Chromecast mit Google TV

Mediaplayer	
Hersteller	Google
Prozessor / Speicher	ARM Cortex-A55 (4 Kerne, 1908 MHz) / 2 GByte RAM, 4 GByte Flash
Konnektivität	HDMI, USB-C (nur Strom), Wi-Fi 5
AV-Formate	Dolby Atmos, Dolby Vision, DTSX, HDR10+, H.265, 4K / 60 Hz
Maße (H × B × T)	162 mm × 61 mm × 13 mm
Gewicht	55 g
Farben	Weiß, Hellblau, Hellorange
Lieferumfang	Chromecast, Netzteil, USB-Kabel, Fernbedienung, 2 × AAA-Batterien
Preis	69 €



Datenschleuderbrille

Autark und kontrovers: VR-Headset Oculus Quest 2 im Test

Die Oculus Quest 2 ist konkurrenzlos günstig, benötigt jedoch zwingend einen Facebook-Account. Offiziell ist sie (deshalb?) in Deutschland nicht erhältlich, man kann sie aber leicht beschaffen.

Von Jan-Keno Janssen

Das Virtual-Reality-Headset Oculus Quest 2 bietet qualitativ hochwertiges VR mit vollem Kopf- und Handtracking für 350 Euro – komplett autark, man benötigt weder PC noch Smartphone für

den Betrieb (lediglich zum erstmaligen Einrichten ist ein Mobilgerät nötig, dazu später mehr). Obendrein lässt sich die Quest 2 auch mit Windows-VR-Software am PC nutzen, dafür muss man sie mit einem konventionellen USB-C-Kabel an den Rechner hängen. Kein anderer Hersteller bietet diese Funktionsvielfalt, andere autarke Headsets – zum Beispiel von Pico oder HTC – leisten weniger und kosten mehr.

Doch das Ganze hat einen Haken: Oculus gehört Facebook und Facebook will endlich Geld verdienen mit seiner teuren VR-Tochter. Deshalb zwingt Facebook die Nutzer der Quest 2, einen Facebook-Account mit dem Headset zu koppeln. So bindet Facebook die Brille in sein Werbe-Universum ein. Von VR-Geräten er-

fasste Daten dürften für Werbekunden sehr wertvoll sein: Schließlich weiß das Headset, wann man zusammenzuckt, wo man wie lange hinguckt und worauf man instinktiv zuläuft. Sogar anonymisiert sind solche Daten ziemlich intim: Die Stanford-Universität ließ 511 Testpersonen ein 5-minütiges 360-Grad-Video auf einem Headset ansehen. Mit den anonymisierten Trackingdaten ließen sich 95 Prozent der Nutzer korrekt identifizieren [1].

Zweifellos sitzt Facebook auf einem Datenschatz, denn dem US-Konzern gehören ja neben Oculus auch noch WhatsApp und Instagram. Das Bundeskartellamt verbot Facebook deshalb die Zusammenführung der Nutzerdaten. Offenbar ist das einer der Gründe dafür, dass sich Facebook dazu entschlossen hat, vorerst keine Oculus-Produkte in Deutschland zu verkaufen. Gegenüber c't sagte Facebook, dass es sich um eine temporäre Pause handle und man hoffe, „den Verkauf an Endverbraucher in naher Zukunft wieder aufnehmen zu können“. Ein offizielles Verkaufsverbot gab es übrigens nicht, die Entscheidung lag komplett bei Facebook.

Kaufen geht

Für diesen Test konnten wir trotz des Verkaufsstopps eine Quest 2 kaufen: Wir bestellten das Gerät beim französischen Amazon.fr nach Deutschland – dafür mussten wir nicht einmal einen eigenen Account erstellen, Amazon.fr funktioniert auch mit einem deutschen Amazon-Kundenkonto. Mit 343,19 Euro inklusive Versand war das Headset sogar etwas günstiger als im offiziellen Oculus-Store: Eine Bestellung zum Beispiel aus Österreich kostet hier 349 Euro inklusive Versand. Das gleiche Prozedere funktioniert auch beim italienischen amazon.it. Außerdem wird man auf Ebay fündig.

Wie schon beim Vorgänger benötigt man für die Ersteinrichtung der Quest 2 zwingend ein Mobilgerät mit Android oder iOS und installierter Oculus-App. Die App fordert nach dem Start sofort dazu auf, sich in den eigenen Facebook-Account einzuloggen. Danach lässt sich so gut wie alles in der Brille selbst steuern – man kann die App also theoretisch deinstallieren. Oculus-Veteranen, die ihre Headsets bislang nur mit einem Oculus-Account nutzen, müssen zur Installation der Quest 2 einen Facebook-Account angeben, Oculus- und Facebook-Konto werden dann zusammengeführt, inklusive eventuell an den Oculus-Account gebundener Software-Käufe.

Auch wenn man die Quest 2 ausschließlich als PC-Headset mit Kabelverbindung am Rechner nutzen will, kommt man um die Facebook-Anmeldung nicht herum: Ohne App- und Facebook-Kopplung lässt sich mit der Quest 2 rein gar nichts anfangen, auf den Displays sieht man dann nur eine „Bitte koppeln“-Meldung. Da auf dem Headset ein Android läuft, könnte man auf die Idee kommen, mit der Installation eigener APK-Pakete den Oculus-Store zu umgehen. Das klappt auch tatsächlich (übrigens sehr komfortabel mit dem inoffiziellen SideQuest-Appstore [2]), aber dennoch muss man zuerst App und Facebook mit dem Headset koppeln – denn nur so lässt sich der erforderliche Entwicklermodus aktivieren. Außerdem ist es notwendig, den eigenen Account von Oculus/Facebook als Entwickleraccount freischalten zu lassen. Das klappte im Test zwar ohne Verzögerung, allerdings muss man dafür zwingend die Daten einer Kreditkarte hinterlegen (und das, obwohl im zugehörigen Facebook-Account bereits Paypal als Zahlungsquelle aktiv war). Im kuriosen Deutsch-Englisch-Mischmasch des Entwicklerbereichs hieß es zwar, man könne statt der Kreditkarte auch eine Telefonnummer hinterlegen, diese Option wurde uns jedoch nicht angeboten.

Im heise-Forum war häufiger die Rede davon, dass man als datensparsamer Mensch ja einfach einen Facebook-Fake-Account aufsetzen könnte, um diesen dann mit der Quest 2 zu koppeln. Das verstößt laut Facebook gegen die Richtlinien. Dennoch: Wir haben es einfach ausprobiert und die Quest 2 mit einem neu angelegten und nicht dem Namen des Testers entsprechenden Facebook-Account in Betrieb gesetzt. Als Mailadresse kam eine Wegwerfadresse zum Einsatz. Das klappte problemlos, aber eine langfristige Garantie gibt es natürlich nicht. Im Netz finden sich bereits Berichte von Kunden, deren Facebook-Account (trotz Realnamens) offenbar von einem Bot gesperrt wurde und die das Headset danach nicht mehr nutzen konnten.

Display: scharf

Die Oculus Quest 2 ist ein wenig kleiner und 68 Gramm leichter als die Vorgängerbrille Quest 1. Einen weiteren Unterschied spürt man sofort nach dem Aufsetzen: Die Anzeige wirkt deutlich schärfer. Kein Wunder: Statt zwei OLED-Displays mit 1440 × 1600 Pixeln pro Auge kommt nun

ein einzelnes LCD mit 1832 × 1920 Bildpunkten pro Auge zum Einsatz. Dass das Bild so viel glatter aussieht, liegt nicht primär an der gestiegenen Auflösung, sondern an den Subpixeln: Das LCD hat pro Pixel drei, beim OLED teilten sich zwei Pixel vier Subpixel („Pen-Tile-Matrix“). Die LCD-Nachteile sind allerdings auch bei der Quest 2 deutlich erkennbar: Schwarz fällt heller aus als bei OLED, so wirken Weltraumszenen auf dem neuen Headset etwas milchiger als beim Vorgänger. Ob man dunkles Schwarz oder möglichst wenig Fliegengittereffekt wichtiger findet, bleibt Geschmackssache.

Objektiv schlechter geworden ist die Pupillendistanz-Einstellung (IPD). Statt einer stufenlosen Justierung wie bei der Quest 1 sind beim Nachfolger lediglich die drei festen Stufen 58, 63 und 68 Millimeter möglich. Nicht nur die starre Einteilung ist unschön, sondern auch, dass man bei der größten Einstellung von 68 Millimetern deutlich die Ränder des Displays sehen kann. Das Sichtfeld (Field of View, FOV) fällt ohnehin je nach IPD-Einstellung leicht unterschiedlich aus. Am kleinsten ist es in der 68-Millimeter-Stellung. Auf der mittleren Stufe schien es uns minimal kleiner als bei der Quest 1, aber etwas größer als bei der Rift S – wir sprechen hier aber wirklich von klitzekleinen Unterschieden. Sicher ist: Das Sichtfeld der Valve Index ist deutlich größer (die kostet aber auch dreimal so viel und läuft nicht autark).

Für Brillenträger liegt der Quest 2 ein Abstandhalter bei, der das Zerkratzen der Sehhilfe verhindern soll. Da das Quest-2-

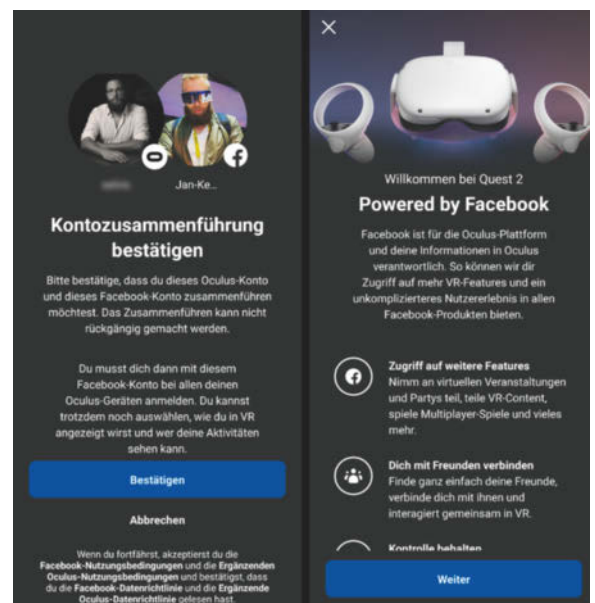


Deutlich komfortabler als das Standard-Kopfband: Der „Elite-Riemen“ lohnt sich trotz happiger 49 Euro Kaufpreis.

Gehäuse etwas kleiner ist, darf die Brille allerdings nicht zu groß sein (maximal 142 mm breit und 50 mm hoch). Komfortabler geht es ohnehin mit Sehstärken-Linsenaufsätzen. Wer solche schon für die Quest 1 oder die Rift S besitzt, kann sie auch für die Quest 2 verwenden, die Linsenrahmen sind identisch.

Rechenleistung

Als die Quest 1 im letzten Jahr herauskam, war das eingebaute System-on-a-Chip bereits veraltet: Der Snapdragon 835 war schon 2017 in Smartphones zu finden. In der Quest 2 kommt dagegen die aktuelle XR2-Plattform auf Basis des Snapdragon 865 zum Einsatz. Laut AnTuTu-Benchmark rechnet das neue System mehr als doppelt so schnell wie der Vorgänger. Außerdem stecken 6 statt 4 GByte RAM in der Quest 2. Da bereits die erste Quest hoch optimiert war, spürt man die höhere



Ohne Facebook-Account geht bei der Oculus Quest 2 gar nichts.

Empfehlenswerte Oculus-Quest-Softwaretitel

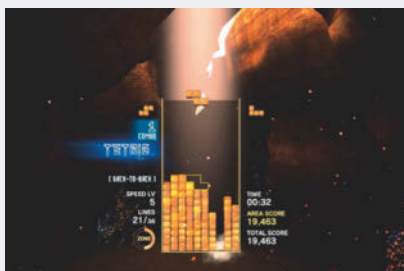
Spatial

Die Meeting-App Spatial ist noch ein bisschen zu buggy, um Teams- und Zoom-Videositzungen im Alltag abzulösen, aber man merkt deutlich, wo die Reise hingeht. In VR funktionieren Teamsitzungen nämlich viel intuitiver als am Flachbildschirm (kostenlos).



Tetris Effect

Tetris in VR? Ja. Das funktioniert tatsächlich und versetzt das Gehirn so wirkungsvoll in einen Flow-Zustand, dass man im VR-Modus besser spielt als in 2D. Wirklich, wir haben's mehrfach ausprobiert (29,99 €).



The Walking Dead: Saints & Sinners

Das Ballerspiel ist brutal und sieht schlechter aus als in der PC-Version. Dennoch: Ohne Kabel macht das Zombiemeucheln extrem viel Spaß (39,99 €).



Geschwindigkeit allerdings nicht auf Anhieb: Die Schwuppdizität von Menüaufrufen ist bei Quest 1 und 2 gleich super. Was man allerdings merkt: Apps werden deutlich schneller installiert und geladen. Bereits für die Quest 2 optimierte Spiele wie Arizona Sunshine zeigen, was das neue Headset in Sachen Grafik draufhat. Eine deutliche Verbesserung sind auch die nun möglichen 90 statt 72 fps.

Die Nutzung der Quest 2 als PC-Headset klappte im Test erstaunlich problemlos: USB-Kabel anschließen, fertig. Wir erzielten sogar mit einem alten, Nicht-USB-3.0-Kabel gute Ergebnisse. Das gleiche Kabel funktionierte vor einigen Monaten noch nicht mit der Quest 1 – inzwischen hat Oculus die Software aber so verbessert, dass die Strippe auch mit dem alten Headset zusammenspielt. Anders als bei reinen PC-Headsets mit DisplayPort wird bei der Quest das Bild komprimiert übertragen. Mit bloßem Auge fiel die Kompression in unseren Tests nicht auf.

Die Akkulaufzeit war in unseren ersten Tests etwas kürzer als bei der Quest 1, knapp zwei Stunden lang hielt die Quest 2 aber durch. Wie beim Vorgänger kann man einfach eine Powerbank anschließen und so die Laufzeit verlängern, außerdem bietet Oculus ein Akku-Kopfband für 129 Euro (auf Deutsch offenbar maschinenübersetzt als „Quest-2-Elite-Riemen mit Batterie und Tragevorrichtung“ bezeichnet). Mehr als die Akkulaufzeit des Headsets selbst störte uns bei der Quest 1 aber ohnehin die kurze Laufzeit der Controller. In den Quest-2-Hand-Controllern steckt nach wie vor je eine AA-Batterie (oder ein Akku dieses Kalibers), diese hält aber nun deutlich länger durch als beim Vorgänger. Außerdem sind die Controller ein kleines bisschen größer geworden. Die Erfassungsgenauigkeit blieb unverändert.

Durch das etwas geringere Gewicht drückt die Quest 2 weniger im Gesicht als der Vorgänger. Statt mit Klettverschlüssen wird das neue Modell nun mit einem elastischen Kopfband justiert. Das wirkt im ersten Moment etwas billig, funktionierte bei uns aber mindestens genauso gut wie mit dem Klettsystem der ersten Quest. Insgesamt ist der Tragekomfort für kurze VR-Snacks okay, bei längeren Sessions kann es aber zu Druckschmerzen kommen. Für 49 Euro bietet Oculus einen starreren „Elite-Riemen“ an, der wie die meisten anderen aktuellen Headsets mit einem Drehrad justiert wird. Dadurch verbessert sich der Komfort, ein richtiger Gesichtsschmeich-

ler wie die Valve Index wird die Quest 2 dadurch aber nicht. Schade: Den „Elite“-Riemen gibt es zwar mit und ohne Akku, aber leider nicht mit besseren Kopfhörern. Wer Wert auf guten Klang legt, muss umständlich mit Kabelkopfhörern herumfrickeln, denn das eingebaute Soundsystem klingt so dünn wie das des Vorgängers.

Fazit

Das Preis-Leistungsverhältnis der Oculus Quest 2 ist auf den ersten Blick sensationell: deutlich mehr Auflösung und vor allem mehr Rechenpower als beim Vorgänger für 100 Euro weniger. Die kleinen Verschlechterungen (Pupillenabstand, Akkulaufzeit) sind mit Blick auf die harte Kalkulation verschmerzbar. Wer ein autarkes Headset mit einer überzeugenden Softwarebibliothek sucht, findet auf dem Markt nichts Vergleichbares. Dass die Quest 2 obendrein auch noch als ordentliches PC-Headset nutzbar ist, rundet das ohnehin schon preisgünstige Paket ab. Das Headset kostet in der für die meisten Nutzer ausreichenden 64-GB-Version 350 Euro, mit 256 GByte Flash-Speicher werden 450 Euro fällig.

Allerdings muss einem vor dem Kauf klar sein, dass man den geringen Anschaffungspreis mit seinen Daten bezahlt: Ohne Facebook-Account und Datensammlung kann man die Quest 2 nicht verwenden. Wenn einem das nichts ausmacht, kann man bedenkenlos zugreifen. (jkj@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mark Roman Miller et al., Personal identifiability of user tracking data during observation of 360-degree VR video: www.nature.com/articles/s41598-020-74486-y
- [2] Jan-Keno Janssen, Quest aufleveln, Sideloadung und PC-Software-Streaming: Mehr machen mit Oculus Quest, c't 9/2020, S. 136

Oculus Quest 2

Autarkes VR-Headset mit Raum- und Controllertracking	
Hersteller	Oculus / Facebook, www.oculus.com
Software-Plattform	Oculus-System, basierend auf Android
Display	1 × LCD mit bis zu 90 Hz, 1832 × 1920 Pixel pro Auge
SoC	Qualcomm Snapdragon XR2 (Snapdragon 865 mit 6 GByte RAM)
Schnittstellen	USB C, Wi-Fi 6, 3,5-mm-Stereoklinke
Akku / Laufzeit	3640 mAh Lithium-Ionen / 2 Stunden
Gewicht	503 g
Lieferumfang	Headset, zwei Controller, Netzadapter, Ladekabel, Abstandhalter für Brillenträger
Preis	350 € (64-GB-Version), 450 € (256-GB-Version)

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 16,50 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



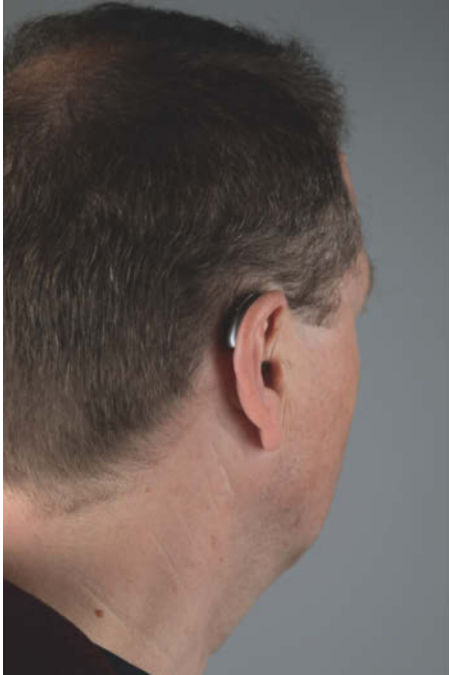
49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK



Bewegungssensor am Ohr

Phonak Audéo Paradise mit Bluetooth und Tap Control

Die jüngste Hörgerätereihe von Phonak erlaubt Bluetooth-Verbindungen links und rechts zugleich. Der Träger hat beim Telefonieren oder Musikhören die Hände frei. Modelle mit Akku reagieren auch auf Bewegung und Stupser.

Von Arne Grävemeyer

Zwei Modelle der Hörgerätereihe Audéo Paradise von Phonak passen ihre Einstellungen nicht nur der akustischen Situation an. Ausgestattet mit einem

Bewegungssensor können sie nach wenigen Schritten die Bewegung erkennen und darauf reagieren. Ein zweiter Vorteil: Der Träger aktiviert Funktionen, indem er einfach eine Ohrmuschel anstupst, ohne am Hörgerät selbst kleine Schalter zu betätigen. Zusätzlich hat sich die Bluetooth-Anbindung hörbar verbessert. Verbindungen funktionieren heute mit beiden Geräten zugleich in gleicher Qualität.

Seit Mitte August vertreibt das Schweizer Unternehmen Phonak seine Audéo-Paradise-Modelle. Zum Testen habe ich mir aus dieser Reihe das Audéo P90-R mit integriertem Lithium-Ionen-Akku anpassen lassen. Die Paradise-Geräte liegen hinter dem Ohr.

Der erste Eindruck: Die Sprachanhebung durch den neuen Klangverarbei-

tungschip PRISM verstärkt die Sprachspitzen deutlich – laut Hersteller um bis zu zehn Dezibel – und macht dadurch auch Gespräche in ruhiger Umgebung einfacher, selbst für einen sonst Normalhörenden. In Sprachpausen hingegen findet diese Verstärkung nicht statt, sondern erst bei einem Eingangspegel von mindestens 30 Dezibel. Leise Hintergrundgeräusche wie das Heizungsrauschen oder das Ticken der Wanduhr rücken also nicht in den Vordergrund. Tastaturgeklapper ist allerdings deutlich lauter.

Zweiter Schritt: die Bluetooth-Anbindung mit dem Android- oder iOS-Smartphone. Das Audéo Paradise lässt sich über die Bluetooth-Profile A2DP für Audio-Streaming und HFP (Hands free Profile) für Headset-Funktionen mit zwei Geräten gleichzeitig verbinden. Neben dem Smartphone kann das zum Beispiel ein Tablet sein. Durch die saubere Bluetooth-Audioqualität auf beiden Seiten dienen die Hörgeräte als vollwertige Kopfhörer, zum Beispiel zum Musikhören, um Podcasts zu verfolgen oder um auf dem Tablet ungestört einen Film zu schauen. Insgesamt lassen sich die Hörgeräte mit acht verschiedenen Geräten koppeln, bevor ein neuntes das am längsten nicht genutzte Gerät aus der Liste verdrängt. Meine Fantasie genügte nicht, um diese Zahl komplett auszureizen. Allerdings auch deswegen nicht, weil zwar die meisten Smartphones und Tablets das HFP-Protokoll unterstützen, aber die wenigsten Laptops und Fernseher. Für diesen Anwendungsfall bietet Phonak noch einen TV-Connector als Zusatzgerät an, der als Kopfhörer am Fernseher oder Laptop angeschlossen Verbindung mit den Hörgeräten aufnimmt. Dieses Zusatzgerät hatten wir nicht im Test.

Frei sprechen

Ganz ohne Zusatzgerät funktioniert das Audéo Paradise als Freisprechanlage für ein verbundenes Smartphone. Zwar sitzen die Hörgeräte hinter den Ohren und können damit die Stimme des Trägers nicht so sauber aufnehmen wie etwa ein Mono-Headset. Aber meine Gesprächspartner bestätigten mir trotzdem eine normale Verständlichkeit, zumal im Telefonmodus die integrierten Beamformer der Hörgeräte eng nach vorne auf die eigene Sprache ausgerichtet sind. Das funktioniert in Innenräumen ausgesprochen gut. Schwierigkeiten bekommt der Anrufer allerdings, wenn sich der Hörgeräteträger mit Fahr-

radhelm bei Wind und Regen draußen aufhält. Diese Telefonate ließen sich nur mit Nachfragen und lautem Wiederholen meistern. Ich habe dann die Hände an die Ohrmuscheln gelegt, um die Hörgeräte zu unterstützen, aber auch das half kaum. Auf der anderen Seite genießt der Hörgeräte-träger den ungetrübten Vorteil: Er hört seinen Gesprächspartner mit beiden Ohren in guter Qualität.

Nicht nur das Smartphone bedient beide Hörgeräte, die Paradise-Geräte übergeben sich in bestimmten Situationen auch gegenseitig ihr Sprachsignal. Das hängt mit der Erkennung und Unterdrückung von Störgeräuschen zusammen. Im Wesentlichen erkennt der PRISM-Chip Sprache daran, dass sie viele Frequenzanteile zwischen 500 und 4000 Hertz aufweist. Störgeräusche hingegen sind generell weniger moduliert und haben überwiegende Anteile unter 500 Hertz. Erkennen die Paradise-Geräte nun eine Stimme auf der einen Seite und vor allem Störgeräusche auf der anderen, so überträgt die eine Seite ihre Sprachsignale auch auf die andere Seite. Das hilft beim Sprachverstehen ganz ungemein, wie ich insbesondere bei Autofahrten beobachten konnte. Der Umschaltprozess ist etwas irritierend, aber die erhöhte Sprachqualität wiegt das bei Weitem auf.

Es gibt vier Modelle der Audéo-Paradise-Geräte, mit Batterie oder Akku und

das jeweils wahlweise auch mit Telefonspule, also mit der Möglichkeit, Signale von induktiven Höranlagen in Veranstaltungsräumen zu übertragen. Die eingangs erwähnten triaxialen Bewegungssensoren sind lediglich in den wiederaufladbaren Hörgeräten verbaut. Ein Wermutstropfen für Freunde von batteriegespeisten Geräten, zumal sich die Akkus im Audéo Paradise nicht wechseln lassen. Wenn sie also abends mitten in der Sportübertragung erschöpft sind, müssen die Hörgeräte erst einmal in ihr Charger Case.

Durch die Bewegungserkennung gelingt es den Hörgeräten, einen Spaziergang von einer statischen Gesprächssituation zu unterscheiden. Nach sechs Schritten erkennen die Geräte durch die Bewegung und die leichten Stöße der Schritte die Fortbewegung und schalten von der normalen Hörumgebung AutoSense OS 4.0 mit Speech Focus nach vorne auf das Programm RealEar Sound, das die Beamformer dynamisch auf Sprecher in der Umgebung ausrichtet. Die Überlegung dahinter: Beim gemeinsamen Spaziergang ist man in der Regel nicht seinem Gesprächspartner zugewandt, sondern hört ihn von der Seite. Außerdem sollen auch Verkehrsgeräusche aus allen Richtungen zu hören sein.

Tap Control

Mit der Bewegungserkennung ist eine weitere Funktion verbunden, das sogenannte Tap Control. Durch ein doppeltes Anstoßen an die Ohrmuschel lassen sich Funktionen aktivieren, konkret die Telefonannahme oder der Aufruf des Sprachassistenten. Im Test funktionierte diese Art der Anrufannahme von Beginn an intuitiv und ohne Training, sei es auf der Fahrradtour oder auf der Couch beim Filmabend mit einem gleichzeitig verbundenen Tablet.

Ob der doppelte Tap links oder rechts Anrufe annimmt, den Sprachassistenten aufruft oder auf dem Tablet das Streaming unterbricht, derartige Einstellungen sind in der myPhonak-App möglich. Damit lassen sich auch verschiedene Hörprogramme verwalten und nach Bedarf auswählen, beispielsweise „Musik“ für einen Konzertabend, „Verstehen bei Hall“ oder „Speech in 360°“ für Feiern mit Gesprächen von allen Seiten, womit selbst ich als Normalhörender in einer unruhigen Kaffeerunde über die leichte Verständlichkeit staunte.

Ein Mini-Equalizer in der App erlaubt es, die Programme individuell anzupas-

sen, tiefe oder hohe Frequenzbereiche zu verstärken oder zu schwächen, Störgeräusche stärker zu unterdrücken oder den Speech Focus nach Belieben einzuengen. Individuelle Programme lassen sich abspeichern und bei Bedarf abrufen. Hier zeigten sich in unseren Tests allerdings Probleme nach dem iOS Update auf Version 14.0.1, nach dem sich individuelle Anpassungen nicht mehr speichern und abrufen ließen. Phonak versprach, mit einem neuen App-Release diese Schwäche zu beheben. An dieser Stelle zeigt sich der Nachteil gegenüber Geräten unter dem Label „Made for iPhone“ (Mfi), die sich mit Apple-Geräten auch ohne App verbinden und steuern lassen. Auf der anderen Seite arbeiten die neuen Phonak-Geräte sowohl mit iOS als auch mit Android zusammen und bauen zeitgleich zwei Bluetooth-Verbindungen auf. Die einfache Anrufannahme während man gerade noch einen Film auf dem Tablet verfolgte, ist ein Kunststück, das mit Mfi nicht so einfach gelingt.

Phonak bietet Audéo-Paradise-Geräte in vier Technologiestufen: P30 Essential, P50 Standard, P70 Advanced und P90 Premium. Diese Geräte haben im Fachhandel eine große Preisspanne (siehe Tabelle). Sie sind in der Regel nicht mehr durch die Kassenzuzahlung gedeckt und erfordern einen erheblichen Eigenanteil. Für die höchste Technologiestufe stehen elf verschiedene Hörprogramme zur Verfügung. Manche davon lassen sich zudem variieren, wie etwa Speech in 360°, das der Akustiker beispielsweise auf Gespräche von einer Seite oder sogar von hinten fokussieren kann. Das kann für Autofahrten eine interessante Option sein – oder wenn man hören will, was die Kollegen so hinter dem eigenen Rücken tuscheln. (agr@ct.de) **ct**

Ponak Audéo Paradise R

Hörgeräte	
Hersteller	Phonak
Stromversorgung	Lithium-Ionen-Akku
Akkulaufzeit (Herstellerangaben)	20 h, bei Streaming oder Bluetooth-Nutzung: 16 h
Trageart	hinter der Ohrmuschel
Bluetooth-Profil	A2DP (Audio Streaming) und HFP (schnurlose Telefonie)
kompatibel mit	Android, iOS
Besonderheit	Bewegungssensor
Preis	ca. 1790 bis 2990 € (je nach Servicepaket des Akustikers)
Zubehör	Charger Case (99 bis 139 €), TV Connector (180 bis 195 €)



Das Charger Case verwahrt die filigranen Hörgeräte und lädt sie auf. Eine mögliche Einstellung: Beim Entnehmen schalten sich die Geräte automatisch ein.

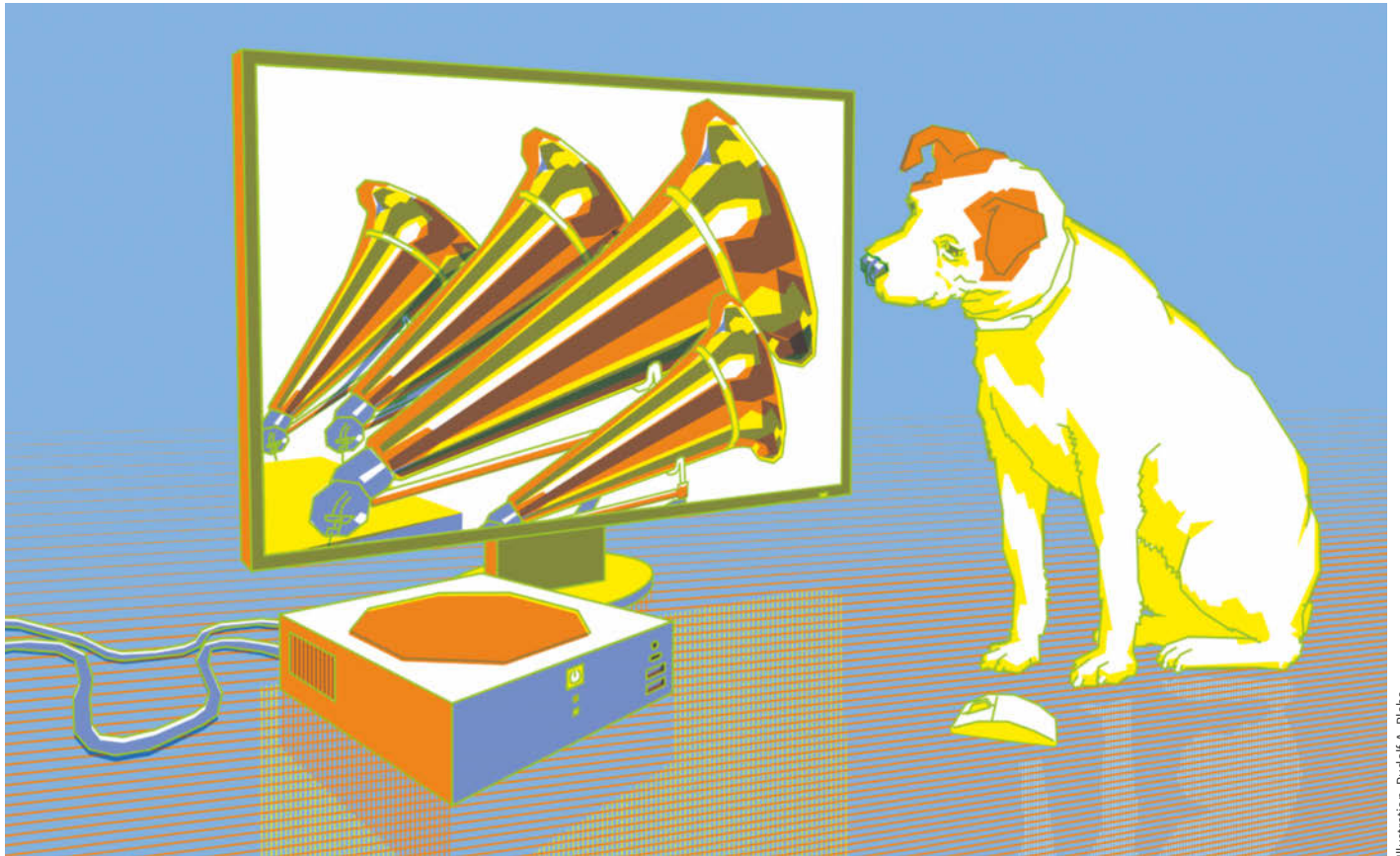


Illustration: Rudolf A. Blaha

Hört die Signale!

Neun Webdienste zum automatisierten Musik-Mastering im Test

Wenn Musiker neue Songs produzieren, fällt ihnen die richtige Klangabstimmung oft schwer. Webdienste versprechen tollen Sound auf Knopfdruck für wenig Geld. Mit künstlicher Intelligenz wollen sie aus dumpfen Mixen brilliant klingende Hits zaubern.

Von Hartmut Gieselmann

Heutzutage ist es einfach, am Rechner einen kompletten Song zu produzieren. Die finale Politur des Klangs stellt jedoch viele Hobbymusiker vor eine Her-

ausforderung. Denn mit gewöhnlichen Kopfhörern und unkalibrierten Lautsprechern ist es äußerst schwierig, ein Stück so abzustimmen, dass es weder im Auto noch auf der Stereoanlage eines Kumpels dumpf oder blechern klingt.

Hier hilft Mastering. Wenn Profis die Mixe mit eingemessenen Lautsprechern und optimierter Raumakustik prüfen, können sie Fehler im Mix beheben, damit der Song auf allen Abspielanlagen gut klingt. Dazu passen sie nicht nur die Lautheit an, sondern gleichen auch den Frequenzgang aus, verdichten eventuell die Dynamik und optimieren das Stereopanorama.

Wer keinen Mastering-Ingenieur zur Hand hat oder Geld sparen will, für den bieten Webdienste automatisiertes Mastering für ein paar Euro an. Manche sind

sogar gratis: Track hochladen, zwei bis drei Einstellungen vornehmen und schon hat man nach ein paar Minuten ein fertiges Master.

Testfeld

In diesem Vergleichstest horchen wir neun Mastering-Dienste ab. Die Angebote reichen von kostenlosen Anbietern wie Bandlab, Major Decibel und Maztr, über KI-gestützte Verfahren wie eMastered, Landr, Mastering Box und Soundcloud, bis hin zur Desktop-App Cloudbounce und dem Hardware-Mastering von Aria.

Zum Test mussten die Dienste drei höchst unterschiedliche Rohabmischungen mastern: „One by One“ ist ein an U2 und Coldplay erinnernder Rock/Pop-Song der Band Driven by Clockwork, in

der unser Kollege Martin Reche Schlagzeug spielt. „Datafuck“ ist ein eigens produzierter Elektro-Track vom Musikprojekt „Goat of Neptune“ des Autors. Hinzu kam die luftige Pop-Balade „Ocean Eyes“ von Billie Eilish, die als Demo-Song der Software Logic Pro X beiliegt. Die Master der ersten beiden Stücke können Sie inklusive Rohmix als MP3s über ct.de/ytya herunterladen. Zum besseren Vergleich haben wir die Lautstärke ausgeglichen und noch eigene, handgemachte Master beigelegt. Bei „Ocean Eyes“ fehlen uns leider die Rechte zur Veröffentlichung.

Um die Ergebnisse zu vergleichen, hörten wir die Master in einem Studio auf einem Lautsprecherpaar KH 310 mit Subwoofer KH 750 von Neumann und kalibrierter Raumakustik ab. Details prüften wir mit einem Kopfhörer Fostex TH909 an einem Audio-Interface RME Fireface UFX. Änderungen im Frequenzgang und dem Stereopanorama gegenüber dem Rohmix spürten wir mit dem IQ-Analizer von Hofa auf. Die Frequenzverläufe aller Master können Sie ebenfalls über ct.de/ytya herunterladen.

Was geht? Was nicht?

Die Webdienste nehmen einen Stereosummenmix vom Song, den man möglichst in einem unkomprimierten Wav-Format mit 24 Bit hochlädt. Die Dienste erlauben weder ein Stem-Mastering, bei dem Schlagzeug, Bass, Gesang und die übrigen Instrumente auf vier getrennten Stereospuren einzeln vorliegen, noch eine Automation der Parameter, um beispielsweise bei Refrains lauter aufzudrehen als in den Strophen.

Konzipiert sind die Master für eine Veröffentlichung im Web. Für Audio-CDs oder Vinylpressungen wären zusätzliche Arbeitsschritte und Formatanpassungen notwendig, die die Webdienste nicht abdecken.

Die Abstimmungen von „One by One“ und „Datafuck“ sind recht typisch für nicht kommerzielle Produktionen. Solche Mixe klingen oft etwas dumpf und müssen beim Mastering individuell ausgeglichen werden. Dazu heben Ingenieure beispielsweise gezielt den Präsenzbereich der Stimmen an und senken die unteren Mitten für mehr Klarheit ab. Dabei muss man allerdings sehr behutsam vorgehen, damit das Ergebnis nicht zu dünn klingt.

Webdienste gleichen die Mixe den typischen Frequenzverläufen kommerzieller Produktionen an. Allerdings fallen

diese je nach Genre und Arrangement unterschiedlich aus, sodass eine Automatik schon mal daneben greifen kann. Spezielle und drastische Korrekturen, die bei einem Mix vielleicht notwendig wären, fanden selbst bei den flexibleren Algorithmen von Landr, Mastering Box und Soundcloud nicht statt.

Schlechte Referenzen

Cloudbounce, Landr und eMastered bieten zudem die Möglichkeit, Mixe anhand eines Referenz-Songs abzugleichen, den man zusätzlich hochlädt. Die Wahrscheinlichkeit, dabei einen Volltreffer zu landen, ist allerdings gering. Wir probierten es bei „One by One“ mit sechs ähnlichen Tracks von Coldplay und U2 aus. Die Ergebnisse waren schlechter als mit den Standard-Einstellungen der Dienste. Insbesondere Landr patzte mit einem sehr dumpf und schmal klingenden Master.

Wenn ein Rohmix bereits gut tartariert ist wie „Ocean Eyes“, dann sollten sich Mastering-Ingenieure bei Frequenzanpassungen zurückhalten. Wenn hier ein Webdienst seine typischen Presets draufklatscht, klingt das Master am Ende schlechter als das Ausgangsmaterial. Diesen Effekt hatten wir insbesondere bei Major Decibel, Maztr und eMastered.

Heikel sind zudem Dynamikanpassungen. Ist der Rohmix schon stark verdichtet, sollte sich das Mastering mit einem Kompressor eher zurückhalten. Manche Anbieter wie eMastered oder Maztr patzten hier extrem, wodurch Schlagzeugschläge viel von ihrer Kraft verloren und der Klang breiig wurde.

Mama laudaaa?

Recht gut lässt sich die Lautheit korrigieren. Dazu messen die Dienste den Durchschnittspegel des Songs und verändern ihn

im Master so, dass er die gewünschte Ziel-lautstärke erreicht. Gemessen wird die durchschnittliche Lautheit der Songs in LUFS (Loudness Units Full Scale). Deren theoretisches Maximum liegt bei 0 LUFS. Für CDs sind -9 LUFS anzupfeilen und für Streamingdienste ein paar LUFS weniger. Je niedriger der durchschnittliche LUFS-Wert ausfällt, desto mehr Platz bleibt der Dynamik für laute Ausschläge. Eine Loudness Unit entspricht in etwa einem Dezibel.

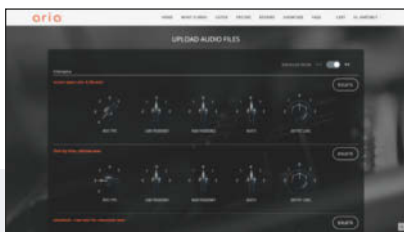
Besonders rigoros geht hier Soundcloud vor: Der Dienst pegelt alle Master auf rund -14 LUFS aus und entzieht damit jedweden Versuchungen eines „Loudness War“ den Boden. Der Lautheitskrieg führte in den vergangenen Jahrzehnten immer mehr dazu, dass Songs zwar lauter, ihre Dynamik aber immer kleiner wurde. Den Krieg durch eine einheitliche Lautheit zu beenden, ist eine kluge Entscheidung.

In der Tabelle geben wir die durchschnittliche Lautheit der drei Master in LUFS sowie die Spannbreite an. Letztere sollte möglichst niedrig sein, um Lautheitssprünge zwischen Songs zu vermeiden. Die Angaben zur Loudness Range (LRA) beziehen sich auf die durchschnittlichen Dynamikänderungen des Masters zum Original. Negative Werte bedeuten eine höhere Kompression. Zudem geben wir die maximal gemessenen Pegelspitzen (True Peaks) an. Diese sollten möglichst niedrig ausfallen, um Verzerrungen bei der Wiedergabe zu vermeiden.

Verbreiterungen des Stereopanoramas sind mit Vorsicht zu genießen, weil darunter die Monokompatibilität leiden kann und der Song auf einem Küchenradio komisch klingt. Viele Webdienste wie Spotify verzichten deshalb darauf oder nutzen nur homöopathische Veränderungen im Seitenanteil eines Stereosignals.

Der IQ-Analizer von Hofa zeigt die Frequenzänderungen der Master gegenüber dem Original. Das M/S-Signal der Mono-Mitte ist gelb, die Stereoseiten sind blau eingefärbt.





Aria Mastering

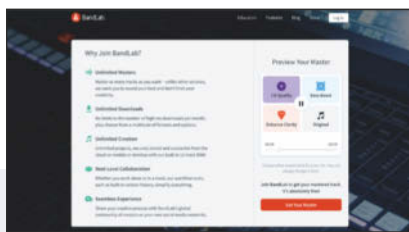
Aria ist ein Onlinedienst aus Atlanta (USA), der nach eigenen Angaben vier analoge Hardwareprozessoren im Wert von rund 18.000 Euro zum Mastering einsetzt. Gesteuert werden sie über einen Roboterarm. Allerdings kann der Anwender den nicht an jedem Knöpfchen drehen lassen, sondern nur eines von fünf Presets wählen. Diese unterscheiden sich in der Lautheit und im Kompressionsgrad. Bei jedem lassen sich Bass, Höhen und Stereoweite in je fünf 0,5-dB-Schritten justieren. Stereoseiten werden um 1 dB angehoben.

Previews sind nur 15 Sekunden lang. Aria wählt dazu eine zufällige Stelle aus. Sie müssen einzeln geordnet und heruntergeladen werden, was die Nachjustierung umständlich macht. Die mittlere Lautheitseinstellung erreichte einen für CDs adäquaten Pegel zwischen -8,0 und -9,6 LUFS. Hat man sich bei den Einstellungen vertan, kann man den kompletten Mix remastern. Im Monatsabo ist das im Preis inbegriffen, bei einzelnen Tracks kostet es 9 Euro extra.

Aria analysierte die Songs nur in der Lautheit, nahm aber keine individuellen Anpassungen am Frequenzgang vor. Die Presets reagierten auf jeden Song identisch. Mixingfehler ließen sich nicht ausgleichen.

Der Klangeindruck bewegte sich im Vergleich zu den übrigen Kandidaten im Mittelfeld, ähnlich wie bei Bandlab und Landr. Die Anpassungen wirkten zwar ausgeglichen, aber es fehlte an Druck und Durchsetzungsvermögen. Mangels individueller Anpassungsmöglichkeiten konnten wir den hohen Preis der eingesetzten Geräte nicht hören.

⬇️ zeitaufwendig
⬇️ magere Anpassungen
⬇️ wenig Klang für viel Geld
Preis: 49 US-Dollar/Monat



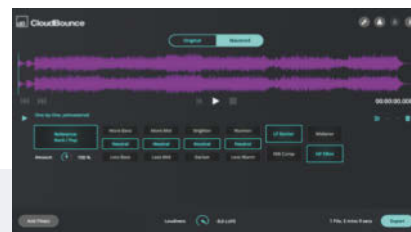
Bandlab

Bandlab aus Singapur bietet seinen Mastering-Service als Teil seines sozialen Netzwerks für Musiker kostenlos an. Die Bedienung ist denkbar einfach: Track hochladen, ein paar Sekunden warten und schon steht die gemasterte Version zum Download bereit: von MP3 bis zu Wav mit 24 Bit. Mit „Bass Boost“ und „Enhance Clarity“ lassen sich Bässe und Höhen verstärken.

Bandlab optimiert die Lautheit für das Streaming, geht dabei allerdings nicht besonders genau vor. Im Test schwankten die Pegel zwischen -11,0 und -14,0 LUFS. Für CDs ist das zu leise. Die Frequenzbearbeitung fiel jedes Mal identisch aus. Die Stereoseiten wurden leicht verstärkt. Eine individuelle Anpassung fand nicht statt.

Klanglich bewegte sich Bandlab im Mittelfeld. Die Anpassungen richteten keinen großen Schaden an, aber insgesamt fehlte es an Druck und Brillanz. In erster Linie dient der Service dazu, die Lautheit der Songs fürs Streaming anzupassen. Dabei ging Bandlab aber wenig präzise vor, sodass der Einsatz kaum lohnte.

⬆️ kostenlos
⬆️ einfache Bedienung
⬇️ magere Klanganpassung
Preis: kostenlos



Cloudbounce

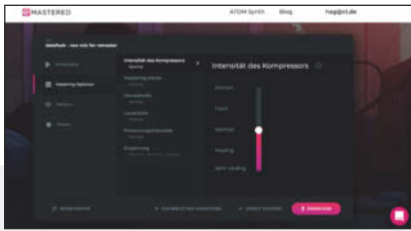
Cloudbounce aus Finnland bietet zum Mastern neben einem Webservice auch eine Desktop-App für Windows und macOS an. Für 20 US-Dollar im Monat kann man so viele Master produzieren wie man will – egal in welchem Format. Die App verhält sich mehr wie eine Mietsoftware als ein Onlinedienst.

Anwender haben die Wahl zwischen 15 genretypischen Equalizer-Presets oder sie können einen Referenz-Song in die Software laden. Vier Frequenzbereiche lassen sich etwas erhöhen oder absenken, im Test gefiel uns jedoch stets die neutrale Version am besten. Ein optionaler „LF Exciter“ mischt tiefen Bässen Obertöne hinzu, damit sie auf kleinen Lautsprechern besser durchdringen. Ein „Widener“ verstärkt die Stereoseiten und ein „MB-Comp“ besänftigt einzelne hervorstechende Frequenzbereiche. Der „HP Filter“ senkt zu tiefe Bassfrequenzen ab. Die Lautstärke lässt sich zwischen -8 bis -25 LUFS frei wählen.

Klanglich spielte Cloudbounce im vorderen Drittel des Testfelds. Die Song-Genres wurden automatisch zugeordnet und passende EQ-Presets treffend ausgewählt. Das Verhältnis von Bässen, Mitten und Höhen wirkte harmonisch. Individuelle Fehler im Mix glich die Software allerdings nicht aus. Die Lautheit wich lediglich um 0,3 LU vom Zielwert ab.

Dank der einfachen Bedienung und übersichtlichen Einstellmöglichkeiten macht die Cloudbounce-App eine gute Figur. 20 Dollar Miete pro Monat scheint uns für eine Software mit paar EQ-Presets und Lautheitsanpassung jedoch vergleichsweise teuer.

⬆️ Bedienung und Preset-Auswahl
⬆️ flexible Lautheitsanpassung
⬆️ Klangqualität
Preis: 20 US-Dollar/Monat



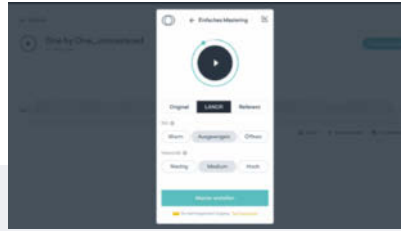
eMastered

eMastered aus dem kalifornischen Burbank bewirbt seinen Mastering-Dienst mit dem Einsatz von „Grammy-gekrönten Toningenieuren, angetrieben von KI“. Das Webinterface kann sich sehen lassen: Lädt man einen Song hoch, so versprechen Einblendungen, dass sie den Track mit „Billboard-Hits“ abgleichen und eine KI das Mastering vornehme. Anschließend lassen sich zahlreiche Einstellungen in mehreren Stufen variieren, darunter die Kompression, der EQ und die Stereobreite. Tracks lassen sich in kompletter Länge vorhören, wobei etwa alle 30 Sekunden eine Stimme mit „eMastered“ ertönt.

Klanglich konnte eMastered die Versprechen leider nicht einhalten, auch wenn die Lautheitsanpassung die Marke von -10 LUFS in den Grundeinstellungen recht zielsicher traf. Alle drei von uns gemasterten Songs litten unter falsch eingestellten Kompressoren, die Transienten abschnitten und die Lautheit von Passagen zum Pumpen brachten. Wenn eine KI am Werke war, dann entschied sie sich stets für die nahezu gleichen Frequenzanpassungen – egal ob das Ausgangsmaterial etwa eine Höhenanhebung vertragen hätte oder nicht. Einen Grammy könnte man damit nicht gewinnen.

Das flattrige, dumpfe und detailarme Klangbild blieb hinter den Ausgangsmixen zurück. Manuelle Einstellungen verschlechterten das Ergebnis eher. Das galt auch für den Einsatz eines Referenztracks, der sich als Vorbild hochladen lässt. Selbst wenn der Dienst deutlich weniger als die horrenden 50 US-Dollar pro Monat kosten würde, können wir nur raten: Finger weg.

- ⬇️ falsch eingestellter Kompressor
 - ⬇️ magere Frequenzanpassung
 - ⬇️ viel Geld für schlechten Klang
- Preis: 49 US-Dollar/Monat



Landr

Landr aus Kanada setzt bei der Anpassung seiner Klangparameter nach eigenen Angaben auf eine riesige Datenbank, KI und maschinelles Lernen. Die Vertragsbedingungen sind jedoch kompliziert: Selbst wer ein Abo abschließt, muss für unkomprimierte Datenformate extra bezahlen. Immerhin wurden die AGBs und Datenschutzerklärung auf Deutsch formuliert.

Recht präzise arbeitet Landr bei der Lautstärkenanpassung in drei Intensitäten: Die mittlere trifft den Pegel für CDs von -9 LUFS recht genau. Die niedrigere passt mit rund -12 LUFS besser zum Streaming. Ebenso wurden True Peaks gut erkannt und als einziger Dienst passt Landr beim Vorhören die Lautheit des Masters ans Original an.

Klanglich bewegten sich die Landr-Master im vorderen Mittelfeld. Die KI variierte die Frequenzgänge der Klanganpassungen durchaus und wählte für „Ocean Eyes“ einen komplett anderen Verlauf als für „One by One“ und „Datafuck“. Das klang besser als die Originale, wenn Landr auch nicht ganz an das Spitzentrio von Cloudbounce, Mastering Box und Soundcloud herankam, die in den Höhen oft frischer aufspielten. Einen kompletten Aussetzer hatte die Landr-KI bei der Anpassung an einen Referenztrack.

Für ein schnelles MP3-Master ist der Basistarif von Landr für 6 Euro pro Monat durchaus eine günstige Option, wenn auch die KI-Bearbeitungen nicht das Optimum aus den Mixen herauskitzelten.

- ⬆️ gute Lautheitsanpassung
 - ⬆️ KI variiert Frequenzgang
 - ⬇️ verwirrende Kostenstruktur
- Preis: ab 6 Euro/Monat



Major Decibel

Neben Landr ist Major Decibel der zweite Mastering-Dienst aus Kanada. Der Dienst lockt mit niedrigen Preisen: zwei MP3s pro Monat mastert er kostenlos. Wer mehr will, zahlt 6 US-Dollar für einen Monat, ohne ein Abo abzuschließen.

Die klanglichen Bearbeitungen von Major Decibel haben allerdings wenig mit klassischen Mastering zu tun, sondern sind eher im Bereich der Effekthascherei einzustufen. Unser Analyzer stellte bei allen drei Songs die gleiche extreme Loudness-Wanne fest, die bei 1 kHz ihren Tiefpunkt hatte und tiefe und hohe Frequenzen um über 6 dB ansteigen ließ. Die Höhen wirkten dünn und stechend, die Mitten verschwanden in einem Loch. Darüber hinaus wurden die Stereoseiten um 2 Dezibel angehoben, was zu einem übertrieben breiten Stereopanorama führte.

Schaltet man zwischen den drei Optionen für die Intensität um, ändert sich lediglich der Lautheitspegel. Den traf Major Decibel bei allen drei Songs reproduzierbar. Für CDs passt die höchste Intensität, zum Streaming die mittlere. Allerdings schossen Pegelspitzen weit über die 0-dBFS-Marke hinaus, was bei der Wiedergabe zu Verzerrungen führen und den Klang harscher wirken lassen kann.

Wer das kostenlose Angebot von Major Decibel ausprobieren mag, sollte bei der Prüfung mehrere Lautsprecher-Systeme hinzuziehen und sich nicht von der extremen Loudness-Einstellung blenden lassen. Unsere Testsongs klangen nach der Bearbeitung deutlich schlechter als vorher, lediglich Maztr machte es noch schlimmer.

- ⬆️ MP3s gratis, kein Abo
 - ⬇️ extreme Effekthascherei
 - ⬇️ deutliche Klangverschlechterung
- Preis: kostenlos bis 6 US-Dollar/Monat



Mastering Box

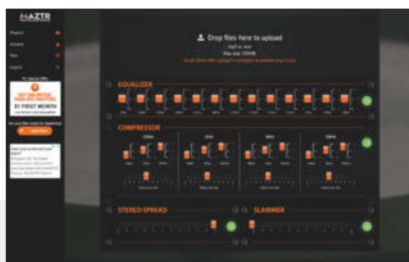
Mastering Box aus Spanien hat eine ähnlich komplexe Kostenstruktur wie Landr. Verlockend ist das Angebot, ein MP3 pro Tag kostenlos zu mastern. Laut Hersteller analysiert auch hier eine KI die Dynamik und Frequenzstruktur der Songs.

Beim Vorhören ließ sich das Ergebnis leider schlecht bewerten, da Mastering Box eine zufällig gewählte, 30 Sekunden lange Stelle abspielte. Zudem stimmte die Lautheit beim Vorhören nicht mit der Download-Datei überein. Die finalen Ergebnisse wichen um rund ein Dezibel ab und auch Pegelspitzen (True Peaks) wurden nicht sicher eliminiert.

Die Dynamik- und Frequenzanpassungen von Mastering Box zählten jedoch zu den besten im Test. Ihre Frequenzkurven verliefen bei allen drei Songs komplett unterschiedlich, was auf eine individuelle Anpassung der Algorithmen schließen lässt. Stets waren die Master im vorderen Feld zu finden und überzeugten durch ihre gute Transparenz. Das Stereopanorama verbreiterte sich nur unwesentlich.

Dank der günstigen Preise und der vergleichsweise guten Klangqualität gehört Mastering Box zur Spitzengruppe im Test. Bevor Sie für eine Wav-Datei bezahlen, sollten sie eine kostenlose MP3-Probe laden, da die Vorhöroption den finalen Klangeindruck nicht richtig wiedergibt.

- ↑ kostenlose MP3s
 - ↑ guter, transparenter Klang
 - ↓ ungenaues Vorhören
- Preis: ab 7,14 Euro pro Monat



Maztr

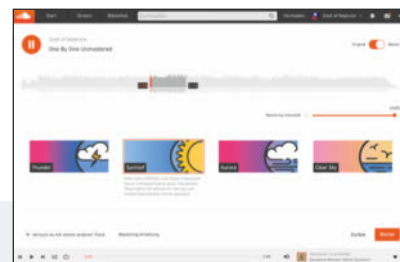
Der Online-Dienst Maztr stammt aus Australien. Er mastert Songs als MP3 mit 192 kbps kostenlos. Für 7 US-Dollar pro Monat bekommt man auch Wav-Dateien mit bis zu 24 Bit.

Das mit Werbung angereicherte Webinterface wirkt unübersichtlich. Ein Vergleich mit dem Originaltrack beim Vorhören ist nicht möglich. Im Basic-Setup lassen sich drei Frequenzbänder anpassen. Im Advanced-Modus kann man einen EQ mit 13 Bändern sowie einen Multiband-Kompressor mit vier Bändern nach eigenem Gusto einstellen. Die Reglerfelder sind jedoch zu kurz, um sie sinnvoll bedienen zu können.

In den Standardeinstellungen veränderte Maztr den Frequenzgang des Mixes nicht. Allerdings hob er die Lautstärke unkontrollierbar an und planierte die Dynamik mit einem viel zu aggressiven Kompressor. Die Stereobreite wurde deutlich schmaler. Heraus kamen bei allen drei Testsongs Klangwürste, die sich wesentlich schlechter anhörten als die Originale. Die Lautheit der Mixe unterschied sich deutlich.

So schlecht wie Maztr arbeitet kein anderer Dienst im Test. Deshalb: Finger weg, selbst wenn Maztr kostenlos ist.

- ↓ völlig übertriebene Kompression
 - ↓ engt Stereobreite ein
 - ↓ schlechtester Klang im Test
- Preis: kostenlos bis 7 US-Dollar/Monat



Soundcloud/Dolby

Die in Berlin ansässige Musikerplattform Soundcloud hat zum Mastering ein System von Dolby implementiert. Pro Track kostet das Mastering 5 Euro, Nutzer mit Pro-Account können drei Tracks pro Monat kostenlos mastern.

Künstler wählen nach dem Hochladen ihrer Tracks zwischen vier verschiedenen Presets aus und stellen während des Abhörens die Intensität ein. Zur Auswahl lassen sich je 30-sekündige Probestellen eigener Wahl anhören.

Für „One by One“ und „Datafuck“ wählten wir das Sunroof-Setting mit 80 Prozent Intensität. Trotz des identischen Presets passte das Mastering den Frequenzverlauf individuell auf das Ausgangsmaterial an. Das Stereopanorama blieb unverändert.

Beide Master überzeugten durch ihre gute Transparenz und Detailwiedergabe. Sie lag gleichauf mit der Mastering Box und war Cloudbounce und Landr eine Nasenspitze voraus. Die Lautstärkeanpassung arbeitete sehr präzise und war mit rund -14 LUFS auf die Streamingwiedergabe auf Soundcloud optimiert. Für Audio-CDs wäre dies allerdings zu leise. True-Peaks wurden sicher abgefangen.

AGB und Datenschutzerklärung geben ausführlich Auskünfte in deutscher Sprache. Vor dem Mastern prüft Soundcloud die Tracks über eine Content-ID auf Urheberrechtsverletzungen. Im Test war der Algorithmus übereifrig und weigerte sich, den Rohmix von „Ocean Eyes“ zu mastern, obwohl dies ohne Veröffentlichung rechtlich unbedenklich wäre.

- ↑ guter, transparenter Klang
 - ↑ einfache Bedienung
 - ↓ übereifriger Content-Filter
- Preis: 10 Euro pro Monat/
5 Euro pro Track

Fazit

Mastering-Ingenieure können aufatmen: Selbst die besten Automatikdienste können ihnen nicht das Wasser reichen, denn keiner von ihnen glied individuelle Mixfehler adäquat aus. Aber gerade hier benötigen Hobbymusiker die meiste Hilfe. Insbesondere fehlt die Rückmeldung eines zweiten Paares erfahrener Ohren, das den Mixer auf Fehler aufmerksam macht und ihn für eine neue Version zurück ins Studio schickt. Eine KI tut das nicht.

Vor der Nutzung eines solchen Dienstes sollten Sie also Ihr eigenes Stück vorab mit kommerziellen Produktionen manuell abgleichen und der Automation dann nur noch den Feinschliff und die Abstimmung der Lautheit überlassen.

Besonders gut gelang das dem Dolby-System von Soundcloud. Die übersicht-

lichen Presets passten sich individuell an die Stücke an. Die rigide Lautheitskorrektur ist ideal zum Streaming, wenn auch zu leise für CDs. Flexibler war hier die spanische Mastering Box, die ihren transparenten Klang ebenfalls gut an die Stücke anpasste – wenn nur die Vorschau besser wäre.

In puncto Bedienung ist die App von Cloudbounce gut gelungen. Klanglich wirkten die Presets etwas voller und weniger transparent als bei Soundcloud und Mastering Box. Landr ist ebenfalls einen Versuch wert, wenn auch die KI aus unseren Testsongs nicht so viele Details herauskitzelte.

Die mit dem kostenlosen Bandlab produzierten Stücke klangen immerhin nicht schlechter als die Originalmixe. Ähnliches gilt für Aria, das trotz des Einsatzes teurer Mastering-Hardware enttäuschte.

Gewiss hat analoge Hardware beim Mastering Vorzüge gegenüber Software-Plugins. Um diese auszuspielen, genügt aber keine Handvoll Presets.

Schlechte Erfahrungen haben wir mit eMastered, Major Decibel und Maztr gemacht, die unsere Mixe mit übertriebenen Kompressorinstellungen beziehungsweise Frequenzanpassungen verhunzten.

Musikfans können sich letztlich freuen: Die besten der hier vorgestellten Dienste sind relativ günstig und einfach zu bedienen. Sie können die allgemeine Klangqualität vieler Hobbyproduktionen verbessern, ohne den professionellen Studios ernsthaft Konkurrenz zu machen. (hag@ct.de) **ct**

Master-Tracks und Frequenzanalysen:
ct.de/ytya

Webdienste für automatisches Musik-Mastering

Name	Aria Mastering	Bandlab	Cloudbounce	eMastered	Landr	Major Decibel	Mastering Box	Maztr	Soundcloud
Hersteller	Aria LLC (Atlanta, USA)	Bandlab Technologies (Singapur)	Cloudbounce (Finnland)	eMastered (Burbank, USA)	Landr Audio Inc. (Kanada)	Major Decibel Inc. (Kanada)	MasteringBox (Spanien)	Maztr (Australien)	Soundcloud (D), Dolby (USA)
Webseite	ariamastering.com	www.bandlab.com/mastering	app.cloudbounce.com	emastered.com	landr.com	majordecibel.com	masteringbox.com	maztr.com	soundcloud.com
Eingangs-Formate	Wav (bis 32 Bit), AIFF, MP3	Wav, MP3, AAC, OGG	Wav, AIFF, FLAC, MP3, OGG	Wav, AIFF, MP3	Wav, AIFF, FLAC, MP3, OGG, M4A	Wav, FLAC, MP3, AAC	Wav, FLAC, MP3, AAC	MP3, Wav	Wav (16, 24 Bit), FLAC, AIFF, MP3
Ausgabeformate	Wav (16/24 Bit)	MP3, Wav (16/24 Bit)	MP3, Wav (16/24 Bit), AIFF, FLAC, OGG	MP3, Wav (16/24 Bit)	MP3, Wav (16/24 Bit)	Wav (24 Bit), MP3 (192/320 kbps), WAV (16/24 Bit), FLAC	AAC (128 kbps), MP3 (360 kbps), WAV (16/24 Bit), FLAC	MP3 (192/320 kbps), Wav (16/24 Bit)	Wav (16/24 Bit), FLAC, AIFF, MP3
Vorschau	15 Sek. Downloads, nicht wählbar	gesamter Song	gesamter Song	gesamter Song mit Markern	30 Sek. mit Lautheitskorrektur	gesamter Song	30 Sek. nicht wählbar	gesamter Song ohne Vergleich	30 Sek. wählbar
Anpassungen	5 Presets mit Anpassungen für Bass, Höhen, Weit in je 5 Stufen	3 Presets	15 Presets, Intensität, Hochpass, Bass-Enhancer, MB-Kompressor	3-Band-EQ, Kompressor, Intensität, Stereobreite	3 Optionen	5 EQ-Einstellungen	3-Band-EQ	3/13-Band-EQ, 4-Band-Kompressor, Stereo Spread, Slammer	4 Presets, Intensität
Lautheit wählbar	5 Presets mit je 5 Stufen	–	–25 bis –8 LUFS	4 Optionen	3 Optionen	3 Optionen	–7 bis –11 LUFS	–	–
Stereo-Anpassung	✓ (etwas breiter)	✓ (etwas breiter)	optional	optional (einstellb.)	✓ (etwas breiter)	✓ (sehr breit)	✓ (etwas breiter)	✓ (wird enger)	–
Referenztracks	–	–	✓	✓	bis zu 3 (fehlerhaft)	–	–	–	–
Besonderheiten	Hardware-Mastering, bis 20 Minuten Länge	–	Desktop-App (Windows, macOS)	14 Tage bis 3 Tracks zur Probe	zusätzlicher Vertrieb auf Streaming-Plattformen	2 kostenlose MP3 (192 kbps) pro Monat	1 kostenloses MP3-Master pro Tag	kostenlose MP3 (192 kbps), nur Kreditkartenzahl.	bis 10 Minuten Länge, Copyright-ID-Prüfung
AGBs / Datenschutzerklärung	Englisch / Englisch	Englisch / Englisch	Englisch / Englisch	Deutsch / Englisch	Deutsch / Deutsch	Englisch / Englisch	Englisch / Englisch	Englisch / Englisch	Deutsch / Deutsch
Messungen									
mittlere Lautheit / Abweichungen	–8,6 LUFS / 1,6 LU	–12,4 LUFS / 3,1 LU	–8,7 LUFS / 0,3 LU	–10,0 LUFS / 0,5 LU	–10,5 LUFS / 0,6 LU	–11,4 LUFS / 0,1 LU	–9,7 LUFS / 0,4 LU	–10,2 LUFS / 1,7 LU	–13,8 LUFS / 0,1 LU
LRA-Änderungen	–0,3 LU	–1,1 LU	0,3 LU	–1,1 LU	–0,3 LU	0,0 LU	–1,3 LU	–3,4 LU	–0,2 LU
max. True Peaks	1,0 dBFS	0,8 dBFS	0,7 dBFS	0,4 dBFS	0,2 dBFS	1,4 dBFS	0,9 dBFS	0,7 dBFS	0,1 dBFS
Bewertung									
Klangeindruck	○	○	⊕	⊖	○	⊖⊖	⊕	⊖⊖	⊕
Lautheit	⊖	⊖	⊕	○	⊕	○	○	⊖	⊕
Dynamik	○	○	⊕	⊖	⊕	○	⊕	⊖⊖	⊕
Frequenz-Anpassung	⊖	○	⊕	⊖	○	⊖⊖	⊕	⊖⊖	⊕
Stereo-Panorama	○	○	○	⊖	○	⊖⊖	○	⊖⊖	–
Flexibilität	⊖	⊖	⊕⊕	⊖	⊕	⊖⊖	⊕	⊖⊖	⊕
Bedienung	⊖	⊕	⊕⊕	⊕	○	○	⊖	⊖⊖	⊕
Monats-Abo	49 US-Dollar (10 Master)	kostenlos	App: 20 US-Dollar	49 US-Dollar	ab 6 Euro	kostenlos / 6 US-Dollar	kostenlos / ab 7,14 Euro	ab kostenlos	10 Euro (3 Tracks)
einzelne Master	19 US-Dollar	kostenlos	App: inklusive, Web: 10 US-Dollar	inklusive	9 bis 18 Euro	inklusive	9 bis 14 Euro	5 US-Dollar	5 Euro

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

Zahlen, Daten, Fakten

Kurzlebige Erfindungen

Etlichen Erfindungen lag eine gute Idee zugrunde, doch sie kamen zu früh, um sich auf Dauer durchzusetzen. Noch bevor sich in Deutschland der Benzinmotor etablierte, gab es zum Beispiel erste Elektromobile. Heute kann sich eine Idee schon kurz nach der Einführung durchsetzen – oder flop-

pen. Auch der kurzzeitige Erfolg sichert längst keine Existenzen mehr, wie zahllose vergängliche Internetportale und Dienstleistungsangebote zeigen. Wer etwa erinnert sich noch an das Moorhuhn-Spiel?

Am Wandel der Videoabspieler und ihrer Formate zeigt sich, dass der

Einzug der Digitaltechnik nicht Schlag auf Schlag erfolgte. Jahrelang versuchte man weiterhin, auf den althergebrachten Bändern digitale Signale aufzuzeichnen, bevor zunächst DVDs und Blu-ray übernahmen, die nunmehr ihrerseits von Streamingformaten überholt werden. (mil@ct.de) **ct**

► Lohner Porsche

... 1899 gebaut, hatte das patentierte Elektromobil „Semper Vivus“ eine Reichweite von etwa 50 Kilometern. Lohners Motiv für den Bau: Benzinmotoren würden die Luft verderben. Eine größere Reichweite war Autokäufern wichtiger, daher flopte das Elektroauto.¹



► IBM Simon

... es gilt als erstes Smartphone – auch wenn 1994 noch niemand dieses Wort benutzte. Nach nur sechs Monaten und etwa 50.000 Verkäufen (zuerst für 1100 US-Dollar) war Schluss.



► Samsung Galaxy Note 7

... was 2016 als Top-Smartphone starten sollte, wurde wegen Produktionsfehlern bei den Akkus schnell aus dem Verkehr gezogen. Das zeigt, dass auch bei etablierten Erfindungen Ungemach drohen kann.



► Video 2000/Betamax

... dass sich die VHS-Technologie von JVC durchsetzte, lag nicht zuletzt daran, dass Sony und Philips sich weigerten, ihre Formate der Pornobranche zu lizenzieren. VHS wurde seinerseits von der DVD verdrängt.



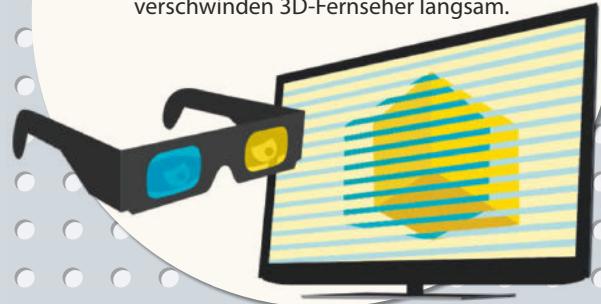
► Nokia N-Gage

... das Spiele-Handy sollte 2003 Handy und Game Boy in einem sein. Das despektierlich Döner-Handy genannte Gerät war teuer, und weil es lange zu wenige Spiele gab und weil das Telefonieren damit umständlich war, setzte es sich nicht durch. Die Plattform wurde 2007 eingestellt.



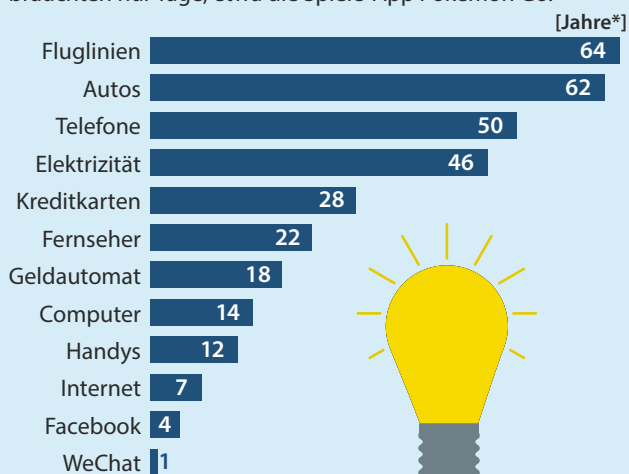
► 3D-Fernseher

... nach Filmen wie Avatar gab es 2009 einen regelrechten Boom der Verkaufszahlen, doch das Interesse flaute ab – vielleicht lag es an den 3D-Brillen, die man dafür tragen musste, vielleicht auch an der geringen Zahl der 3D-Filme: Seit 2016 verschwinden 3D-Fernseher langsam.



► Zeit zum Etablieren

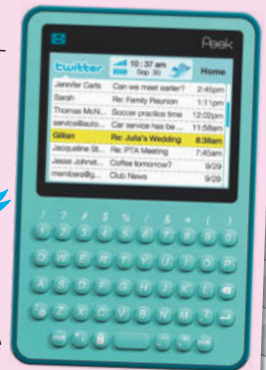
... viele Neuerungen benötigten Jahrzehnte, bevor viele Menschen sie nutzten, etwa regelmäßige Fluglinien. Andere brauchten nur Tage, etwa die Spiele-App Pokémon Go.²



*Jahreszahlen beziehen sich auf 50 Millionen Nutzer ab Veröffentlichung

► Twitter Peek

... 2009 brachte die von ehemaligen Virgin-Mobile-Ingenieuren gegründete US-Firma Peek Inc. ein handteller-großes Gerät für 100 US-Dollar heraus, das ausschließlich fürs Twittern gedacht war und von der Zeitschrift Time als eines der „Gadgets of the Year“ gewürdigt wurde. Das Smartphone war irgendwie vielseitiger und so starb der Peek 2012.³



► Virtual Boy (Nintendo)

... seiner Zeit voraus war das Virtual-Reality-Headset, das 1995 in Japan und den USA verkauft wurde. Das Gerät floppte, vermutlich weil es eine starre, rückenschmerzfördernde Sitzhaltung vorschrieb. Außerdem flimmerte das monochrome Bild fies.



► DVD-Audio/SACD

... beide Formate sollten die CD ablösen. Die meisten Musikhörer interessierten sich aber schon mehr für MP3 und Streaming.



Bitrug

Betrug mit millionenschweren Bitcoin-Wallets

Seit Jahren kursieren Bitcoin-Wallets mit einem Wert von vorgeblich hunderten Millionen Euro, deren Besitzer das Passwort vergessen haben wollen. Hacker, die das Passwort zu knacken versuchen, erwartet statt dem Millionengewinn nur eine herbe Enttäuschung.

Von Mirko Dölle

Nein, wie ärgerlich: Da hat jemand vor Jahren abertausende Bitcoins für Peanuts gekauft, doch dann ging das Passwort verloren, womit jetzt Abermillionen für immer in der Blockchain schlummern – bis ein findiger Programmierer oder Hacker das Passwort knackt und die Bitcoins einheimst. Eine Art riesige Lotterie, für die man nicht einmal ein Los kaufen muss.

Auch IT-Spezialisten sind nicht vor der Versuchung gefeit, die von der Aussicht auf schnelles Geld ausgeht. So schwärmte Alon Gal von Under The

Breach, einer Firma für Penetration Testing und Datenlecküberwachung, erst Anfang September auf Twitter von einem Wallet mit fast 70.000 Bitcoins im Wert von über einer halben Milliarde Euro, dessen Passwort er lediglich noch knacken müsste – und fordert Google schon mal auf, einen Quantencomputer für ihn klarzumachen.

Wir haben die Historie dieser Adresse verfolgt und herausgefunden, dass das Vermögen zu einem großen Teil aus dem Bitcoin-Mixer der Drogenhandelsplattform Silk Road stammt – leicht zu erkennen an einer Reihe von Einzahlungen von über 69.000 Bitcoin aus dem April 2013 von einer Adresse des Musters 1BAD... GuyZ. Es scheint sich also um das Wallet eines Silk-Road-Händlers zu handeln, das damals einen Wert von „lediglich“ 14 Millionen US-Dollar hatte. Darin wurde offenbar ein zuvor sorgfältig zerlegtes großes Vermögen wiedervereint, erkennbar an den auffälligen Teilbeträgen von exakt 500, 1000 und 2500 Bitcoin pro Transfer. Die übrigen Transaktionen entstammen einer Adresse, in der bereits zuvor ein Vermögen aus Kleinbeträgen von genau 10 und 20 Bitcoin vereinigt wurde. Es ist mehr als unwahrscheinlich, dass Profis, wie sie hier offenkundig am Werk waren, ihr Wallet-Passwort verlegen oder vergessen.

Viel wahrscheinlicher ist es, dass Alon Gal mit dem beschriebenen Wallet auf eine Fälschung hereingefallen ist und er vergeblich Zeit, Strom und womöglich kostspielige Rechenleistung aus der Cloud investiert hat. Die Gewinner sind die Betrüger, die das gefälschte Wallet konstruiert und zuvor für viel Geld verkauft haben, und manche Opfer, die ihren Verlust auf neue Opfer umgelegt haben. Dabei bestand von Anfang an für niemanden die Chance, an die ausgelobten Bitcoins heranzukommen.

Frisierte Wallets

Die Masche wird seit mehreren Jahren in leicht abgewandelter Form angewendet: Am Anfang steht oft das Märchen von einem frühen Bitcoin-Nutzer, der sein über Jahre verschollenes Wallet wiedergefunden hat, sich aber nicht mehr an das Passwort erinnern kann. Oder der Betrüger bezeichnet sich selbst als Bitcoin-Investor, der bei der Vergabe des Wallet-Passworts einen Tippfehler gemacht habe und deshalb nun nicht mehr über sein riesiges Vermögen verfügen

kann. In beiden Fällen kämen nur bestimmte Passwörter mit einer überschaubaren Länge infrage, es dürfte also für einen findigen Programmierer oder Hacker kein Problem sein, das Wallet zu knacken. Oft gibt es sogar Videos auf YouTube, die angeblich zeigen, wie viel Geld auf dem Wallet ist. Viel Geld bei überschaubarem Aufwand, das weckt die Gier der Opfer und lässt sie Ungeheimheiten übersehen.

Genau wie bei den Spam-Mails der Nigeria-Connection muss das Opfer in Vorleistung gehen, um an die vermeintlichen Millionen zu kommen: Der Besitzer des Wallets gibt vor, keine Ahnung vom Passwortknacken zu haben und deshalb das Wallet mit den abertausenden Bitcoins für ein paar wenige Bitcoins zu verkaufen. Dabei wird häufig sogar ein Beweis in Form eines YouTube-Videos angeboten, in dem der Betrüger in einem Bitcoin-Client wie Electrum das Wallet öffnet, das Guthaben der einzelnen Adressen demonstriert und darin auch zeigt, dass er über die Public Keys der Adressen sowie einen Private Key verfügt – wobei letzterer wegen des verloren gegangenen Passworts natürlich nicht entschlüsselt werden kann.

An dieser Stelle gehen viele, die lediglich über Bitcoin-Halbwissen verfügen, den Betrügern auf den Leim. Der Betrüger argumentiert, dass die Bitcoin-Adressen lediglich verkürzte Hash-Werte des Public Keys sind und sich dieser Public Key nicht aus der Adresse ableiten lässt. Wie sollte also ein Fremder an den Public Key dieser Adresse mit den abertausenden Bitcoins gelangt sein? Manchmal ist der Betrüger sogar bereit, einen Public Key des Wallets herauszugeben, damit man selbst prüfen kann, dass er zu der Bitcoin-Adresse mit dem riesigen Vermögen gehört.

Kein Quantensprung

Tatsächlich hat sich Satoshi Nakamoto bei der Entwicklung des Bitcoin bewusst dafür entschieden, nur einen verkürzten Hash des Public Keys als Zahlungsadresse zu verwenden und nicht etwa den Public Key selbst. Während bei Blöcken der Blockchain die SHA-256-Hashfunktion doppelt angewendet wird, um etwa die Difficulty zu bestimmen, wird der Public Key zunächst per SHA-256 und dann per RIPEMD-160 gehasht, wobei letzterer einen 160-Bit-Wert liefert.

Das dürfte selbst künftige Quantencomputer vor große Probleme stellen.

Schließlich müssten sie zunächst einen von vielen möglichen Eingangswerten der RIPEMD-160-Funktion berechnen und anschließend die SHA-256-Hashfunktion rückabwickeln, um einen von potenziell Millionen passenden Public Keys zu berechnen. Erst im nächsten Schritt könnte sich der Quantencomputer daran machen, den zugehörigen Private Key zu knacken, um schließlich an die Bitcoins heranzukommen. Angriffe auf Bitcoin wären also sehr viel einfacher, hätte Satoshi unmittelbar den Public Key als Zahlungsadresse für Bitcoins festgeschrieben.

Und doch ist es keineswegs ein Beweis für die Glaubwürdigkeit des Verkäufers, wenn er den Public Key einer millionenschweren Adresse vorweisen kann. Denn bei den angebotenen Bitcoin-Adressen handelt es sich stets um welche, von denen aus bereits mindestens eine Zahlung getätigt wurde. Die Adresse wurde also nicht, wie von Satoshi vorgesehen, nur ein einziges Mal für eine Auszahlung genutzt, sondern anschließend für weitere Einzahlungen. Das eröffnet nicht nur Betrugern Tür und Tor, sondern erleichtert auch Angriffe auf das Bitcoin-Vermögen erheblich. Der Grund dafür liegt in der Blockchain.

Nachschlüssel

Um über das Guthaben einer bestimmten Adresse zu verfügen, muss man nachweisen, dass man sowohl über den zur Adresse passenden Public Key als auch den zugehörigen Private Key verfügt. Deshalb wird an jede Transaktion der Public Key der Bitcoin-Adresse angehängt und mit dem Private Key signiert. Indem die Miner den Public Key aus der Transaktion zweifach hashen, können sie feststellen, ob der Key tatsächlich zur Adresse passt, und damit außerdem überprüfen, ob die Signatur der Transaktion mit dem zugehörigen Private Key erzeugt wurde. Nur dann übernehmen sie die Transaktion in einen Block der Blockchain, wodurch sie ausgeführt wird.

Die Betrüger haben also leichtes Spiel, sie müssen lediglich nach Adressen mit hohem Guthaben suchen, die mehrfach verwendet wurden (Address Reuse) und können dann den Public Key aus der Blockchain herauskopieren. Auch Quantencomputer könnten künftig versuchen, anhand des Public Keys aus der Blockchain den zugehörigen Private Key zu berechnen und dann das Guthaben abräumen. Sato-

shi Nakamoto hat dieses Problem bereits 2009 vorausgesehen und empfiehlt seit jeher, jede Adresse nur für eine einzige Zahlung zu benutzen. Die Mehrfachnutzung von Adressen ist auch nicht im Bitcoin-Protokoll vorgesehen, sie hat sich lediglich zufällig ergeben und könnte jederzeit wegfallen, wenn Bitcoin weiterentwickelt wird.

Indem Betrüger die Public Keys aus der Blockchain in einem Bitcoin-Client wie Electrum importieren, können sie ein neues Wallet erschaffen, das scheinbar ein riesiges Vermögen enthält. Damit Electrum das Wallet nicht deutlich sichtbar als Read-Only kennzeichnet, fügen sie außerdem noch die mit einem Passwort verschlüsselten Private Keys eines selbst generierten Wallets hinzu. Electrum akzeptiert diese verschlüsselten Keys klaglos und zeigt damit ein vollständiges Wallet an.

Betrugsmaschen

Der Betrug läuft üblicherweise in mehreren Zyklen ab: Zunächst werden die vorgeblich millionenschweren Wallets für zweistellige Bitcoin-Beträge im Darknet oder bei der anonymen Informationsverkaufsplattform SatoshiBox nur einem einzigen Käufer angeboten. Danach verschwindet das Angebot für eine Weile, um dann erneut aufzutauchen. Beißt niemand mehr an, wird der Preis drastisch gesenkt und das Wallet an immer mehr Interessenten verkauft.

Mitunter sind es auch die Opfer, die die teuer erworbenen Fälschungen weiterverkaufen, um ihren Verlust zu kompensieren. Am Ende der Verwertungskette stehen Verkaufsplattformen wie AllPrivateKeys, wo man Wallets für wenige Euro kaufen oder auch tauschen kann. Die letzte Stufe ist, dass niemand mehr Geld für die Wallets ausgeben möchte und sie kostenlos herumgereicht werden, wo Glücksritter sie dann aufstöbern und versuchen, Millionäre zu werden.

Die bislang vergeblichen Versuche der Hacker, die Schlüssel von hunderte Millionen schweren Bitcoin-Adressen zu knacken, beweist insgesamt eindrucksvoll die Sicherheit von Bitcoin. Satoshi Nakamoto hat mit seinem Entwurf offenkundig eine geniale Weitsicht bewiesen, sodass sich auch zehn Jahre später noch alle Angreifer die Zähne an der Kryptowährung ausbeissen. Eine wahrlich harte Währung.

(mid@ct.de) **ct**



Bild: Thomas Kühlenbeck

Das kleine große Vorbild

10 Jahre E-Perso: Was Deutschland von Österreich lernen kann

Der E-Perso ist auch zehn Jahre nach seiner Einführung noch nicht im Alltag der Bürger angekommen. Österreich zeigt, wie man es besser macht.

Von Christian Wölbart

Die Hoffnungen waren groß, als im November 2010 das „Gesetz über Personalausweise und den elektronischen Identitätsnachweis“ in Kraft trat. Der „E-Perso“ sollte fortan als sicherer, universeller Netzausweis dienen, für Behördendienste wie für Online-Geschäfte mit privaten Firmen.

Heute, zehn Jahre später, sieht die Bilanz trist aus. Mittlerweile hat zwar fast jeder den Ausweis mit Chip im Geldbeutel stecken, doch im aktuellen „E-Govern-

ment-Monitor“ der wirtschaftsnahen Digitalisierungsinitiative D21 sagten nur sechs Prozent der Befragten, dass sie die Online-Ausweisfunktion jemals genutzt hätten – genauso wenige wie 2019. Der E-Perso kommt einfach nicht vom Fleck.

Und das, obwohl ein Handicap der ersten Jahre beseitigt ist: Mittlerweile braucht man kein spezielles Lesegerät mehr, um den Funkchip auszulesen. Seit 2017 können Android-Smartphones mit NFC als Lesegerät dienen, seit Herbst 2019 auch iPhones. Trotzdem nutzen heute nicht mehr Menschen den Ausweis als früher.

Österreich ist vorbeigezogen

Deutschland fehlt damit weiterhin ein wichtiger Faktor für die Digitalisierung der Verwaltung. E-Government kann schließlich nur funktionieren, wenn Bürger sich gegenüber Behörden im Internet ausweisen.

Wie lauten die Ursachen des E-Perso-Flops? Und was muss passieren, damit er doch noch durchstartet? Auf der Suche nach Antworten bietet sich ein Blick nach Österreich an: Dort hat ein digitaler, hoheitlicher Ausweis – die „Handy-Signatur“ – den Durchbruch geschafft. Aktuell gibt es dort rund 1,5 Millionen aktive Nutzer, was 20 Prozent der erwachsenen Bevölkerung entspricht. Pro Monat kommen etwa 25.000 hinzu. Im Durchschnitt wird jede Signatur ein Mal pro Monat verwendet.

Zusammen mit der Handy-Signatur hat auch die österreichische digitale Verwaltung abgehoben. Im „E-Government-Benchmark“, einer von Capgemini im Auftrag der EU-Kommission durchgeführten Studie, gehört Österreich mit Ländern wie Dänemark und Estland zur Spitzengruppe, Deutschland hingegen zum unteren Mittelfeld.

Auch der „E-Government-Monitor“ zeigt den Vorsprung Österreichs. Dort nutzen 72 Prozent der Befragten digitale Verwaltungsangebote, 79 Prozent der Nutzer sind mit diesen Angeboten zufrieden. In Deutschland liegen die Werte bei 54 respektive 62 Prozent.

Spannend ist der Vergleich zwischen Deutschland und Österreich auch deshalb, weil sich die gesellschaftlichen Voraussetzungen für E-Government ähneln. Zum Beispiel hat Datenschutz in beiden Nationen traditionell einen höheren Stellenwert als etwa in Skandinavien. Beide sind föderal organisiert, anders als zum Beispiel der Digital-Shooting-Star Estland. Hinzu kommt, dass die Handy-Signatur, genau wie der E-Perso, nur von wenigen privaten Unternehmen unterstützt wird, also in erster Linie als Werkzeug für E-Government dient.

Technologieneutrales Gesetz

Der Blick zurück zeigt: Die österreichische Politik hat das Thema nicht nur früher angeschoben und konsequenter vorangetrieben, sie hat in wesentlichen Fragen auch andere Richtungen eingeschlagen als der große Nachbar.

Österreich erließ seine Rechtsgrundlage für den digitalen Ausweis bereits 2004, als eines der ersten europäischen Länder. Mit dem damals erlassenen E-Government-Gesetz wurde die „Bürgerkarte“ eingeführt, mit der Bürger sich gegenüber Behörden und Unternehmen im Netz identifizieren können. Außerdem enthält die Bürgerkarte eine Signatur, mit der Dokumente wie Steuererklärungen und Anträge an Behörden digital unterschrieben werden können.

Die Besonderheit: Die Bürgerkarte ist trotz ihres Namens keine bestimmte Karte. Das Gesetz stellt klare Anforderungen an Sicherheit und Datenschutz, lässt aber offen, wie diese technisch umgesetzt werden. Sie ist explizit „unabhängig von der Umsetzung auf unterschiedlichen technischen Komponenten“.

Ab 2005 konnten Österreicher deshalb verschiedene Chipkarten als Bürgerkarte freischalten lassen, darunter Bankkarten und die Krankenversicherungskarte. Der Personalausweis war nicht dabei, da dieser in Österreich mangels Ausweispflicht kaum verbreitet ist.

Server statt Chipkarte

Außerdem gab es mit der „A1 Signatur“ schon damals eine serverbasierte Variante der Bürgerkarte, einen Vorläufer der

Mit der Handy-Signatur und der App „Digitales Amt“ können Österreicher ihren Wohnsitz digital ummelden.



Handy-Signatur: Die geheimen Schlüssel des Bürgers waren nicht auf einer Karte in seinem Geldbeutel gespeichert, sondern auf einem Server des Mobilfunkanbieters A1. Das Handy diente zum Empfang von Einmalcodes per SMS und damit als Sicherheitsanker.

Der Vorteil dieser Lösung: Die Nutzer konnten E-Government-Angebote mit allen erdenklichen internetfähigen Geräten nutzen, auch unterwegs. Sie brauchten weder Chipkarte noch Lesegerät noch spezielle Software. Als zweites Faktor, zusätzlich zum Passwort, benötigten sie lediglich ein SMS-fähiges Handy.

Die A1-Signatur floppte trotzdem, wohl aufgrund eines Henne-Ei-Problems. Anfangs fehlten attraktive Applikationen, sodass kaum ein Bürger den Aufwand treiben wollte, die Funktion einzurichten. 2008 wurde sie wieder eingestellt. Auch die chipkartenbasierten Varianten setzten sich nicht durch. Der Start verlief also ähn-

lich holprig wie später der des E-Persos in Deutschland.

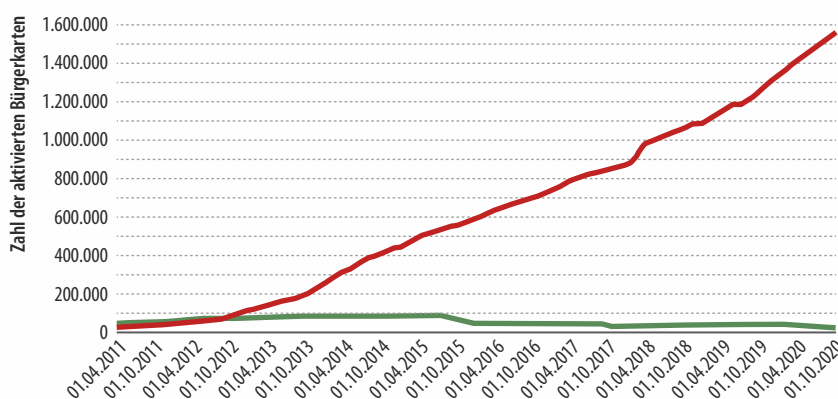
Doch in Österreich steuerte der Gesetzgeber 2008 nach und stellte explizit klar, dass auch serverbasierte Lösungen wie die geflopte A1 Signatur als Bürgerkarte dienen können – was zuvor nur implizit erlaubt war. Die Klarstellung ebnete den Weg für die Handy-Signatur, die 2010 vom privaten Dienstleister A-Trust eingeführt wurde. Wie bei der A1-Signatur benötigten Nutzer nur ein Handy. Ein Lesegerät war nicht nötig, anders als beim deutschen E-Perso, der im selben Jahr ins Rennen ging.

Bürger sanft angestupst

Außerdem förderte die österreichische Verwaltung die digitalen Ausweise von nun an besser. So warb zum Beispiel das offizielle Steuerportal FinanzOnline – das Pendant zum deutschen Elster – ab 2010 groß für sie. „Das war der erste Schub“,

Der Erfolg der Handy-Signatur

In Österreich können Bürger die serverbasierte Handy-Signatur (rote Linie) und die Krankenkassen-Chipkarte (grüne Linie) als Ausweis für E-Government nutzen.



Quelle: A-SIT

erinnert sich Herbert Leitold, Generalsekretär des österreichischen IT-Sicherheitszentrums A-SIT, im Gespräch mit c't.

Zwei Jahre später informierten die Sozialversicherungsträger die Bürger per Brief, dass sie ihr „Pensionskonto“ (das Pendant zum deutschen Rentenkonto) künftig digital einsehen sollten. Wer weiterhin jährlich einen Brief haben wollte, musste das beantragen. Sofort schnellte die Zahl der Handy-Signatur-Aktivierungen in die Höhe. Rückenwind brachte auch die 2018 eingeführte Möglichkeit, Volksbegehren digital zu unterzeichnen.

Mittlerweile können die Österreicher auch einige klassische Verwaltungsverfahren komplett am Smartphone abwickeln, zum Beispiel die Wohnsitzummeldung. Um den Vorgang zu vereinfachen, schaffte die Regierung die Pflicht ab, eine Bescheinigung des Vermieters vorzulegen. Ein Sicherheitsverlust sei das nicht, meint Leitold: „Vorher wurde ja auch nicht geprüft, ob die Unterschrift tatsächlich vom Vermieter stammt.“

Bürger sind zwar nicht verpflichtet, ihre Anliegen auf digitalem Weg vorzubringen. Aber seit 2016 werden sie sanft angestupst: Bei rund einem Dutzend Anträgen – zum Beispiel auf eine Namensänderung oder eine Heiratsurkunde – fallen die Gebühren um 40 Prozent niedriger aus, wenn sie digital gestellt werden.

Vertrauensfrage

Doch wie sieht es bei der Sicherheit aus? Hier unterscheiden sich die Ansätze grundlegend: In Deutschland liegt die digitale Identität im Chip des E-Persos, also physisch unter der Kontrolle des Nutzers, er kann und muss selbst auf sie achten. Die Handy-Signatur hingegen liegt physisch auf einem Server von A-Trust. Dabei handelt es sich um ein Tochterunternehmen österreichischer Kammern und Banken, das als Vertrauensdienstleister behördlich überwacht wird. Nutzer müssen also auf die Sicherheitsvorkehrungen und offiziellen Kontrollen vertrauen.

A-Trust speichert die Daten verschlüsselt; erst nach Freigabe durch den Nutzer würden sie in ein Hardware-Sicherheitsmodul geladen und dort entschlüsselt, erklärt A-SIT-Generalsekretär Leitold dazu.

In der Praxis wichtiger dürfte die Frage sein, wie die digitale Identität geschützt ist, falls Nutzern der Ausweis oder das Handy abhandenkommt. Handy-Signatur und E-Perso bieten hier ähnliche Vorkehrungen, beide sind jeweils durch einen zweiten Faktor abgesichert. Im Falle des E-Persos ist das die PIN. Bei der Handy-Signatur gibt es mittlerweile mehrere Verfahren: Standardmäßig benötigen Nutzer zusätzlich zu ihrem Passwort einen Schlüssel, der im Sicherheitschip des

Smartphones abgelegt und per Fingerabdruck oder Gesichtsscan freigegeben wird. Das System verlässt sich also auf Herstellerfunktionen. Alternativ kann man mit dem Smartphone einen QR-Code auf einem anderen Gerät einscannen oder einen SMS-Einmalcode anfordern. Nutzer sollten ihr Passwort also nicht im Handy speichern – so wie E-Perso-Besitzer ihre PIN nicht zusammen mit dem Ausweis aufbewahren sollten.

Während man den E-Perso nur beim Bürgeramt bekommt, kann die Identität des Bürgers bei der Ersteinrichtung der Handy-Signatur auf mehreren Wegen geprüft werden. Entweder spricht man persönlich in einer öffentlichen „Registrierungsstelle“ vor, oder man nutzt ein Online-Konto als Basis, für das die Identität bereits vorab geprüft wurde, zum Beispiel das FinanzOnline-Konto. In diesem Fall wird auch noch ein Aktivierungscode per Post versendet.

Fälle von Identitätsdiebstahl sind jedenfalls weder von der Handy-Signatur noch vom E-Perso bekannt. Über die Frage, welche Lösung unter dem Strich sicherer ist, kann man deshalb lange streiten. „Fernsignatur ist nicht grundsätzlich sicherer oder unsicherer als eine Chipkartenlösung“, meint Leitold. Es gebe „Vor- und Nachteile je nach Angriffsszenario“.

Steine in den Weg

Im Vergleich fällt auf, dass der E-Perso von Politik und Verwaltung weniger stark gefördert wurde als die Handy-Signatur in Österreich. Manchmal bekommt man sogar den Eindruck, dass ihm Steine in den Weg gelegt werden. So stellt zum Beispiel das Bundesland Bayern, das für die bundesweite Steuersoftware Elster verantwortlich ist, sein Elster-Zertifikat als digitalen Ausweis in den Vordergrund.

Die Rentenversicherung informiert weiterhin ungefragt Jahr für Jahr postalisch über die Altersbezüge, obwohl man sie auch mit dem E-Perso online einsehen kann. Und die Pflicht zur Vorlage einer Bescheinigung des Vermieters beim Wohnsitzwechsel wurde 2015 nicht abgeschafft, sondern wieder eingeführt.

Gleichzeitig mühen sich Bund, Länder und Kommunen zwar, Verwaltungsverfahren ins Netz zu bringen, etwa die Kfz-Anmeldung. Doch die Software läuft vielerorts noch nicht oder nur holprig.

Und im Vergleich zur österreichischen Handy-Signatur ist der E-Perso im Alltag nach wie vor umständlich, auch wenn man

Vorreiter und Nachzügler

Der „eGovernment Benchmark“ der Europäischen Kommission zeigt, in welchem Ausmaß die EU-Länder ihre Verwaltungsangebote digitalisiert haben (x-Achse) und wie intensiv diese Angebote von den Bürgern genutzt werden (y-Achse). Deutschland liegt in beiden Disziplinen unter dem Durchschnitt.



Quelle: EU-Kommission / Capgemini

ein NFC-fähiges Smartphone als Lesegerät verwendet. Bei manchen Handymodellen gibt es zudem Empfangsprobleme. „Um mit einem Android-Smartphone erfolgreich via NFC den Personalausweis auszulesen, muss dieser ruhig und stabil genau auf der NFC-Schnittstelle liegen“, twitterte vor Kurzem Governikus, der Entwickler der offiziellen Ausweis-App.

Der E-Perso sei zwar „einer der sichersten und besten digitalen Ausweise der Welt“, meint Marc Reinhardt, Vizepräsident der Initiative D21 und Leiter des Bereichs Öffentlicher Sektor bei der Beratungsfirma Capgemini. Doch die „Einarbeitung“ in die Technik lohne sich für Bürger nicht, wenn sie den Ausweis nur wenige Male im Jahr einsetzen könnten. Wünschenswert sei deshalb, dass auch private Unternehmen ihn unterstützen, zum Beispiel Banken. Aber der E-Perso müsse von der Bundesregierung auch aktiver beworben werden. „Da kann man viel von Österreich lernen“, meint Reinhardt.

Perso soll ins Handy

Was die Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit angeht, gibt es immerhin einen Plan: Vom kommenden Jahr an sollen Nutzer ihre Ausweisdaten in einen Sicherheitschip auf dem Smartphone verpflanzen können. Wie in Österreich soll also das Handy genügen, um sich im Netz auszuweisen. Die Ausweisdaten bleiben aber in der Hand des Bürgers. Federführend entwickelt wurde die Technik von der Bundesdruckerei im „Projekt Optimos 2.0“.

Das Problem: Die Smartphone-Hersteller müssen Sicherheitschips ihrer Geräte für den Ausweis freigeben, was bisher nur Samsung angekündigt hat. Dass Apple mitmacht, gilt in Expertengereisen als unwahrscheinlich. Und eine Kooperation mit Huawei würde angesichts der Spionagediskussion seltsam wirken. Es dürfte also schwer werden, eine breite Nutzermasse zu erreichen – während die österreichische Lösung mit praktisch jedem Handy kompatibel ist.

Eine Kopie der österreichischen Handy-Signatur schließt die Bundesregierung dennoch aus. Eine Ablage der Schlüsselinformationen auf einem Server, ohne lokales Sicherheitselement, erfülle die deutschen Anforderungen nicht, sagte ein Sprecher des Bundesinnenministeriums.

Allerdings sind Server-Lösungen längst keine österreichische Spezialität



Bild: Fischer

Serverlösungen wie die Handy-Signatur seien nicht grundsätzlich unsicherer als Chipkarten wie der elektronische Personalausweis, meint der österreichische IT-Sicherheitsexperte Herbert Leitold.

mehr. Sie setzen sich im Bereich der qualifizierten Elektronischen Signaturen europaweit immer mehr durch. Auch das deutsche Staatsunternehmen Bundesdruckerei bietet inzwischen eine Serverlösung an, mit der Nutzer digitale Unterschriften erstellen können.

Nutzername und Passwort statt E-Perso

So bleibt abzuwarten, ob das deutsche System doch noch den Durchbruch schafft. Falls nicht, droht am Ende sogar ein Sicherheitsverlust: Lassen die Bürger den E-Perso weiter links liegen, könnten Politik und Verwaltung sich gezwungen sehen, auf wackeligere Alternativen ohne Zwei-Faktor-Authentifizierung umzusteigen.

Einen Vorgeschmack darauf gibt es im Moment in Bayern: Nachdem viele Kfz-Zulassungsstellen aufgrund des Corona-Lockdowns ihre Türen schlossen, erlaubte der Freistaat die Online-Zulassung von Autos ohne E-Perso. Bis Ende des Jahres genügt eine allein mit Nutzername und Passwort angelegte „Bayern-ID“.

Und auch die Bundesregierung weicht mittlerweile von ihren hohen Ansprüchen an Datenschutz ab: Im Sommer beschloss sie, die Steuer-ID in eine allgemeine Bürgernummer zu verwandeln. Sie soll in über 50 behördlichen Datenbanken gespeichert werden, damit Ämter automatisiert

Datensätze von Bürgern untereinander austauschen können.

Aus Sicht von Datenschützern verstößt das Vorhaben klar gegen das Recht auf informationelle Selbstbestimmung: Von einer allgemeinen Bürgernummer ist es aus ihrer Sicht nur noch ein kleiner Schritt zum Big-Brother-Staat, der umfassende Persönlichkeitsprofile seiner Bürger pflegt.

Österreich auch beim Datenschutz vorne

Wie E-Government datenschutzfreundlich geht, könnte sich die Bundesregierung wiederum in Österreich anschauen. Dort führte der Gesetzgeber 2004 zusammen mit der Bürgerkarte auch ein innovatives Verfahren für den Datenaustausch zwischen Behörden ein.

Der Trick: Eine „Stammzahl“ genannte Identifikationsnummer des Bürgers wird ausschließlich in der Bürgerkarte gespeichert und bleibt geheim. Identifiziert er sich gegenüber einer Behörde, wird aus der Stammzahl ein „bereichsspezifisches Personenkennzeichen“ (bPK) abgeleitet, aus dem sich die Stammzahl nicht zurückrechnen lässt.

Insgesamt hat Österreich über 30 Verwaltungsbereiche definiert, die unterschiedliche bPK speichern – von Gesundheit über Verteidigung bis zu Steuern. Braucht eine Behörde Daten aus einem anderen Bereich, erhält sie von einer Zentralstelle das verschlüsselte bPK des Bürgers bei der Zielbehörde und kann damit die gewünschten Daten anfordern. So läuft das E-Government vollautomatisch, doch die Verschlüsselung verhindert das Zusammenführen der Daten zu Persönlichkeitsprofilen.

Diese Lösung zeige, wie man Datenschutz „mit technischen Mitteln gewährleisten kann“, meint Sicherheitsexperte Leitold vom A-SIT. Über die deutsche Entscheidung für eine übergreifende Bürgernummer habe er sich deshalb gewundert. „Eine gewisse Überraschung hat es bei mir schon gegeben.“

Auch die deutschen Datenschutzbehörden loben das österreichische Modell: Es werde dort „seit vielen Jahren erfolgreich praktiziert“, erklärten sie vor einigen Monaten in einer Stellungnahme. Die Bundesregierung habe es jedoch nie ernsthaft erwogen und stattdessen als zu komplex abgelehnt.

(cwo@ct.de) **ct**

E-Government-Studien: [ct.de/y3n](https://www.ct.de/y3n)

Kristallklare Bilder

Der Siegeszug der LCD-Monitore

Flüssigkristallbildschirme haben ihre voluminösen Röhrenkollegen vor etwa zwanzig Jahren vom Schreibtisch geschubst. Der Start der LCD-Technik verlief jedoch ganz schön holprig.

Von Ulrike Kuhlmann

Ein hochauflösender Flachbildschirm gehört heute zur normalen Büroausstattung. Dabei hat die LCD-Technik für Monitore gerade mal 25 Jahre auf dem Buckel und setzte sich recht zögerlich durch. So berichtete Georg Schnurer in c't 6/1994 von einem 10,4-zölligen Farbmonitor mit VGA-Auflösung (640 × 480 Pixel), der für stolze 10.000 D-Mark angeboten wurde. Die exorbitanten Preise trotz jämmerlicher Auflösung und enormer Blickwinkelabhängigkeit waren der unausgereiften LCD-Fertigung geschuldet – man munkelte seinerzeit von Ausschussraten über 70 Prozent.

In den folgenden zwei Jahren kamen erste LCD-Monitore mit 15 Zoll Diagonale auf den Markt, die Auflösung stieg auf 1024 × 768 Pixel (XGA). Die Geräte waren mit über 6000 D-Mark aber immer noch enorm teuer. In den 1990er Jahren beherrschten voluminöse Röhrenmonitore (CRT, Cathode Ray Tube) die Schreibtische: Gute Geräte mit 20 Zoll Diagonale stellten 1280 × 1024 Bildpunkte (SXGA) auf einer sichtbaren Bildfläche mit 18 Zoll Diagonale dar – ein Teil der Bildfläche verschwand hinter der Röhreneinfassung.

LCD-Monitore zuerst nur analog

LC-Displays konnten ihren Vorteil gegenüber CRTs – eine flimmerfreie, knackscharfe Darstellung – zunächst nicht ausspielen, denn sie wurden genau wie CRTs analog betrieben. Die Monitorhersteller mussten die analogen Videosignale der Grafikkarte rückdigitalisieren und synchronisieren. Etliche LCD-Monitore flimmerten deshalb.

Auf der CeBIT 1998 wurden schließlich die ersten Grafikkarten vorgestellt, die neben analogen auch digitale Signalausgänge besaßen. Im selben Jahr testete c't

erstmalig LCD-Monitore im großen Stil – zwanzig Geräte mit Diagonalen zwischen 13,8 und 15 Zoll für 2700 bis 4800 D-Mark. Deren Einblickwinkel waren extrem eng – bei seitlicher Betrachtung wurde die Darstellung milchig, von unten besehen oft invertiert. Gefeierte haben wir die flachen Displays trotzdem.

Im besagten Vergleichstest bekamen wir auch das erste rein digitale LCD in die Finger: Siemens-Nixdorf lieferte es mit einer passenden Grafikkarte aus, es zeigte 1024 × 768 Pixel auf gerade mal 35 Zentimeter (13,8 Zoll) in der Diagonale und kostete stolze 3700 D-Mark.

Die ersten 18-Zöller holten wir zur Ausgabe 18/1998 ins c't-Labor. Sie kamen von NEC und Eizo und kosteten mit 8000 D-Mark vier- bis sechsmal so viel wie ein vergleichbar großer Röhrenmonitor. Ihre Bilddiagonale fanden wir super, die Bildqualität nur mittel. In den folgenden Jahren fielen die Preise rasant, wofür auch die Supermarktketten sorgten – Monitorangebote provozierten seinerzeit Schlangen vor Aldi, Plus & Co. Ein 15-Zöller kostete Mitte 2001 nur noch 700 D-Mark. Allerdings nutzten die meisten Geräte blickwinkelabhängige TN-Panels und hatten lediglich einen analogen Signaleingang. Erst ab etwa 2003 wurden Monitore mit blickwinkelstabiler VA- und IPS-Technik erschwinglich.

Wachsende Diagonalen und vor allem höhere Auflösungen forcierten schließlich den Wechsel zum Digitaleingang. Wie bei vielen grundlegenden Änderungen üblich brachte dieser Umstieg ein Wirrwarr digitaler Anschlussvarianten hervor, darunter P&D, DFP und DVI. Für die Apple-eigene DVI-Variante ADC brauchte man sogar ein eigenes, sehr klobiges Netzteil. Bei Unterhaltungselektronik setzte sich letztlich das High Definition Multimedia Interface (HDMI) durch, während sich der Display-Port im PC-Bereich behauptete. Viele PC-Monitore haben aber bis heute auch HDMI, manche sogar noch VGA.

Einige LCD-Hersteller der ersten Stunde sind bis heute am Markt vertreten, etwa BenQ, Philips und Samsung. Aber kennen Sie noch Belinea, Natcomp oder Highscreen?

LEDs statt Kaltkathoden

Ein Meilenstein war der Wechsel des Backlight: Statt Kaltkathodenstrahler (CCFL, Cold Cathode Fluorescent Lamp) leuchteten ab 2006 kleine Leuchtdioden (LEDs) den LCD-Hintergrund aus. Zunächst setzten die Hersteller bunte RGB-



Der erste rein digitale Monitor von Siemens-Nixdorf, der MCF3501T, wurde mitsamt Grafikkarte ausgeliefert.

LEDs im Backlight ein, was die Monitore ungemein farbstark, aber auch ungemein teuer machte.

Die ersten kostengünstigen blauen LEDs, deren Licht über gelbe Diodenkapen in „weißes“ Licht gewandelt wurde, fand man ab etwa **2008** in Monitoren. Während das LED-Backlight in Notebooks längst üblich war, erfolgte der komplette Umstieg auf die energieeffizientere LED-Technik bei PC-Monitoren erst nach 2010. Mit den quecksilberhaltigen CCFL-Röhrchen verschwand auch das Flirren im Bildschirmhintergrund, die Monitorgehäuse wurden leichter und die Displays noch schlanker.

3D-Displays und Breitformate

Ab **2009** gab es ein 3D-Intermezzo: Monitore, deren Stereobilder die Nutzer mit Rot-Grün-Brillen, klobigen Shutterbrillen oder leichteren Polfilterbrillen – und umständlichen Treibereinstellungen – betrachten konnten. Im selben Jahr wechselte das Format der Flachbildschirme von 4:3 oder 5:4 zu Breitformaten wie 15:9, 16:9 oder 16:10. Das lag nicht etwa an den veränderten Sehgewohnheiten der Nutzer, sondern schlicht an neuen Panel-Fabriken: Um die Fabs für breitformatige Flachbildfernseher auszulasten, produzierte man dort auch Monitor-Panels.

Mehr Pixel

Die bereits im TV übliche Full-HD-Auflösung mit 1920×1080 Pixeln setzte sich daraufhin auch bei Monitoren durch. Ab etwa **2010** wurden 27- und 30-Zoll-Schirme mit noch mehr Bildpunkten angeboten, nämlich mit 2560×1440 (16:9) beziehungsweise 2560×1600 Pixeln (16:10).

2012 tauchten erste High-End-Geräte mit ultrahoher Auflösung (UHD, 4K) wie Eizos FDH360 für 25.000 Euro im Handel auf, ab **2013** wurde die 4K-Auflösung für Monitore erschwinglicher. Die anfänglichen Anschlussprobleme legten sich bald und auch die Preise fielen schnell: Zwei Jahre später kosteten 4K-Monitore mit TN-Panel gerade mal 500 Euro.

Mit der Auflösung stiegen die Bildschirmdiagonalen – 32-Zöller mit 80 Zentimeter Diagonale wurden plötzlich auch für den Schreibtisch denkbar. c't prüfte deshalb in Ausgabe 11/2015, ob sich die preiswerteren 4K-TVs nicht auch zum großen Monitor umfunktionieren lassen.

Etwa ab **2013** kamen überbreite Monitore mit 2560×1080 oder noch feineren

3440×1440 Pixeln in Mode. Etliche der Schirme waren leicht gebogen (curved), um den Abstand zwischen der Schirmoberfläche und dem Auge des Betrachters konstant zu halten. Die breitgezogenen Displays wurden zunächst belächelt – heute sind sie nicht mehr wegzudenken.

2015 präsentierten Apple, Dell und HP die ersten 5K-Displays mit knapp 15 Millionen Pixeln, zwei Jahre später trumpfte Dell mit dem ersten 8K-Monitor mit nochmals verdoppelten 33 Millionen Pixeln auf. Derartige Giganten sind allerdings bis heute einigen wenigen, sehr teuren Geräten vorbehalten.

Displays für Gamer

Ebenfalls **2015** freuten sich Gaming-Fans über die ersten Monitore, deren Bildausgabe im Takt mit den von der Grafikkarte gelieferten Frames lief. Für Nvidias G-Sync benötigten die Monitore ein lüftergekühltes Modul, das die Synchronisation sicherstellte. Für AMDs FreeSync, eine Variante des von der VESA spezifizierten Adaptive Sync, musste dagegen kein teures Modul her – Displays für beide Techniken gab es zunächst nicht. Diese Lagerbildung endete erst **2019**, als Nvidia ein Einsehen hatte und sogenannte G-Sync-kompatible Geräte präsentierte.

2017 hielt der USB-C-Port als Videoeingang Einzug in die Monitore. Da er außer DisplayPort-Videosignale auch USB-Daten und Strom übertrug, ließen sich die Monitore als Dockingstation fürs Notebook nutzen.

Kontraststark für Videos

Die Hochkontrastdarstellung war zunächst den TV-Displays vorbehalten, bis sie **2017** auch in PC-Monitoren auftauchte. Die ersten Tests von HDR-Monitoren waren jedoch ernüchternd – wir konnten keinen Unterschied zwischen der Darstellung mit und ohne HDR erkennen. Die kontraststarke Wiedergabe auf PC-Monitoren spezifizierte die VESA erst **Ende 2017** im DisplayHDR-Standard.

Den nächsten Schritt zur Kontraststeigerung ermöglichten Mini-LEDs, die



3D-Monitore fanden Ende der 2000er Jahre auch bei c't großen Anklang.

statt am Displayrand nun gleichmäßig im Displayrücken verteilt wurden und sich einzeln regeln ließen. Das erste Gerät mit unzähligen winzigen LEDs für Full-Array Local Dimming (FALD) stellte Asus **2019** mit seinem 32-zölligen ProArt-Monitor mit Mini-LEDs vor, Anfang **2020** zog Apple hierzulande mit dem Pro Display XDR nach. Die Preise für diese High-End-Monitore – sie kosten zwischen 3000 und 6000 Euro – gleichen denen, die man Mitte der 1990er Jahre für die ersten LCD-Monitore auf den Tisch legen musste.

Ausblick: LEDs oder OLEDs?

Mini-LED-Backlights werden in Monitoren irgendwann Mainstream. Die Alternative dazu wären organische Displays, doch OLEDs wird es im Monitor auf absehbare Zeit wohl nicht geben – die Skalierung auf kleinere Diagonalen klappt selbst im TV-Bereich nur sehr zögerlich.

Echte LED-Displays, bei denen jeder Bildpunkt mit drei Leuchtdioden realisiert wird, könnten dagegen zuerst in kleinen, sehr speziellen und damit sehr teuren Monitoren Einzug halten. Bis dahin wird die LCD-Technik die Monitorwelt allerdings noch eine ganze Weile dominieren. (uk@ct.de) **ct**

Digitale Anschlüsse im Wandel der Zeit: P&D, DFP, DVI, HDMI, DP, USB-C (von links)



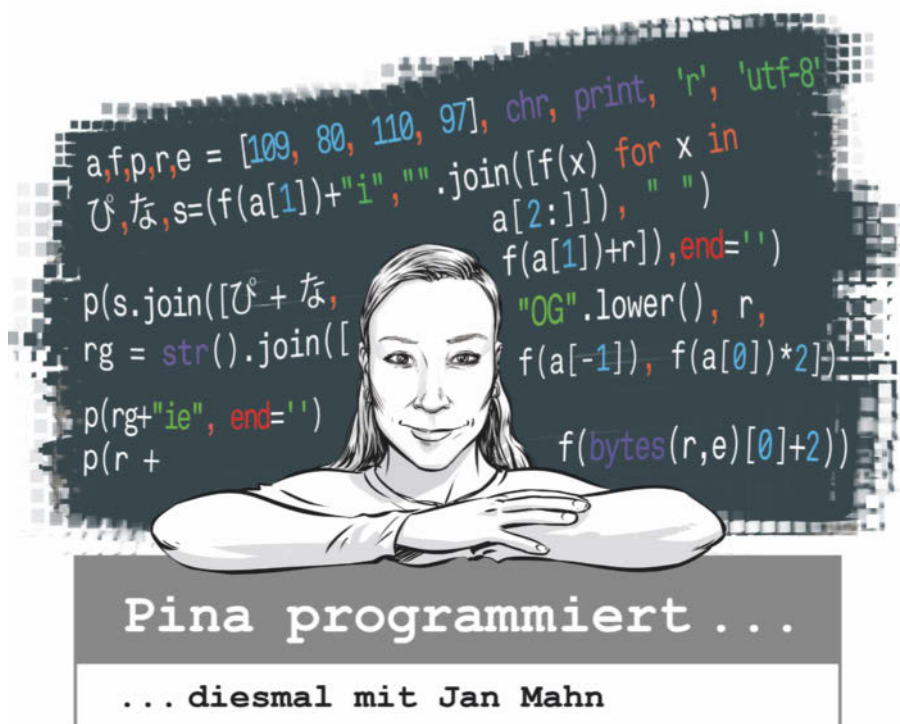


Bild: Albert Hulm

Tresor to Go

Zugangsdaten sicher speichern mit Go

Viele Programme erfragen Anmeldedaten vom Benutzer, um sich an einem Server anzumelden. Oft landet das Kennwort dann im Klartext in einer Datei auf der Festplatte – dabei ist es kein Hexenwerk, den sicheren Kennwortspeicher des Betriebssystems zu nutzen. Mit Go gelingt das plattformübergreifend.

Von Jan Mahn

Die „schönsten“ Probleme beim Programmieren sind solche, die man vom Programmieren noch gar nicht hatte. Eigentlich hatte man sich mit einem ganz anderen Ziel an den Computer gesetzt und verbringt dann die meiste Zeit mit einer ganz neuen Baustelle. Für manche Prob-

leme gibt es nämlich ästhetische Lösungen, deren Schönheit darin besteht, dass der Nutzer von ihnen nichts mitbekommt. Die Gewissheit, eine wirklich schöne Lösung gefunden und umgesetzt zu haben, muss als Lohn für die Arbeit dann ausreichen. Wenn man die Welt dabei noch ein Stückchen sicherer gemacht hat, ist das befriedigend genug.

Das sichere Speichern von Zugangsdaten in einer Anwendung ist ein gutes Beispiel, das eine schöne Lösung verlangt. Auf die Existenz dieses Problems stieß ich natürlich nebenbei: Ein kleines Kommandozeilenwerkzeug sollte her, mit dem Kollegen und ich per HTTPS auf ein internes API im Verlag zugreifen können. Eigentlich keine große Sache: Meine neue Lieblingssprache Go bringt alles mit, um eine Kommandozeilenanwendung zu bauen und für alle gängigen Betriebssysteme zu kompilieren. Unter Windows, Linux und macOS sollte das Programm laufen, damit möglichst viele Kollegen in den Genuss kom-

men können. Die ersten Schritte waren auch schnell erledigt, die Hülle einer Kommandozeilenanwendung mit Go und dem CLI-Framework Cobra habe ich in einer mittlerweile vierteiligen Artikelreihe zum Einstieg in Go vorgestellt und konnte mich dort an meinem eigenen Code großzügig bedienen [1 – 4]. Das Cross-Compiling erledigt Go voller Eleganz und schnell hatte ich auf dem Mac drei Binärdateien für die drei Betriebssysteme. Auch das Abrufen von Informationen aus einem HTTP-API ist mit den Bordmitteln von Go keine große Herausforderung.

Doch dann musste ich mich am API-Server anmelden, ganz klassisch per Benutzername und Kennwort. Irgendwie widerstrebte es mir, auch zu Testzwecken, mein Kennwort mal kurz in den Code einzubauen. Allzu schnell landeten solche Experimente versehentlich in der Versionsverwaltung und dann schlimmstenfalls bei GitHub. Ein vermeidbarer Fehler. Eine ästhetische Login-Routine musste her, bevor ich den Rest der eigentlichen Anwendung bauen konnte.

Was andere machen

Das Rad neu zu erfinden, war in der Geschichte der Softwareentwicklung nur selten eine gute Idee. Also sah ich mir an, was andere getan haben. Das Docker-CLI zum Beispiel ist ausreichend weit verbreitet, um als Anhaltspunkt zu dienen. Ich dachte mir: „Was die gebaut haben, kann nicht ganz falsch sein.“ Die Anmeldung an einer Container-Registry funktioniert dort mit der Syntax:

```
docker login <Adresse des Servers>
```

Danach wird man nach Benutzername und Kennwort gefragt. Hat die Anmeldung am Server funktioniert, muss man diesen Schritt auf der Maschine auch nicht mehr erledigen, die Daten werden also irgendwo gespeichert – doch wo eigentlich genau?

Um das herauszufinden, schaute ich mir die drei gängigsten Betriebssysteme einmal an, zunächst Linux mit Gnome Desktop und einen Ubuntu-Server ohne GUI. Fündig wurde ich jeweils im Ordner `.docker` im Home-Verzeichnis. Dort legt Docker die Datei `config.json` an:

```
"auths": {
  "docker.pkg.github.com": {
    "auth": <Name & Passwort in Base64>
  }
}
```

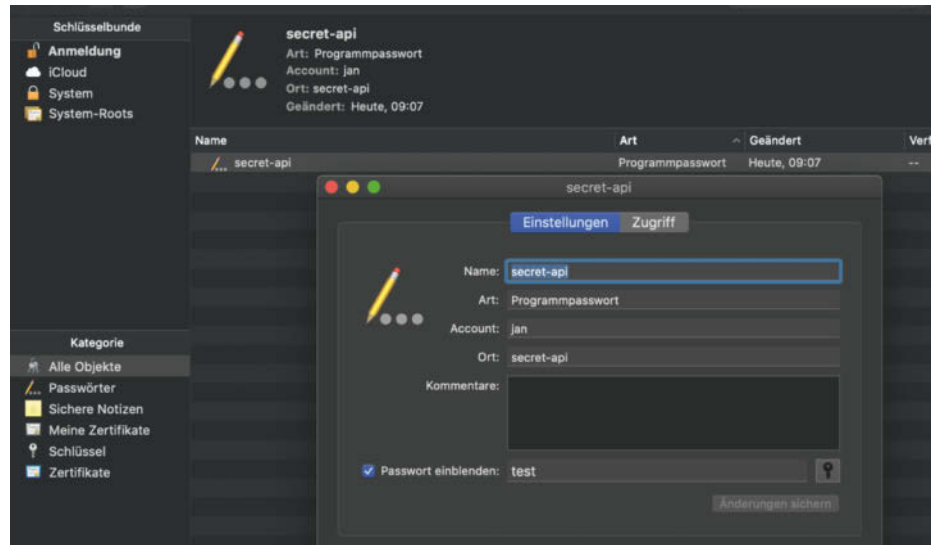
Für jede Registry, an der ich mich anmelde, landete das Kennwort in dieser JSON-Datei, konvertiert als Base64-String. Base64 ist natürlich keine Verschlüsselung, sondern nur ein anderer Zeichensatz und leicht rückkonvertierbar. Nach dem sicherheitstechnisch letzten Schrei sah mir das noch nicht aus. Wer an die Datei kommt, hat das Kennwort. Und nicht jeder Nutzer hat eine Festplattenverschlüsselung aktiviert.

Ich wechselte den Computer: Auch auf dem Mac legt Docker die Datei `config.json` an, dort allerdings ohne das Kennwort. Stattdessen fand ich dort den Eintrag `"credsStore": "desktop"`. Docker Desktop wählt hier eine schönere Alternative zur Klartextdatei im Dateisystem: die betriebssystemeigene Ablage für Geheimnisse.

Unter macOS heißt sie Schlüsselbundverwaltung und verwaltet neben Kennwörtern von Programmen auch Zertifikate, die Kennwörter des Apple-Browsers Safari und WLAN-Schlüssel. Die grafische Oberfläche finden Sie über die Spotlight-Suche mit dem Suchbegriff „Schlüsselbundverwaltung“. Dort fand ich auch meine Docker-Zugangsdaten, gesichert mit meinem Benutzerkennwort. Zum Verschlüsseln nutzt macOS Crypto-Hardware wie den Apple T2, der in neuen Geräten verbaut ist. Mac-Anwendungen gebrauchen diesen Tresor sehr zahlreich, die Liste ist gut gefüllt.

Unter Windows gibt es ebenfalls eine ins Betriebssystem integrierte Anmeldeinformationsverwaltung, die aber eher ein Nischendasein fristet. Die grafische Oberfläche findet man mit dem Suchbegriff „Anmeldeinformationsverwaltung“ in der Suchleiste oder über die Systemsteuerung. Auch Windows kann ein TPM (Trusted Platform Module), also die Crypto-Hardware des Rechners, zum Verschlüsseln benutzen. Auf meinen Testgeräten war die Liste der Kennwörter, die andere Anwendungen hier abgelegt hatten, aber sehr überschaubar. Auch weit verbreitete Software wie die Spotify-App oder Thunderbird machen offensichtlich keinen Gebrauch von diesem Speicher.

Zurück zur Linux-Maschine mit dem Gnome-Desktop: Dort gibt es „Gnome-Keyring“, eine Programmsammlung, die die Spezifikation des „DBus Secret Service API“ umsetzt. In vielen Distributionen ist die grafische Oberfläche Seahorse für diese Schlüsselverwaltung bereits installiert. Wenn nicht: Das Paket heißt `seahorse`. Die Schlüsselsammlung bewahrt Gnome-



Unter macOS landen die Kennwörter in der Schlüsselbundverwaltung.

Keyring verschlüsselt auf, wenn sie nicht benutzt wird. Ein Blick in das Seahorse-GUI zeigt, ähnlich wie auch unter Windows: Viele Programme machen noch keinen Gebrauch von dieser Funktion.

Solange der Nutzer, dem die Geheimnisse gehören, nicht angemeldet ist, werden sie verschlüsselt gespeichert, sofern vorhanden kommt die Crypto-Hardware zum Einsatz. Beim Anmelden am Betriebssystem werden sie mit dem Nutzerkennwort entschlüsselt.

Mein Entschluss stand fest: Diese drei Ablageorte für Kennwörter sollte mein kleines Werkzeug benutzen – für andere Betriebssysteme (zum Beispiel Linux mit KDE oder Server-Linux ohne grafische Oberfläche) kann man später immer noch eine Fallback-Lösung mit einer JSON-Datei einbauen.

Eine Bibliothek für alle

Die drei Schnittstellen für die Kennwortspeicher von Windows, macOS und Gnome Desktop wollte ich ungern zu Fuß bedienen und war froh, dass man beim Versandhändler Zalando offenbar nicht nur Schuhe in Postpakete verpackt, sondern auch Code in Open-Source-Pakete. Für das Verwalten von Kennwörtern mit Go haben sie das Paket `go-keyring` entwickelt und auf GitHub veröffentlicht (Link via ct.de/yweb).

Die Bibliothek besteht im Kern aus zwei Funktionen, die im Hintergrund das Betriebssystem erkennen und dann über eine geeignete Schnittstelle mit dem Kennwortspeicher interagieren. Ein Kennwort ist mit nur drei Zeilen im internen Kennwortspeicher abgelegt:

```
err := keyring.Set(name, user, pass)
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Als ersten Parameter erwartet `keyring.Set()` den Namen der Anwendung, unter dem das Kennwort gespeichert werden soll. Diesen Namen kann der Entwickler vergeben, zum Beispiel `secret-api`. Wenn Sie diese paar Zeilen in ein minimales Go-Projekt eingebaut und ausgeführt haben, sollten Sie im GUI Ihres Betriebssystems einen Eintrag mit dem Namen finden.

Mit der Go-typischen Fehlerbehandlung, also einer Variablen `err` für den Fehler, kann man zum Beispiel erkennen, dass das Betriebssystem keinen passenden Kennwortspeicher mitbringt, und hier eine Alternative einbauen. Ist `err` nicht `nil`, hat etwas nicht funktioniert.

Auch das Auslesen eines Eintrags ist schnell erledigt, man braucht nur den Namen des Programms und den des Benutzers:

```
secret, err := keyring.Get(name, user)
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
log.Println(secret)
```

Der Workflow

Mit diesen Schnipseln ist eine Funktion schnell gebaut, die den Nutzer nach dem Kennwort fragt und es im Speicher ablegt. Den ganzen Code inklusive der CLI-Hülle

finden Sie über ct.de/yweb bei GitHub. Rechts finden Sie eine Funktion, die als Inspiration für eigene Abläufe dienen kann.

Ein paar Teilprobleme muss man zusätzlich zum Speichern noch lösen. Um den Benutzernamen vom Nutzer zu erfragen, braucht man einen Lesebuffer, den `bufio.NewReader()` erzeugt. Die Methode `ReadString('\n')` liest dann alle Eingaben bis zum Drücken der Enter-Taste. Nachdem man den Zeilenumbruch abgeschnitten hat, bleibt der Benutzername übrig.

Das Kennwort sollte man nicht auf demselben Weg erfragen, schließlich soll es beim Tippen nicht lesbar auf der Kommandozeile landen. Schöner funktioniert das mit `ReadPassword()` aus dem Paket `"golang.org/x/crypto/ssh/terminal"`.

Feinschliff

Neugierig kompilierte ich das Programm für alle Ziel-Betriebssysteme. Eine kleine Skriptdatei erleichterte diese Arbeit ungemein:

```
export GOARCH=amd64
export GOOS=darwin
go build -o ./build/mac/secret-api
export GOOS=linux
go build -o ./build/linux/secret-api
export GOOS=windows
go build -o ./build/win/secret-api.exe
```

Die Kompilate beförderte ich auf meine Testmaschinen und startete sie auf der Kommandozeile mit `secret-api login example.org`. Beim ersten Durchgang wurde ich nach dem Benutzernamen und auch nach dem Kennwort gefragt, beim zweiten Durchgang mit demselben Benutzernamen kam das Programm ohne diese Frage aus und bezog die Information aus dem Kennwortspeicher. Für jeden neuen Benutzernamen entsteht ein weiterer Eintrag. Möchte man dem Nutzer erlauben, sich bei verschiedenen Servern anzumelden, kann man die Serveradresse zum Beispiel an den Nutzernamen anhängen:

```
user = user + "@" + server
```

Auf allen Testumgebungen funktionierte das Verfahren wie geplant, in den GUIs fand ich meine gespeicherten Kennwörter jeweils wieder. Die Entwickler der Bibliothek weisen noch darauf hin, dass unter Linux eine Sammlung mit dem Namen `login` existieren muss und man diese möglicherweise zuerst über `Seahorse` anlegen

```
func login(server string) error {
    reader := bufio.NewReader(os.Stdin)
    fmt.Print("Enter Username: ")
    user, _ := reader.ReadString('\n')
    user = strings.Replace(user, "\n", "", -1)
    if len(user) < 2 {
        fmt.Println("no username entered")
        return nil
    }

    service := "secret-api"
    pass := ""
    pass, err := keyring.Get(service, user)
    if err != nil {
        fmt.Print("Enter Password: ")
        bytePassword, err := terminal.ReadPassword(int(syscall.Stdin))
        if err != nil {
            fmt.Println("no password entered.")
        }
        pass = string(bytePassword)

        err = keyring.Set(service, user, pass)
        if err != nil {
            fmt.Println("could not save to keychain.")
            return nil
        }
    }

    fmt.Println("we have a password")
    fmt.Println(pass)
    // Hier könnte die eigentliche HTTP-Operation folgen
    return nil
}
```

Mit go-keyring speichern Sie Kennwörter im Kennwortspeicher des Betriebssystems.

muss. Auf allen gängigen Linux-Distributionen ist diese aber von Haus aus angelegt und einen Dialog zum Anlegen neuer Sammlungen fand ich auch nicht. Der Hinweis ist offenbar überholt.

Die weiteren Schritte hängen stark vom konkreten Anwendungsfall ab. Bevor man ein neues Kennwort in den Tresor legt, kann man zum Beispiel prüfen, ob es auch beim Server funktioniert. Wie man das bewerkstelligt, kommt auf den Server an. In meinem Fall musste ich Benutzernamen und Kennwort per POST-Request als Formeldaten verschicken und bekam im Erfolgsfall ein Cookie zurück, im Fehlerfall einen HTTP-Fehlercode. Arbeitet man mit einem HTTP-API, bekommt man meist ein Token in einem JSON-Objekt ausgehändigt, das man an zukünftige Anfragen anhängen muss. Je nach Bedarf kann man `go-keyring` dann gleich noch einmal benutzen und das Cookie oder den Token-Inhalt in einem weiteren Eintrag speichern. Alle Funktionen, die später einen Request ausführen sollen, würden es immer zunächst mit diesem Token probieren. Ist dieser nicht mehr gültig, rufen sie eine Login-Funk-

tion auf, die mit den Zugangsdaten aus dem Tresor ein neues Token beschafft und speichert.

Gutes Gefühl

Mein eigentliches Problem, das Auslesen unseres internen API, hatte ich damit noch nicht gelöst, die Anmeldeprozedur mit den Kennwortspeichern gefiel mir aber – vor allem, weil das Ergebnis wirklich plattformübergreifend funktioniert. Die Binärdateien haben keine zusätzlichen Abhängigkeiten und nutzen die Fähigkeiten des jeweiligen Betriebssystems aus. Und lehrreich war der Exkurs allemal.

(jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Mahn, Code to Go, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 1, c't 9/2020, S. 144
- [2] Jan Mahn, Go on, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 2, c't 10/2020, S. 156
- [3] Jan Mahn, Go Deeper, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 3, c't 16/2020, S. 154
- [4] Jan Mahn, Go surfing, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 4, c't 17/2020, S. 158

Code des Beispiels: ct.de/yweb

Back to BASIC

Exklusiv
im heise shop!

+ Nano-Axe-
Board mit
PICAXE-08M2



NEU

Make Picaxe Special

Noch einfacher als Arduino: Im neuen PICAXE Special der Make dreht sich alles um den Einstieg ins Programmieren mit BASIC. Dazu gibt es ein neuentwickeltes Programmierboard für den Einsatz von PICAXE-Chips, das Nano-Axe-Board mit USB-Anschluss. Damit können Sie sofort starten!

shop.heise.de/make-picaxe

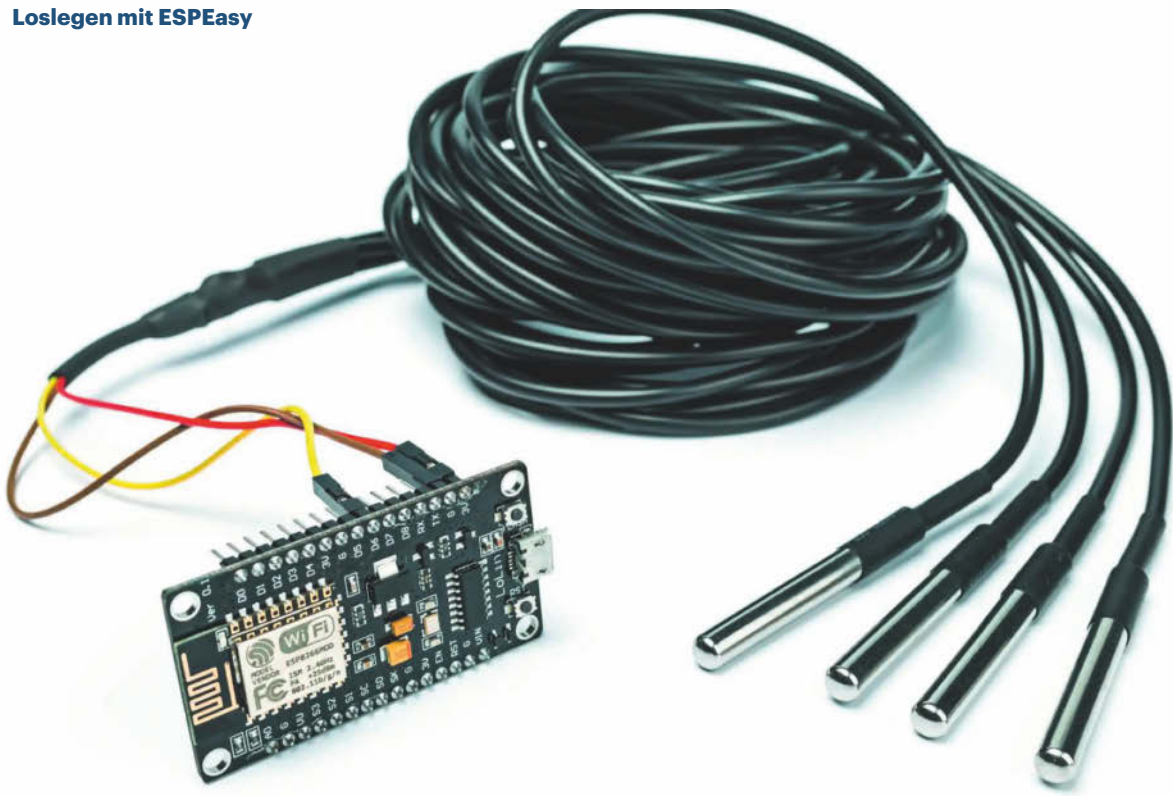
Einzelheft
für nur

24,95 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

shop.heise.de/make-picaxe >



Sanfter Einstieg

IoT-Projekte leicht realisieren mit ESPEasy

Viele IoT-Projekte mit dem Mikrocontroller ESP8266, Kern zahlreicher Smart-Home-Geräte und Eigenbau-Module, brauchen keine anspruchsvolle Programmierung. Die fertige Firmware „ESPEasy“ ist leicht zu installieren und bietet reichlich Anpassungsmöglichkeiten. Unser Einsteigerartikel hilft Ihnen bei den wichtigsten Schritten.

Von Andrijan Möcker

Der beliebte WLAN-Mikrocontroller ESP8266 steckt in allerhand Geräten wie Schaltsteckdosen und LED-Lampen, ist aber auch für selbstkonstruierte Internet-der-Dinge-Projekte (IoT) ein günstiger und leicht zu programmierender Kandidat. Besonders beliebt sind die Firmware-Projekte Tasmota und Espurna,

die fertige Smart-Home-Aktoren in wenigen Schritten von der Herstellercloud befreien, sodass man sie über Protokolle wie MQTT in seine lokale Smart-Home-Verwaltung integrieren kann. Die Projekte unterstützen viele Geräte von Haus aus mit fertigen Profilen, sodass man sich keine Gedanken mehr um GPIOs und Treiber machen muss. Beide sind jedoch primär auf das Ausführen von empfangenen Befehlen ausgelegt, weniger auf Steuerungslogik, die direkt auf dem ESP läuft. Das macht Tasmota und Espurna nur begrenzt für eigene Projekte oder autarke Smart-Home-Geräte interessant.

Doch dank ESPEasy muss man dafür nicht selbst in die Tiefen der C-Programmierung abtauchen: Die quelloffene Firmware ist ähnlich einfach wie Tasmota und Espurna zu installieren, bietet jedoch mehr Flexibilität hinsichtlich der verwendeten Sensoren und Protokolle und sogar ein eigenes Regelwerk, mit dem man dem ESP Logiken beibringen kann, beispielsweise um eine Schaltsteckdose mittels angelötetem Sensor abhängig von der Raumtemperatur

zu schalten. ESPEasy hat ein Webinterface, über das alle Einstellungen aus der Ferne geändert werden können. Das spart wertvolle Zeit, die man sonst in Programmierung und Debugging investieren müsste.

Vorbereitung

Grundsätzlich kann ESPEasy mit allen gängigen Betriebssystemen auf dem ESP8266 installiert werden. Für Windows liegt sogar das benötigte Flash-Tool bei. Auf allen anderen Systemen besteht die Installation aus wenigen Kommandozeilenbefehlen. Da die Firmware über die serielle Schnittstelle des ESP installiert wird, variiert das benötigte Zubehör von Gerät zu Gerät. Einsteiger machen sich das Leben leicht: ESP-Board-Varianten wie das Wemos D1 mini oder das NodeMCU haben einen Micro-USB-Anschluss und aufgelötete USB-Seriell-Chips. Meist muss man diese Boards nur per USB-Kabel an den PC stecken und kann direkt die Firmware aufspielen.

Fertige ESP-Smart-Home-Geräte haben in der Regel keinen USB-Seriell-Chip und müssen deshalb mit einem externen 3,3-Volt-TTL-USB-Adapter geflasht werden. Hierzu wird dieser über Kreuz mit der seriellen Schnittstelle des stromlosen Geräts verbunden (TX-RX, RX-TX, Vcc/Vnd/3,3V, Ground/Gnd). Verbindet man dann GPIO0 am ESP mit Masse und steckt danach die Stromversorgung an, bootet der ESP in den Flash-Modus. In den Dokumentationen von Espurna und Tasmota

finden Sie umfangreiche Hinweise zur Installation auf einer Vielzahl von fertigen Geräten, die größtenteils auch auf ESPEasy anwendbar sind. Recherchieren Sie dort, bevor Sie ein Gerät kaufen oder versuchen, Ihr vorhandenes zu öffnen. Mit den richtigen Tipps gelingt die Installation; mindestens 1 MByte Flash sind für ESPEasy aber Pflicht. Die Dokumentationen und Links zu Adaptern finden Sie auf ct.de/ya4v.

Installation

Laden Sie sich zunächst das aktuelle Release von ESPEasy für den ESP8266 (ESPEasy_ESP82xx_*) herunter (ct.de/ya4v) und entpacken Sie es. Suchen Sie im Ordner „bin“ die benötigte Firmware-Datei: Platinen mit USB-Port haben meist 4 MByte Speicher, wählen Sie dafür also „*_normal_ESP8266_4M1M.bin“ aus und kopieren Sie die Datei in den übergeordneten Ordner.

Ein Windows-Tool ist schon dabei; Windows-Benutzer lesen im nächsten Absatz weiter. In macOS und Linux kann das notwendige Tool mit der Python-Paketverwaltung „pip“ installiert werden: `sudo pip install esptool`. Python gehört zur macOS-Standardausrüstung, bei vielen Linux-Distributionen ebenso. Fehlt es dennoch, installieren Sie Python und Python-Pip mit der Paketverwaltung Ihrer Distribution nach.

Für die Installation in Windows schließen Sie nun die Platine per USB-Port an, falls sie einen besitzt. Andere Geräte müssen Sie wie oben beschrieben in den Flash-Modus versetzen. Anschließend öffnen Sie „FlashESP8266.exe“ und wählen aus der Liste den korrekten COM-Port sowie die Binärdatei aus und klicken „Flash“. Das Tool erledigt den Rest. Sind Sie nicht sicher, welcher COM-Port der richtige ist, öffnen Sie den Geräte-Manager und schauen unter „Anschlüsse (COM & LPT)“ nach USB-Geräten. Danach können Sie im Abschnitt „Grundkonfiguration“ weiterlesen.

In Linux oder macOS sucht man zunächst die Port-Adresse der seriellen Schnittstelle: Sofern kein weiteres USB-Gerät angesteckt ist, lautet die Adresse unter Linux `tttyUSB0`. Mit dem Kommandozeilenbefehl `sudo ls /dev/tttyUSB*` listen Sie die Adressen aller USB-Seriell-Ports auf. Unter macOS tut das der Befehl `ls /dev/ttty.*`. Halten Sie nach „usbserial“ Ausschau und notieren Sie sich den vollständigen Schnittstellennamen.

Löschen Sie zunächst den Flash-Speicher des ESP vollständig. Dabei müssen Sie den zuvor notierten Namen angeben: `esptool --port Name erase_flash`. Anschließend kann das Board geflasht werden. Geräte ohne USB-Port müssen dazu erneut händisch in den Flash-Modus gebracht werden.

```
esptool.py --port Name ↵
write_flash -fs 1[oder]4MB -fm dout ↵
0x000000 ESPEasy-Dateiname
```

Da der Reset nach dem Flashen nicht immer funktioniert, trennen Sie Ihre Platine für einige Sekunden vom Rechner. Deren seriellen Anschluss benötigen Sie nun nicht mehr, sodass Sie die Platine auch an einem USB-Netzteil betreiben können.

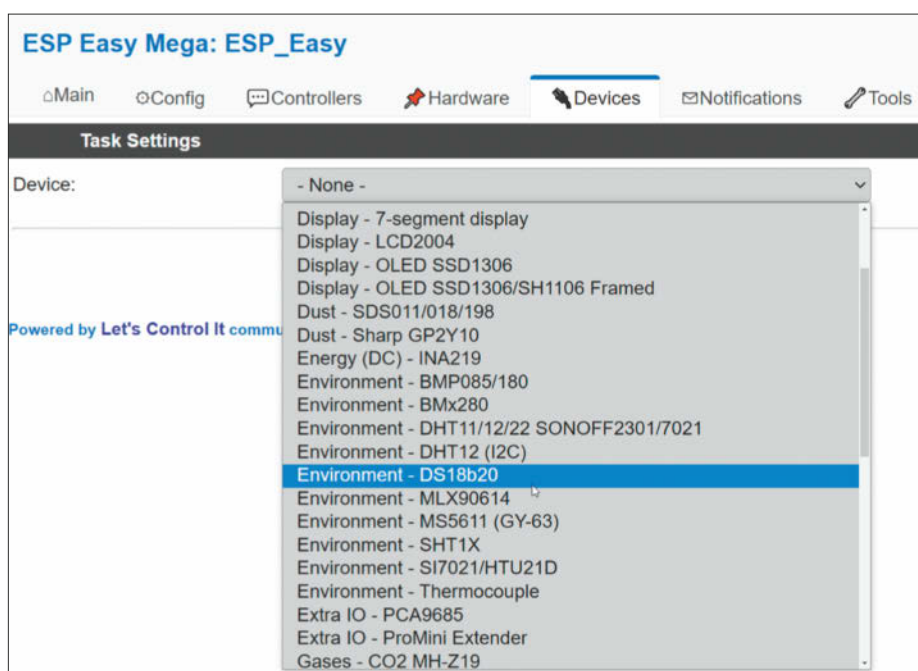
Grundkonfiguration

Nach der Installation öffnet ESPEasy ein eigenes WLAN auf dem ESP; suchen Sie es und buchen Sie sich mit dem Schlüssel „configesp“ ein. Wenn sich auf Ihrem Gerät die Konfigurationsseite nicht automatisch öffnet, rufen Sie sie mit einem beliebigen Browser auf: `http://192.168.4.1`. Wählen Sie Ihr heimisches WLAN an, tragen unten dessen Password ein und klicken Sie auf Connect.

Nun verbindet sich der ESP mit dem WLAN Ihres Routers. Dort müssen Sie die

IP-Adresse des ESP suchen. Das klappt meist über die Weboberfläche des Routers oder alternativ mit einem IP-Scanner für die jeweiligen von Ihnen genutzten (Mobil) Betriebssysteme. Sobald Sie die IP gefunden haben, rufen Sie sie im Browser auf. Auf der Weboberfläche schützen Sie Ihren ESP zunächst vor Missbrauch: Wechseln Sie in den Reiter „Config“, setzen Sie ein „Admin Password“ sowie einen „WPA AP Mode Key“, notieren Sie sich beide und bestätigen Sie mit „Submit“. Letzterer ersetzt „configesp“, den WLAN-Schlüssel, den ESPEasy für seine eigene Funkzelle benutzt, falls das eingestellte WLAN nicht verfügbar ist. Um den ESP im Netzwerk eindeutig zu erkennen, ändern Sie den „Unit Name“. Außerdem kann ESPEasy eine zweite WLAN-SSID, genannt „Fallback SSID“, verwenden. Auf dieses WLAN weicht das System aus, falls das erste nicht erreichbar ist. Wer ESPEasy mit einer statischen Adresse betreiben will, setzt sie in den „WiFi IP Settings“.

Die aktuelle Zeit holt sich ESPEasy bei Bedarf aus dem Netz: In „Tools/Advanced“ können Sie einen NTP-Server (Network Time Protocol) eintragen, den „Timezone Offset“, 60 Minuten für Mitteleuropa, hinterlegen und die Sommerzeitumstellung konfigurieren. Der geografische Abstand zum NTP-Server sollte möglichst klein sein, über <https://ntppool.org> findet man Server im jeweils eigenen Land.



ESPEasy hat Treiber für allerhand Sensoren an Bord und kann über das Webinterface leicht konfiguriert werden.

Sensoren

ESPEasy unterstützt von Haus aus eine Vielzahl von Sensoren, die im Bastelkosmos rund um den Arduino und den ESP üblich sind. Dementsprechend leicht ist es, gleich loszulegen, wenn man die richtigen Messfühler parat hat. Über ct.de/ya4v finden Sie die Liste der unterstützten Sensoren. Je nach Typ variieren die Anschlussart und die verwendeten Pins. Die jeweilige Dokumentation gibt Hinweise darauf, wie der Sensor mit dem ESP verbunden werden muss und ob beispielsweise Vorwiderstände nötig sind.

Wir zeigen die Einrichtung am Beispiel des Temperatursensors DS18B20. Er eignet sich besonders gut für Einsteiger, weil er sehr leicht anzuschließen und zu konfigurieren ist. Da er ein Busprotokoll namens 1-Wire-Bus verwendet, können mehrere Sensoren an einem GPIO arbeiten – sie werden automatisch von ESPEasy erkannt und benötigen nur einen 4,7kOhm-Widerstand zwischen 3,3 Volt und Datenpin zur Inbetriebnahme.

Um eine ESPEasy-Installation Sensoren hinzuzufügen, klicken Sie für einen der zwölf Sensoreinträge im Reiter „Devices“ auf „Add“. Im folgenden Dropdown-Menü wählen Sie anschließend den einzurichtenden Sensor aus – in unserem Fall „Environment DS18b20“. Vergeben Sie einen Namen für den Sensor und haken Sie ihn als „Enabled“ an. Anschließend setzen Sie den korrekten GPIO und bestätigen mit „Submit“. Danach scannt ESPEasy den Bus und zeigt die Sensoradresse an. Messwertkorrekturen können Sie optional im Feld „Formula“ vornehmen: Beispielsweise `%value%-2`, um zwei Grad abzuziehen oder alternativ mit `+` aufzuaddieren. Wenn nötig ändern Sie das

„Interval“, in dem ESPEasy den Sensor auslesen soll; beachten Sie aber, dass sehr kurze Intervalle die CPU stark auslasten, sodass beispielsweise das Webinterface langsam wird. Änderungen bestätigen Sie ebenfalls mit „Submit“ und klicken dann auf „Close“, um zurück zur Liste zu gelangen, wo der aktuelle Messwert angezeigt wird.

E-Mails

E-Mails sind der einfachste Weg, um Benachrichtigungen vom ESP zu bekommen. ESPEasy hat zwar einen SMTP-Client an Bord, aber die eingeschränkten Speicherressourcen des ESP8266 erlauben keine Transportverschlüsselung (TLS). Weil viele Anbieter unverschlüsselte SMTP-Verbindungen verweigern, muss man einen kleinen Umweg gehen und darauf achten, die Nachrichten so zu halten, dass sie kein Datenschutzproblem oder ein Sicherheitsrisiko für die Anwendung darstellen. Entweder Sie hosten Ihren eigenen E-Mail-Server oder nutzen beispielsweise SMTP2GO, ein SMTP-Dienst, der noch unverschlüsselt verwendet werden kann. Mit dem kostenfreien Tarif lassen sich bis zu 1000 E-Mails pro Monat verschicken. Die Registrierung auf der Seite ist schnell erledigt und im Dashboard können Sie unter „Settings/SMTP Users“ neue Zugangsdaten eintragen.

In der Registerkarte „Notifications“ der ESPEasy-Oberfläche klicken Sie anschließend beim ersten Eintrag auf „Edit“ und legen eine neue „Email (SMTP)“-Konfiguration mit den Parametern Ihres E-Mail-Servers beziehungsweise denen Ihres SMTP2GO-Kontos an. Eine Beispielkonfiguration finden Sie im Screenshot. Achten Sie darauf, dass Sie, wenn Sie

ESPEasy bringt einen SMTP-Client mit, so dass der ESP einfach E-Mails verschicken kann, – beispielsweise, wenn der Messwert eines Sensors eine Schwelle über- oder unterschritten hat.

SMTP2GO einsetzen, eine andere Absender-Domain angeben als die des Empfängers, da der abweichende SMTP-Server sonst meist dafür sorgt, dass die E-Mails als Spam klassifiziert werden. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Submit“.

Nach abgeschlossener Konfiguration können Sie im Feld „Body“ zunächst eine Testnachricht eintragen und dann auf „Test“ klicken, um eine Nachricht abzusenden.

Regeln

Die Regeln, eine Art Skriptsprache in ESPEasy, sind *das* Alleinstellungsmerkmal der Firmware. Mit ihnen kann man ESPEasy eigene Schaltlogiken beibringen, ohne den Programmcode der Firmware ändern zu müssen. Wir zeigen Ihnen die Grundlagen, um beispielsweise beim Neustart die aktuelle IP-Adresse und weitere Statusdaten als E-Mail, MQTT-Publish oder HTTP-Request zu versenden. Die Regeln sind jedoch deutlich mächtiger, als wir in diesem Artikel abdecken können; mehrere Links zur umfangreichen Dokumentation finden Sie über ct.de/ya4v.

Um Regeln anzulegen, muss man die Funktion zunächst aktivieren: Im Reiter „Tools“ unter „Advanced“ finden Sie die Checkbox für „Rules“ – setzen Sie den Haken und bestätigen Sie mit „Submit“. Warten Sie einen Moment und laden Sie dann das Webinterface mit F5 neu. Nun erscheint der Reiter „Rules“ in der Oberfläche.

Die simpelste Regel besteht aus einem Auslöser (Trigger) und einer Aktion, beispielsweise:

```
on Time#Initialized do
  notify 1, ESP verbunden!
endon
```

Damit sendet der ESP nach jedem Neustart und erfolgreichem NTP-Zeitabgleich eine E-Mail an die in den E-Mail-Einstellungen eingetragene Empfängeradresse. Der Trigger `System#Boot` würde zu früh zünden, nämlich bevor der ESP sich mit seiner WLAN-Verbindung und dem DHCP-Request beschäftigt, sodass der E-Mail-Versand fehlschlägt. Dank einer Vielzahl von Systemvariablen kann man Statusberichte dynamisch gestalten: `%ssid%`, `%bssid%`, `%ip%` und `%wi_ch%` verraten beispielsweise wichtige Netzwerkparameter. Beispiel: `notify 1, ESP verbunden: SSID: %ssid%, BSSID: %bssid%, Kanal: %wi_ch%, IP: %ip%`. Wer die Kommasepa-

rierte Ansicht nicht mag, kann mit %CR% jeweils eine neue Zeile einfügen. Die Systemvariablen listet ESPEasy unter „Tools/System variables“ inklusive den aktuellen Werten auf.

Möchte man nach jedem Neustart den gleichen Bericht erhalten, kann man diesen in den Systemvariablen der E-Mail-Einstellungen als „Body“ erstellen. Ausgelöst wird diese E-Mail dann auch durch den Befehl `notify 1`, jedoch ohne folgenden Text wie im Beispiel zuvor. ESPEasy verschickt dann die E-Mail wie im Body vorgegeben – trotzdem kann der Befehl mit angehängtem Text weiter benutzt werden, um Nachrichten aus den Rules heraus zu verschicken.

GPIOs und Temperatursensoren können ebenso einfach als Auslöser für Nachrichten verwendet werden:

```
on Sensor1#Temperature<20 do
  notify 1, Die Temperatur betraegt ↓
    ↳[Sensor1#Temperature]
endon
```

Sensor1 gibt den Messfühler und Temperature den jeweiligen Messwert an. Letztere werden in den Einstellungen des Messfühlers angezeigt und sind frei änderbar. Ein Kombisensor kann beispielsweise Temperature und Humidity als Messwerte haben. Beachten Sie dabei, dass jeder neue Wert unter 20 °C eine E-Mail auslöst. Ändern Sie gegebenenfalls das Leseintervall in den Sensoreinstellungen auf mehrere Minuten.

Fügt man beispielsweise einen GPIO als simplen Schalter hinzu, prüft man, ob der Wert 1 oder 0 ist:

```
on Switch1#State=1 do
  notify 1, Fenster wurde geschlossen
endon
```

Mithilfe von `if` kann man Trigger an weitere Bedingungen knüpfen, beispielsweise:

```
on Sensor1#Temperature<15 do
  if [Switch1#State]=0
    notify 1, Temperatur unter 15 °C ↓
      ↳und Fenster offen
  endif
endon
```

Wer mehrere Sensoren hat, kann diese mit `and` und `or` einbeziehen, beispielsweise um wie in diesem Fall weitere Werte oder Schaltzustände abzufragen.

Zeitgesteuerte Events kann man mithilfe von `Clock#Time` erledigen, hier um einen GPIO jeden Tag um 15 Uhr zu schalten:

```
On Clock#Time=All,15:00 do
  GPIO,10,1
endon
```

Vorausgesetzt, der ESP hat eine Zeitsynchronisierung.

Wer nur an einem Tag schalten will, trägt statt `All` einen einzelnen Wochentag ein: `Mon, Tue, Wed, Thu, Fri, Sat, Sun`. Wenn man die GPS-Koordinaten des Einsatzortes in den „Advanced Settings“ einträgt, können auch `%sunrise%` und `%sunset%` statt einer festen Zeit verwendet werden. Die umfangreiche Dokumentation aller Regeln finden Sie verlinkt auf ct.de/ya4v.

MQTT

Das Telemetrieprotokoll MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) ist im Bereich der cloudlosen Smart-Home-Welten sehr beliebt, leicht einzurichten und auch bei ESPEasy an Bord. Grundlagen dazu stehen in [1].

Um einen neuen MQTT-Client einzurichten, klicken Sie im Reiter „Controllers“ für einen Eintrag auf „Add“. Wenn Sie eine unterstützte Heimsteuerung einsetzen, wählen Sie das fertige MQTT-Profil dafür aus. Alternativ nehmen Sie „Home Assistant (openHAB) MQTT“ und tragen die Adress- und Zugangsdaten Ihres MQTT-Brokers ein. Passen Sie die Topics bei „Controller Subscribe“ und „Controller Publish“ an, aber achten Sie darauf, bei „Publish“ die Subtopic-Variablen `%tskname%` und `%valname%` beizubehalten; sie

sorgen später dafür, dass die Werte der Devices in unterschiedliche Topics gesendet werden und so klar zu unterscheiden sind.

Damit ESPEasy die Daten eines Sensors per MQTT verschickt, muss der jeweilige Controller aktiviert werden. Hierzu wechselt man im Reiter „Devices“ in das Gerät, klickt in dessen Einstellungen „Send to Controller“ an und bestätigt mit „Submit“.

Auch aus den Rules kann man MQTT benutzen: Der Befehl `Publish`, gefolgt vom gewünschten Topic und der Nachricht, im gleichen Format wie bei E-Mails, löst den Versand eines MQTT-Pakets aus:

```
on Time#Initialized do
  Publish,Sensor1/status, Just booted!
endon
```

Mächtige Firmware

ESPEasy überzeugt mit großer Flexibilität im Vergleich zu vielen anderen ESP-Firmwares und ist somit die ideale Wahl für jeden, der mehr als nur einfache Zeitschaltfunktionen und Smart-Home-Integrationen sucht. Die Firmware kann noch deutlich mehr, als in diesen Artikel passt. Wer die Dokumentation wälzt, kann auch besondere Fälle abdecken und das ohne Einsatz eines vergleichsweise großen Basisteilcomputers wie eines Raspberry Pi.

(amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164

Dokumentation, Adapter: ct.de/ya4v

The screenshot shows the ESPEasy web interface for configuring a sensor. The 'Task Settings' section includes fields for Device (Environment - DS18B20), Name (Sensor1), and Enabled status (checked). The 'Sensor' section shows GPIO-2 (D4) selected. The 'Data Acquisition' section shows 'Send to Controller' checked and 'Interval' set to 10 seconds.

Alle Sensoreinstellungen können in ESPEasy über das Webinterface konfiguriert werden.



Bild: Albert Hulm

Browser Aided Design

Einstieg in Onshape: 3D-Designs im Browser

Das CAD-Programm Onshape läuft ohne Installation in jedem modernen Browser. Tausende Konstruktionen anderer Designer stehen zum Erkunden bereit und erleichtern den Einstieg. Mit wenigen Klicks exportieren Sie sie zum 3D-Druck oder als Zeichnungen für die Bastelwerkstatt.

Von Pina Merkert

Kennen Sie den FarmBot? Wir auch noch nicht, aber wir lernen ihn gerade kennen. Der FarmBot ist ein Gartenbau-Roboter, der wie eine große CNC-Fräse aussieht und vollautomatisch ein Hochbeet bewirtschaften soll. Ein amerikanisches Start-up hat die Maschine entwickelt und sämtliche CAD-Daten als Open Hardware im Internet veröffentlicht. Um sie zu sehen, muss man kein teures CAD-Programm installieren. Der Aufruf einer etwas kryptischen URL im Browser reicht (siehe ct.de/yzh5).

Es öffnet sich „Onshape“ [1], ein umfangreiches CAD-Programm, das komplett im Browser läuft. Das Geschäfts-

modell von Onshape erinnert an das von GitHub: Wer alles veröffentlicht, darf die Software kostenfrei nutzen. Wer seine Designs lieber nicht jedem zeigen möchte, zahlt für den Cloud-Service. So wie die privaten Repositorys bei GitHub viele öffentliche Repositorys von Open-Source-Projekten mitfinanzieren, finanzieren auch die Firmenkunden von Onshape, die ihre Designs ungern der Konkurrenz offenbaren wollen, die öffentlichen Designs von Open-Hardware-Enthusiasten mit. Auch die Struktur ähnelt sich: „Versionen“ entsprechen Commits und erlauben, frühere Bearbeitungsstände zurückzuholen. Es gibt auch Forks, da man die Designs von

anderen Nutzern in den eigenen Workspace kopieren kann, um sie zu verändern oder zu ergänzen. Beispielsweise um eine technische Zeichnung zu erstellen, was wir im zweiten Teil des Artikels tun werden. Onshape erlaubt sogar, mit mehreren Anwendern parallel an der gleichen Konstruktion zu arbeiten. Der Cloud-Zwang der Software offenbart dort seine Vorzüge.

Onshapes Geschäftsmodell ist ideal für Maker: Sie wollen ihre Designs ohnehin mit der Welt teilen und planen nicht, mit ihnen Geld zu verdienen. Dass ein Konkurrent das Design übernimmt und es produziert, ohne Entwicklungskosten zu haben – die Angst der meisten Firmen –, würde

ein Maker wohl als Auszeichnung für sein Design empfinden und sich freuen. Die Cloud-Software ist außerdem von vornherein für die Arbeit im Team ausgelegt, was Maker-Spaces und kleinen Projekten zugutekommt. Voraussetzung ist aber, dass die Maker sich in der umfangreichen CAD-Software zurechtfinden und beispielsweise STL-Dateien für den 3D-Drucker exportieren oder technische Zeichnungen anfertigen können. Genau darum geht es in diesem Artikel. Wir zeigen die ersten Schritte mit Onshape und lassen die Design-Werkzeuge erst mal bewusst weg. Auf sie gehen wir in einem späteren Artikel ein. Wer nämlich öffentliche Onshape-

Designs wie den FarmBot nachbauen will, muss CAD-Konstruktionen nicht entwerfen können. Nur in ihnen navigieren, Teile exportieren und drucken.

Navigieren

Wenn Sie das CAD-Design des FarmBot Genesis öffnen (den Link finden Sie über ct.de/yzh5), begrüßt Sie zunächst eine Ladeanimation. Nach einigen Sekunden baut sich in sichtbaren Schritten die 3D-Ansicht der gesamten Maschine in der Mitte des Bildschirms auf. Ohne Anmeldung sind alle Beschriftungen in englischer Sprache. Wenn Sie sich anmelden und die Sprache im Account auf Deutsch umgestellt haben,

Bei Onshape registrieren

Besucht man die Website onshape.com, sucht man zunächst vergeblich nach der Registrierung für die kostenlose Version. Der passende Button versteckt sich auf der Seite „Produkt“, die Sie über das Hauptmenü am oberen Bildschirmrand ganz links finden. Auf der Produkt-Seite müssen Sie dann erst mal ganz nach

unten scrollen, bis Sie in einem blauen Balken einen orangefarbenen Button mit der Aufschrift „Onshape kostenlos testen“ finden. Die direkte URL für diese Seite ist <https://cad.onshape.com/signup2>.

Im Zuge der Registrierung fragt Onshape neben dem Namen und der Mailadresse noch nach Profession und Fir-

mendaten. Was Sie dort eintragen, spielt keine Rolle und Onshape hat bei unserem Test auch keinen Bezug auf die Angaben genommen. Leider klappt die Registrierung aber nur, wenn Sie zustimmen, sich auch für Werbung kontaktieren zu lassen. Ein Abbestellen der Werbemails ist aber im Nachhinein möglich.

Ihre Mailadresse müssen Sie über eine Bestätigungsmail verifizieren, bevor der Account wirklich freigeschaltet wird. Danach können Sie mit dem kostenlosen Account Kopien öffentlicher Designs anlegen, um Zeichnungen hinzuzufügen. Zum reinen Anschauen der Designs in 3D und zum Exportieren von STL-Dateien brauchen Sie gar keinen Account.

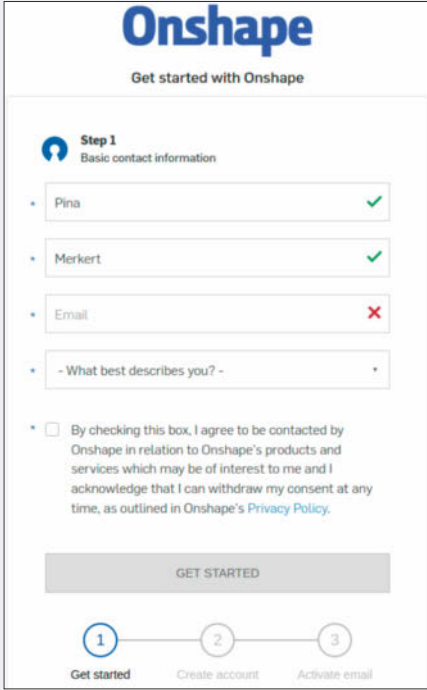


Onshape for Makers

Onshape proudly supports the maker community with professional-grade CAD, available free for non-commercial projects in an open-source public work space.

Request your

Wer Onshape kostenlos ausprobieren möchte, wählt bei der Registrierung „Onshape for Makers“ aus. Onshape versteckt den „Free Plan“ ein wenig auf seiner Website.



Onshape
Get started with Onshape

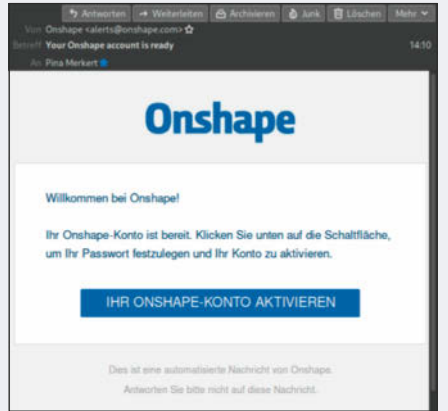
Step 1
Basic contact information

- * Pina ✓
- * Merkert ✓
- * Email ✗
- * - What best describes you? -
- * ☐ By checking this box, I agree to be contacted by Onshape in relation to Onshape's products and services which may be of interest to me and I acknowledge that I can withdraw my consent at any time, as outlined in Onshape's Privacy Policy.

GET STARTED

1 2 3
Get started Create account Activate email

Die Registrierung fragt außer Name und Mailadresse noch diverse andere Daten ab. In den zusätzlichen Feldern führen aber auch Alibi-Einträge zum Erfolg.



Onshape

Willkommen bei Onshape!

Ihr Onshape-Konto ist bereit. Klicken Sie unten auf die Schaltfläche, um Ihr Passwort festzulegen und Ihr Konto zu aktivieren.

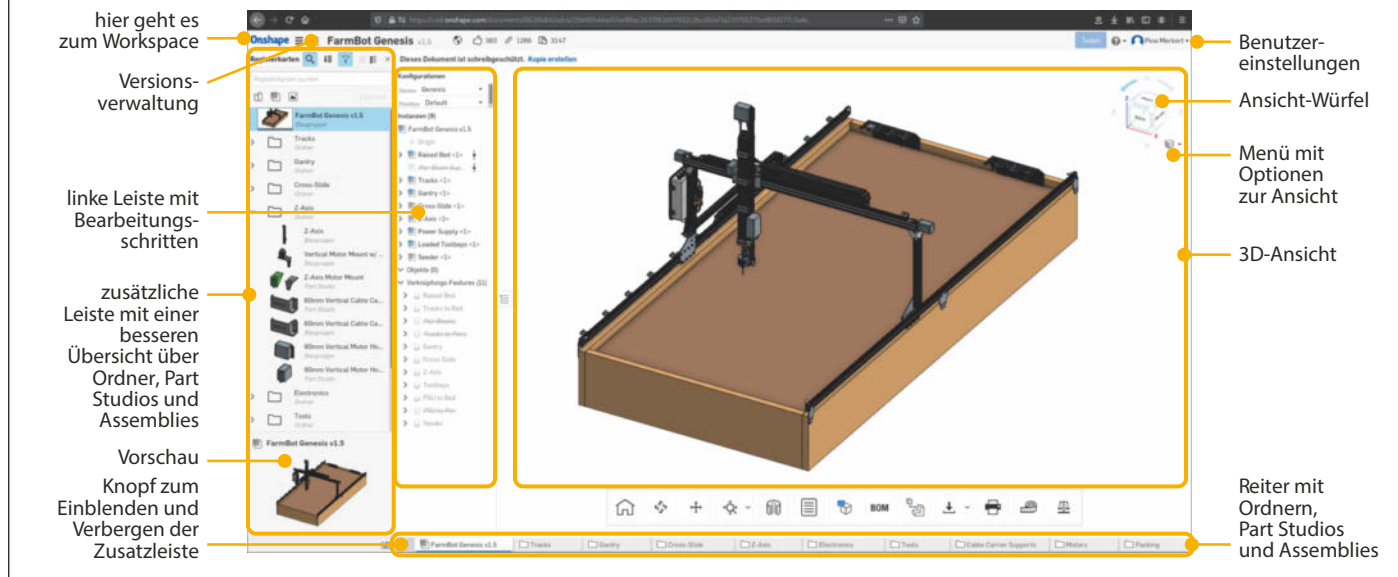
IHR ONSHAPE-KONTO AKTIVIEREN

Das ist eine automatisierte Nachricht von Onshape.
Antworten Sie bitte nicht auf diese Nachricht.

Wie üblich muss man die Mailadresse bestätigen, bevor es losgeht. Die obligatorische Zustimmung zu Werbemails nervt, man kann die Mails aber im Nachhinein abbestellen.

Die 3D-Ansicht in Onshape

Beim Betrachten fertiger Konstruktionen landet man zunächst in der 3D-Ansicht. Betrachten, Zeichnen und Zusammenbauen findet hier statt. Für technische Zeichnungen schaltet Onshape um, die Seitenleisten bleiben aber bestehen.



zeigt Onshape den FarmBot mit deutschen Beschriftungen.

In der rechten oberen Ecke dieser Ansicht informiert Sie ein Würfel mit beschrifteten Seiten („Oben“, „Vorn“ und „Rechts“), dass Sie von schräg oben auf das Modell schauen. Mit dem Würfel kann man schnell die Ansichten per Mausklick umschalten, im Menü rechts darunter (Würfelchen mit Pfeil) findet man Standardansichten, die sehr helfen, wenn man sich mit der Kamera vernavigiert hat. Außerdem kann man dort die Perspektive an- und ausschalten. Klickt man mit der

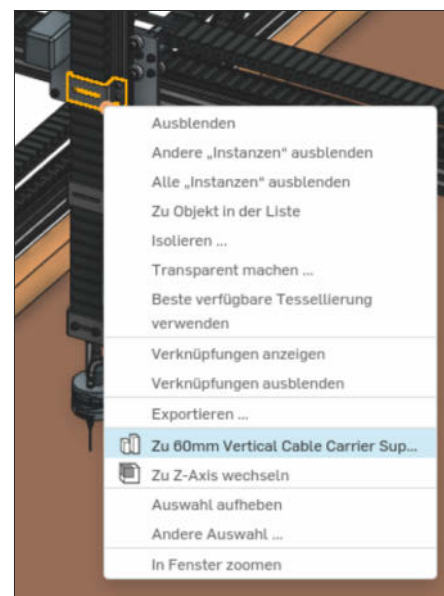
rechten Maustaste in die 3D-Ansicht und hält sie gedrückt, kann man die Ansicht mit Mausbewegungen drehen. Das Mausrad zoomt und wenn man es gedrückt hält, verschiebt eine Bewegung die Ansicht ohne Drehung. Probieren Sie ruhig mit der Maussteuerung herum. Falls es unübersichtlich oder schief wird, klicken Sie beim Würfel einfach auf die Ecke zwischen „Oben“, „Vorn“ und „Rechts“ und gelangen so zurück zur bekannten Ansicht von schräg oben. Falls Sie so weit gedreht haben, dass diese Ecke nicht mehr sichtbar ist, kommen Sie mit dem Menüpunkt „Isometrisch“ aus dem Menü unter dem Würfel zurück zur bekannten Schrägansicht.

Um die 3D-Ansicht ordnet Onshape mehrere Leisten und Listen an. In der Leiste oben führt Sie das Onshape-Logo, wenn Sie angemeldet sind, zurück zu Ihrem Workspace. Dort finden sich Ihre eigenen Designs. Ist man nicht angemeldet, führt das Logo nur zur Log-in-Seite. Im Burger-Menü daneben findet sich die Versionsverwaltung. Bei fremden Designs wie dem FarmBot finden Sie dort den Knopf „Arbeitsbereich kopieren“, der einen Fork des Projekts in Ihrem eigenen Workspace anlegt, den Sie dann auch verändern dürfen. Das Menü rechts daneben gehört ebenfalls zur Versionsverwaltung. Dort finden Sie die Versionshistorie als Diagramm. Rechts davon steht der Pro-

jektname und daneben einige Statistiken zu Likes und Aufrufen. Am rechten Rand finden Sie Login oder Benutzereinstellungen. Dort tauchen auch Avatar-Symbole anderer Benutzer auf, wenn Sie mit meh-

Öffentliche Konstruktionen finden

Wer sich bei Onshape registriert und angemeldet hat, kann mit dem Suchschlitz im Workspace nicht nur in den eigenen Konstruktionen suchen. Schaltet man nämlich in der linken Seitenleiste auf „Öffentlich“ um, findet die Suchfunktion Tausende frei einsehbare Konstruktionen. Die Suche durchforstet standardmäßig die Namen der Projekte; über den kleinen Pfeil rechts im Suchschlitz lässt sich die Ergebnisliste aber auch mit Filtern eingrenzen.



Anders als auf vielen Webseiten öffnet ein Rechtsklick auf ein Bauteil in Onshape ein Kontextmenü, das zum CAD-Programm und nicht zum Browser gehört. Über dieses Menü kann man Teile schnell exportieren oder das zugehörige Part Studio öffnen.

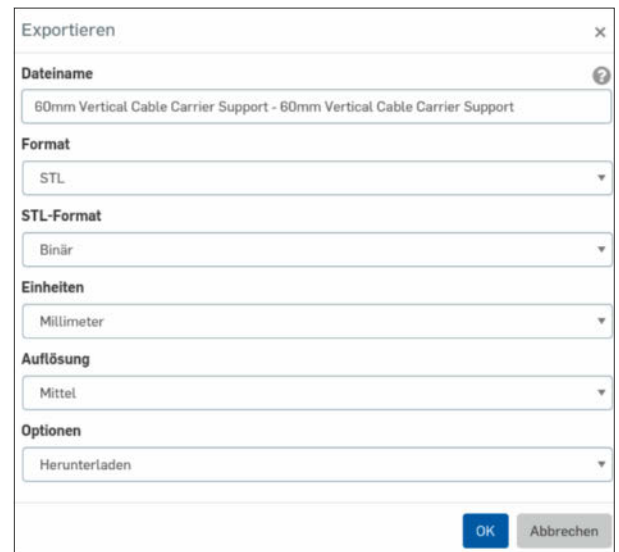
rerer Personen parallel das gleiche Design editieren.

Die Leiste links wird wichtig, wenn Sie eigene Designs konstruieren. Dann sammeln sich dort die Bearbeitungsschritte, deren Parameter Sie auch im Nachhinein verändern können. Beim FarmBot sehen Sie dort „Instanzen“ und „Verknüpfungs-Features“, da das komplexe Design des CNC-Gärtners in viele Baugruppen aufgeteilt ist. Um das Modell nur zu inspizieren und nicht zu verändern, brauchen Sie die linke Leiste nicht. Mit dem Fähnchen mit Pfeil-nach-unten-Symbol können Sie die Leiste einklappen und mehr Platz für die 3D-Ansicht gewinnen.

Am unteren Bildschirmrand sammelt Onshape Reiter für „Part Studios“, „Baugruppen“ und „Ordner“. Ordner funktionieren genauso, wie man das von Dateisystemen kennt. Part Studios sind Dateien mit Designs und Baugruppen sind Dateien mit zusammengebauten Designs, die aus einem Part Studio stammen. Wer also ein Einzelteil sucht, um es als STL-Datei für den 3D-Druck zu exportieren oder um eine technische Zeichnung anzufertigen, sollte nach dem passenden Part Studio suchen. Wer wissen will, wie die Teile zusammengehören, findet diese Information in einer Baugruppe.

Baugruppen müssen nicht nur aus Einzelteilen bestehen, Designer können auch Baugruppen in Baugruppen einfügen. Die Baugruppe „FarmBot Genesis

Exportiert man ein Teil für den 3D-Druck (STL), muss man an den Exporteinstellungen nur die Einheiten auf Millimeter ändern. OK startet den Download.



v1.5“ auf der Root-Ebene des FarmBot-Designs enthält beispielsweise die Baugruppen der Schienen, des Portals und der Z-Achse des Roboters. Im FarmBot-Design sind alle Baugruppen und Part Studios aufschlussreich benannt. Wer selbst entwirft, sollte auf eine erklärende Benennung achten.

Die untere Leiste reicht im Prinzip, um alle Einzelteile zu finden. Man kann aber mit der Lupe ganz links eine weitere linke Leiste ausklappen, die die Ordnerstruktur noch übersichtlicher darstellt. Ordner klappen dort als eingerückte Bereiche aus und es gibt hilfreiche Vorschau-

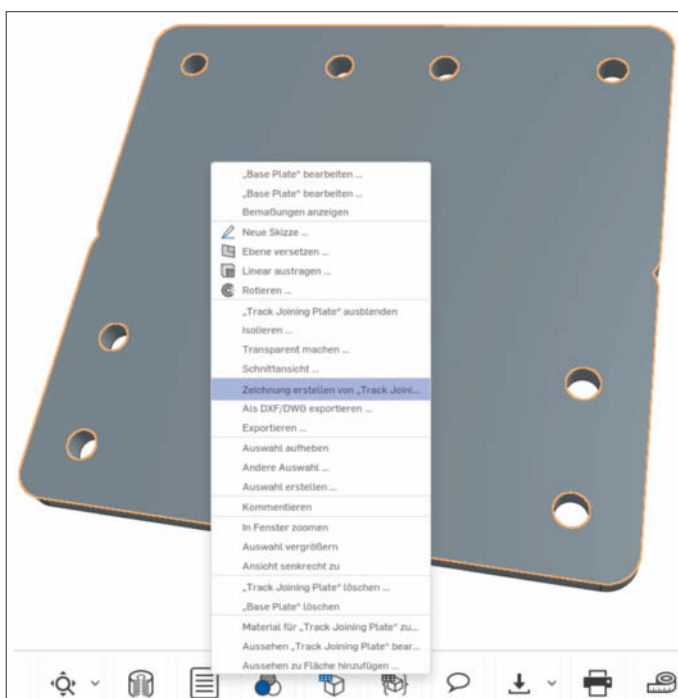
bilder. Ein erneuter Klick auf die Lupe klappt die Leiste wieder ein.

Teile isolieren per Kontextmenü

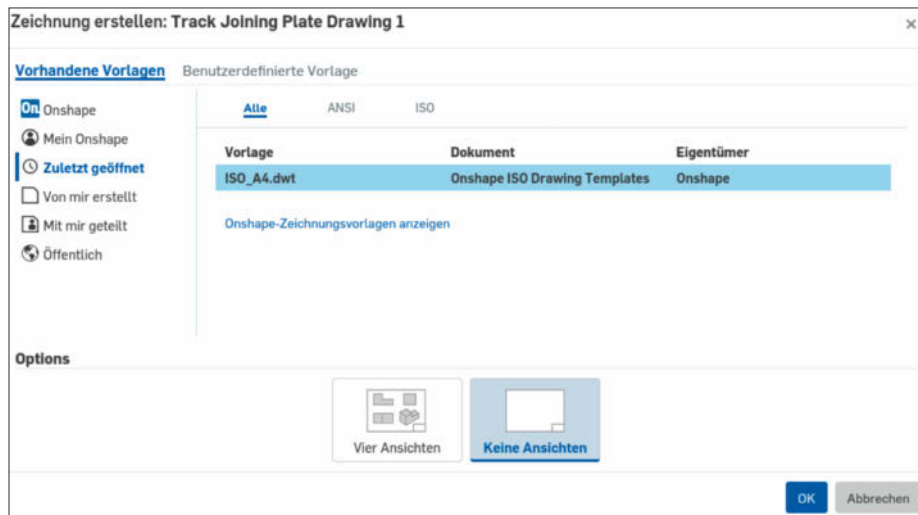
Statt über die Reiter unten oder die Zusatzleiste links händisch nach in Unterordnern versteckten Part Studios zu fahnden, kann man die Einzelteile auch in der 3D-Ansicht suchen. Dafür dreht und zoomt man die Ansicht so lange, bis man mit der Maus über dem gesuchten Teil schweben kann. Das hebt Onshape dann mit einem gelben Rahmen hervor. Onshape überschreibt die Kontextmenüs der Browser, sodass ein Rechtsklick ein Menü zum Bauteil öffnet. Dort kann man es ausblenden oder in einem wählbaren Dateiformat exportieren. Zusätzlich kann man aber auch direkt zu dem Part Studio wechseln, in dem das Teil entworfen wurde. So gelangt man von einer Baugruppe (Assembly) mit nur zwei Klicks zu einem Einzelteil.

Exportieren

Egal ob per Kontextmenü vom Assembly oder vom Part Studio aus, „Exportieren“ öffnet ein Dialogfenster. Dort kann man den Dateinamen anpassen und das Dateiformat wählen. Wer Teile in Blender rendern möchte, exportiert im Collada-Format, für 3D-Drucke bietet sich STL an. Für STL akzeptiert Onshape noch weitere Parameter: Im Binärformat wird die exportierte Datei kleiner. Die Koordinaten erwarten Slicer von 3D-Druckern üblicherweise in Millimetern statt Metern. Da STL nur Polygone speichert, muss Onshape Runden zu Vielecken umrechnen. Die Auflösung bestimmt, wie fein die Unterteilung wird. „Mittel“ übersteigt meist



Eine technische Zeichnung erstellt man leicht vom Kontextmenü eines Bauteils aus. Das Dokument muss dafür editierbar sein, weil die Zeichnung das Projekt ergänzt. Von öffentlichen Designs kann man dafür einfach eine Kopie erzeugen.

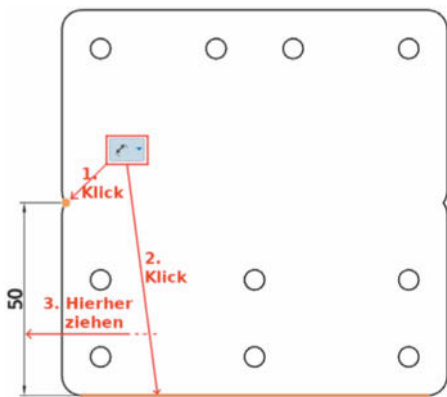


Im Dialog für neue Zeichnungen wählt man standardkonforme Templates für das bevorzugte Papierformat und – falls gewünscht – direkt Ansichten von drei Seiten.

schon die vom Drucker umsetzbare Genauigkeit. Nach einem Druck auf „OK“ startet der Browser den Download der exportierten Datei.

Technische Zeichnungen

Der FarmBot nutzt Aluplatten als Knotenbleche, um die Aluprofile an ein Hochbett zu schrauben. Die von so einem Teil erwartete Stabilität kann ein 3D-Druck nicht bieten. Also muss man per Hand anreißen, bohren und feilen. Mit einer guten technischen Zeichnung produziert man so eine Platte in weniger als einer halben Stunde. Vorher müssen sich aber alle Maße für den Höhenreißer auf der Zeichnung materialisieren.



Das Bemaßungswerkzeug funktioniert mit drei Klicks: Zuerst wählt man einen Punkt oder eine Kante, danach den zweiten Punkt oder die Kante, zu der das Werkzeug den Abstand einzeichnen soll. Zuletzt positioniert man den Pfeil und die Beschriftung der Bemaßung.

lisieren. Eine Automatik gibt es für technische Zeichnungen nicht, Onshape stellt aber effiziente Werkzeuge bereit, mit denen eine Zeichnung in weniger als fünf Minuten aus dem 2D-Drucker fällt.

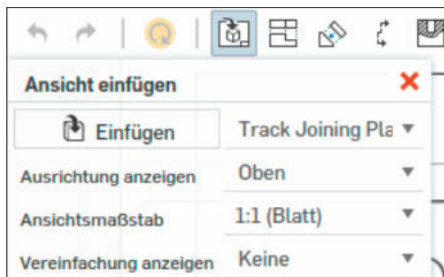
Ein Klick mit der rechten Maustaste öffnet ein Menü, in dem man mit „Zeichnung erstellen von“ zu einem Auswahldialog fürs Papierformat gelangt. Die Platte von unserem Beispiel passt auf eine A4-Seite nach ISO-Norm, wer einen größeren Drucker hat, kann hier auch A3 auswählen. Für einen schnellen Start bringt Onshape zwei Templates mit: eine leere Seite und eine mit Standardansichten von drei Seiten. Letzteres spart Zeit, man kann die Ansichten aber auch später noch hinzufügen. Da fürs Beispiel die Seitenansichten der Platte wenig nutzen, haben wir mit einer leeren Seite gestartet.

Nach einem Klick auf „OK“ legt Onshape die Zeichnung im gleichen Ordner wie das Part Studio des Bauteils an. Der Browser zeigt nun eine leere Normseite für technische Zeichnungen mit Feldern für Datum, Name, Maßstab et cetera in der rechten unteren Ecke. Da eine Zeichnung ganz ohne Ansicht des Bauteils sinnlos wäre, aktiviert Onshape automatisch das Ansicht-Einfügen-Werkzeug. Das Symbol dafür ist in der oberen Werkzeugleiste ganz links. Dort öffnet Onshape auch einen kleinen Dialog, in dem man per Dropdown-Menü auswählt, welche Ansicht man einfügen möchte. Für unsere Platte stellen wir dort von „Vorne“ auf „Oben“ um, sodass statt der Schmalseite nun die Seite mit den Bohrungen unter

dem Mauszeiger erscheint. Im gleichen Dialog legt man auch den Maßstab der Ansicht fest. 1:2 fanden wir unnötig klein und stellten deswegen auf 1:1 um. Die so vergrößerte Ansicht der Platte schwebt nun unter dem Mauszeiger und man kann sie an einer beliebigen Stelle im Blatt positionieren. Mit einem Klick bestätigt man die Position und die Linien der Ansicht werden schwarz. Unter dem Mauszeiger erscheint nun eine weitere Ansicht, je nachdem, an welche Stelle man ihn bewegt. Diese Funktion dient dazu, weitere Ansichten einzufügen, die ihre Position relativ zur ersten Ansicht behalten. Mit einer Bewegung nach rechts erscheint beispielsweise eine Seitenansicht, deren Höhe und vertikale Position exakt zur ersten Ansicht passt. Ein weiterer Klick fügt diese Ansicht ebenfalls ein, ein Druck auf ESC verwirft die zweite Ansicht.

Die Ansicht im Dokument ist nun zwar maßstäblich, zum Nachbau fehlen aber die Maße. Die fügt das Bemaßungs-Werkzeug ein. Üblicherweise nutzt man es mit drei Mausklicks: Der erste Klick wählt das Objekt (Punkt oder Kante), von dem gemessen wird, der zweite Klick wählt eine weitere Kante oder einen weiteren Punkt, zu dem gemessen wird. Unter dem Mauszeiger erscheinen nun das Maß als Zahl und zusätzlich Pfeile, die zeigen, welchen Abstand die Zahl bezeichnet. Je nachdem, wie man die Maus bewegt, wechselt das angezeigte Maß zwischen vertikalen, horizontalen oder schrägen Abständen. Der dritte Klick bestätigt die Position und zeichnet das Maß ein. Das Werkzeug steht dann sofort wieder für die nächste Bemaßung bereit. Wer das gerade platzierte Maß noch mal verschieben möchte, deaktiviert zuerst das Bemaßungswerkzeug mit Esc und klickverschiebt das Maß danach.

Das Bemaßungswerkzeug kennt auch einen Zwei-Klick-Modus: Wählt man beispielsweise eine Kante, erscheint unter dem Mauszeiger sofort ihre Länge. Platziert man dieses Maß, statt eine weitere Kante oder einen Punkt auszuwählen, hat man einen Klick gespart. Wählt man statt einer Kante einen Kreis, entsteht auf die gleiche Art ein Maß für den Durchmesser oder den Radius. Wer lieber einen Radius statt des Durchmessers (oder umgekehrt) einzeichnen möchte, platziert zunächst den Durchmesser, schließt dann mit ESC das Bemaßungswerkzeug und öffnet zuletzt mit einem Doppelklick auf die Zahl einen Dialog für das Maß. In der unteren rechten Ecke findet sich dort ein Knopf,



Im Dialog fürs Einfügen einer Zeichnung wählt man die Ansichtsseite und den Maßstab.

um zwischen Durchmesser und Radius hin- und herzuschalten.

Für Winkel braucht man wie beim Abstand zwischen zwei parallelen Kanten drei Klicks. Man wählt zunächst die beiden sich kreuzenden Kanten und platziert dann das Winkelmaß. Onshape verwendet in Zeichnungen ausschließlich Winkel in Grad.

Für einen professionellen Touch kann man noch die Felder in der Normtabelle unten rechts ausfüllen. Ein Doppelklick öffnet jeweils einen Dialog und ein Eingabefeld. Datum und Skalierung füllt Onshape automatisch aus. Den Titel muss man aber beispielsweise selbst eintragen. Die drei grauen Striche sind ein Zeichen, das man einfach löschen kann.

Der Knopf zum Drucken befindet sich im Burger-Menü rechts neben dem Onshape-Logo in der obersten Leiste. Er erzeugt ein PDF auf dem Onshape-Server, das moderne Browser direkt anzeigen. Über die üblichen Knöpfe des Browsers kann man die Datei lokal speichern oder direkt an den Drucker schicken.

Probieren erlaubt

Mit den hier beschriebenen Schritten finden Sie sich in bestehenden Onshape-Konstruk-

tionen zurecht und können Teile für den 3D-Druck exportieren. Von den Werkzeugen zum Erstellen von Zeichnungen haben wir nur die wichtigsten vorgestellt. Mit denen können Sie in Kopien von Designs wie dem FarmBot aber im Handumdrehen Zeichnungen erstellen, mit denen die Produktion von Teilen per Hand leicht fällt. Eine gut bemaßte Zeichnung vermeidet auch Fehler am Bohrstandort oder mit der Bandsäge. Zeichnungen im Maßstab 1:1 können Sie sogar aufs Rohmaterial kleben und als Schablone verwenden.

Die meisten Funktionen von Onshape haben wir hier mit keinem Wort erwähnt. Sie kennenzulernen erfordert aber nicht unbedingt eine umfangreiche Anleitung. Das Programm setzt sein intuitives Bedienkonzept konsequent um und funktioniert komplett mit Mausbedienung. Shortcuts müssen Sie nur lernen, um mit der Zeit schneller zu werden. Man kann mit Onshape sogar von einem Tablet aus konstruieren.

Wenn Sie noch mehr sehen wollen als die Screenshots in diesem Artikel, können Sie zwei YouTube-Videos aufrufen, die wir ergänzend zum Artikel produziert haben. Eines erklärt die Oberfläche und die Navigation, das zweite zeigt das Erstellen einer Zeichnung. Sie finden die Videos über [ct.de/yzh5](https://www.youtube.com/watch?v=ctde/yzh5). Probieren Sie Onshape danach am besten selbst ein bisschen aus. Um beispielsweise den FarmBot zu erkunden, brauchen Sie ja nicht mal einen Account.

(pmk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ralf Steck, Solider Kern, Neues Cloud-CAD-System Onshape, c't 09/2015, S. 150

Erklärvideos bei YouTube, Direktlinks zu den Designs: [ct.de/yzh5](https://www.youtube.com/watch?v=ctde/yzh5)

Die Leerstellen in der Normtabelle füllt man mit einem Doppelklick auf die Kästchen.



Gute Aussichten für Fotobegeisterte.

Sparen Sie 35% im Abo und sammeln wertvolles Know-how:

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,60 € (Preis in DE)
- Workshops und Tutorials
- Tests und Vergleiche aktueller Geräte



Geschenk nach Wahl

z. B. Kamera-Reinigungsset

Jetzt bestellen:

[ct-foto.de/miniabo](https://www.ct-foto.de/miniabo)

ct Fotografie

+49 541/80 009 120

leserservice@heise.de



Das Windows-eigene Kommandozeilenprogramm DISM kann Windows-Installationen um Funktionen, Treiber, Updates und Sprachpakete ergänzen oder sie entfernen, Windows-Images auf einen Datenträger schreiben, bearbeiten, wieder verpacken und vieles mehr. Allerdings erfordert der erfolgreiche Einsatz von DISM etwas Einarbeitung. Diese Einführung hilft Ihnen bei den ersten Handgriffen.

Von Axel Vahldiek

Die Abkürzung DISM steht für „Deployment Image Servicing and Management“, Microsoft übersetzt das als „Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung“. Da beide Namen erst mal nur nach Kauderwelsch klingen und für die alltägliche Verwendung viel zu lang sind, wird gemeinhin die Abkürzung DISM verwendet. Dem Programm fehlt eine grafische Bedienoberfläche, es ist also ein reines Kommandozeilenwerkzeug. Der Name der ausführbaren Datei lautet `dism.exe`. Sie können diese wahlweise in einer Eingabeaufforderung oder in einer PowerShell aufrufen, allerdings muss sie in beiden Fällen mit Administratorrechten laufen.

Bei der ersten Annäherung an DISM sorgt vor allem der Begriff „Image“ im Namen oft für Verwirrung, daher zuerst eine kurze Erklärung dazu: Ein Image ist eine Sammlung von Ordnern und Unterordnern sowie den jeweils darin liegenden Dateien. Es enthält zudem Metadaten wie Attribute und Objekte des NTFS-Dateisystems (Zugriffsrechte, Reparse Points wie Junctions und Hardlinks ...). Daher kann ein Image alles enthalten, was auf einem Windows-PC auf Laufwerk C: enthalten ist, und wenn es das tut, redet man üblicherweise von einem Windows-Image. Ein Image kann jedoch beliebige Daten enthalten, beispielsweise den Inhalt von `D:\Bilder\Urlaub`. Ein Image ist also ein Abbild eines logischen Laufwerks (Volume) oder eines Ordners darauf, kann aber keine Daten enthalten, die sich im Original über mehrere logische Laufwerke erstrecken.

Strippenzieher

Tipps zum Bearbeiten von Windows-Images mit DISM

Images können Sie in eine Archiv-Datei im Dateiformat „Windows Image“ verpacken. Die trägt üblicherweise die Endung *.wim, daher die Bezeichnung WIM-Datei. Es gibt auch WIM-Dateien mit der Endung *.esd. Darin stecken besonders stark komprimierte Images zur Verteilung per Download (esd steht für Electronic Software Distribution). Teilt man Images auf mehrere WIM-Dateien auf, tragen diese die Endung *.swm (Split-ten WIM).

In erster Näherung können Sie sich WIM-Dateien wie ZIP-Archive vorstellen. Eine WIM-Datei kann aber nicht nur ein, sondern mehrere Images enthalten. Dabei kommen trickreiche Platzsparmethoden zum Einsatz. Images können wiederum WIM-Dateien und damit andere Images enthalten. Weitere Details zu WIM-Dateien finden Sie bei Bedarf in [1]. Images können in WIM-Dateien liegen, müssen es aber nicht. Sie können beispielsweise in VHD/VHDX-Dateien liegen, die enthaltenen virtuellen Festplatten sind also für DISM ebenfalls Images.

Das Entscheidende: Aus Sicht von DISM ist auch eine laufende Windows-Installation letztlich bloß ein Image, also der Inhalt von Laufwerk C: (genauer: von %systemdrive%). Der Bootloader und die Recovery-Partition hingegen, die normalerweise in im Explorer nicht sichtbaren separaten Partitionen liegen [2], gehören nicht zum Windows-Image, sondern sind separate Images.

Sie können mit DISM also Images bearbeiten, die in WIM-Dateien verpackt sind, aber eben auch Windows-Installationen, und es ist bei letzteren egal, ob sie gerade laufen oder nicht. Doch je nach Zustand des Images stehen in DISM unterschiedliche Fähigkeiten zur Verfügung, und besonders viele sind es bei gerade laufenden Windows-Installationen.

Außer den bereits angesprochenen Windows-Images gibt es weitere, Windows-ähnliche Images, die Sie mit DISM ebenfalls bearbeiten können. Gemeint sind Images mit Windows PE. PE steht für Preinstallation Environment. Dabei handelt es sich um jenes Mini-Betriebssystem, welches beispielsweise von einem Windows-Setup-Stick bootet und unter dem der eigentliche Setup-Prozess abläuft. Auch das c't-Notfall-Windows basiert auf Windows PE. Details zu PE finden Sie in [3]. Ein zu PE sehr ähnliches Mini-Betriebssystem ist Windows RE (Recovery

Environment). Das ist jenes, welches aus der bereits erwähnten Recovery-Partition bootet, wenn die eigentliche Windows-Installation das nicht mehr schafft. Details zu RE finden Sie in [4].

Erste Schritte

Die ersten Schritte mit DISM fallen besonders leicht, wenn man sie einfach mal selbst ausprobiert, und zwar so, dass dabei nichts kaputtgehen kann. Das Nachfolgende zeigt zwei Beispiele dafür. Erstens das Bearbeiten eines Windows-Installationsdatensatzes auf einem Setup-Stick, wie Sie ihn beispielsweise mit dem Media Creation Tool selbst erstellen können [5]. Zweitens das Entfernen vorinstallierter Apps. Wenn Sie beides erfolgreich durchgespielt haben, können Sie das Wissen problemlos auf andere DISM-Operationen übertragen, denn die laufen im Wesentlichen alle ähnlich ab.

Ob Sie für die ersten Schritte die PowerShell oder die Eingabeaufforderung verwenden, ist Geschmacksache. Die PowerShell kennt zwar zusätzliche DISM-Cmdlets, doch die können nicht mehr als das, was `dism.exe` ohnehin kann. Zudem entsprechen die Namen der Cmdlets zwar oft den nativen DISM-Befehlen, aber eben nicht immer (eine Übersicht der Cmdlets und ihrer `dism.exe`-Entsprechungen finden Sie via `ct.de/yth6`). Wer also die DISM-Cmdlets nutzen will, lernt eine etwas andere Syntax als bei Verwendung von `dism.exe`. Das wäre egal, wenn die PowerShell überall zur Verfügung stehen würde, doch dem ist nicht so. Weder Windows PE noch Windows RE haben eine PowerShell an Bord. Auch im c't-Not-

fall-Windows ist sie nicht enthalten. Um DISM dort zu verwenden, muss man also ohnehin auf die Eingabeaufforderung (genauer: auf `dism.exe`) zurückgreifen, und dann kann man sie auch gleich überall verwenden.

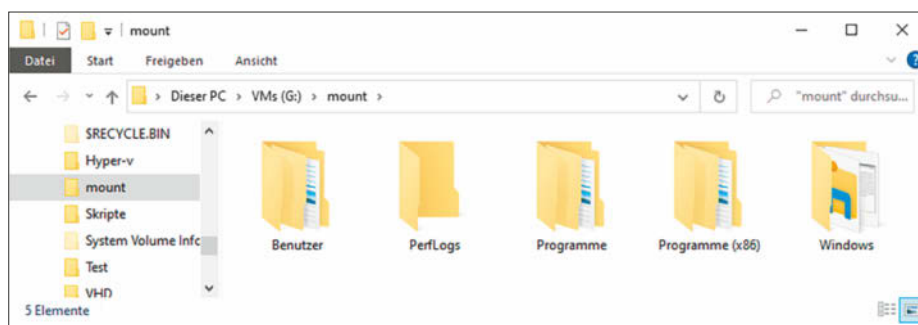
Einen ersten Eindruck von DISM bekommen Sie, wenn Sie kurzerhand `dism` in die Eingabeaufforderung eintippen. Es folgt eine längliche Ausgabe von Optionen, die auf Neulinge erst mal abschreckend wirken könnte. Doch die Namen der Befehle und Optionen folgen einem einheitlichen Schema, und vieles funktioniert bei allen gleichermaßen. Das Wichtigste: Ein angehängtes `/get-help` oder das kürzere `/?` ruft für jeden Unter-

befehl und jede Option eine eigene Hilfe auf. Im Alltag spielt es übrigens keine Rolle, ob es gerade um einen Befehl oder eine Option geht, denn beide werden an `dism.exe` gleichermaßen mit einem vorangestellten Schrägstrich (/) übergeben.

Die Hilfe verrät, wofür ein Befehl oder eine Option gut ist, welche weiteren Angaben erforderlich und welche optional sind. Zudem führt die Hilfe in den allermeisten Fällen Beispiele an.

Der erste Befehl

Für die ersten Experimente empfiehlt es sich, einen separaten USB-Stick mit 16 bis 32 GByte Platz zu verwenden. Laden Sie über `ct.de/yth6` das Media Creation Tool (MCT) herunter und richten Sie damit den Stick als Windows-Setup-Stick ein (es sei erneut auf [5] hingewiesen). Dabei landet unter anderem eine WIM-Datei auf dem Stick, und die können Sie mit DISM bearbeiten, ohne etwas anderes zu beschä-



DISM bearbeitet Images. Dabei ist es an sich erst mal egal, ob ein Image in einer WIM-Datei verpackt oder wie hier auf einen Datenträger entpackt ist. Auch eine auf Laufwerk C: liegende laufende Windows-Installation ist für DISM ein bearbeitbares Image.

```
Administrator: Eingabeaufforderung

C:\WINDOWS\system32>Dism /Get-ImageInfo /ImageFile:H:\Sources\Install.wim

Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.19041.572

Details für Image: "H:\Sources\Install.wim"

Index: "1"
Name: "Windows 10 Pro"
Beschreibung: "Windows 10 Pro"
Größe: 14.771.706.657 Bytes

Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

C:\WINDOWS\system32>
```

Ein Befehl, der mit /Get- beginnt, rückt Informationen heraus, in diesem Fall zu einer WIM-Datei. Der Pfad der WIM-Datei ist hinter /ImageFile: anzugeben, und zwar ohne Leerzeichen hinter dem Doppelpunkt.

```
Administrator: Eingabeaufforderung

C:\WINDOWS\system32>Dism /Get-ImageInfo /ImageFile:H:\Sources\Install.wim /Index:1

Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.19041.572

Details für Image: "H:\Sources\Install.wim"

Index: "1"
Name: "Windows 10 Pro"
Beschreibung: "Windows 10 Pro"
Größe: 14.771.706.657 Bytes
WIM startbar: Nein
Architektur: x64
Hal: <nicht definiert>
Version: 10.0.19041
Service Pack-Build: 450
Service Pack-Nummer: 0
Edition: Professional
Installation: Client
Produkttyp: WinNT
Produktsuite: Terminal Server
Systemstamm: WINDOWS
Verzeichnisse: 22560
Dateien: 94260
Erstellt: Sa 08. Aug. 2020 - 10:28:43
Geändert: Mo 19. Okt. 2020 - 14:40:23
Sprachen:
    de-DE (Standard)
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

C:\WINDOWS\system32>
```

Wenn Sie dem /Get-ImageInfo-Befehl zusätzlich eine Index-Nummer übergeben, bezieht sich der Befehl nicht mehr auf die gesamte WIM-Datei, sondern auf ein einzelnes Image darin.

digen – wenn Sie die WIM-Datei versehentlich demolieren, lassen Sie das MCT den Stick einfach erneut einrichten.

Die WIM-Datei liegt auf dem Stick im Ordner „sources“. Ihr Name lautet „Install.esd“. In dieser Datei stecken Win-

dows-Images, die das ebenfalls auf dem Stick befindliche Setup-Programm auf einem internen Datenträger installieren kann. Der Plan ist nun, ein Image aus der WIM-Datei so zu öffnen, dass Sie es verändern können, indem Sie ein paar

Dateien hinzufügen. Anschließend wird das Image mitsamt den Änderungen wieder in die WIM-Datei zurückgeschrieben. Wenn das Setup-Programm künftig jenes Image auf einen Datenträger installiert, sind Ihre Änderungen darin enthalten.

Verschaffen Sie sich zuerst einen Überblick über die in der WIM-Datei enthaltenen Images. Dazu dient der Befehl /Get-ImageInfo. Der Namensbestandteil /Get- steht bei DISM-Befehlen grundsätzlich für das Abfragen von Informationen, so ein Befehl verändert also nichts. Da er wie fast alle DISM-Befehle zu lang ist, um ihn im Heft ohne Umbruch zu drucken, steht er nachfolgend zwar mehrzeilig, doch sind alle in diesem Artikel genannten Befehle stets in einer einzigen Zeile einzugeben. Die Groß- und Kleinschreibung spielt dabei keine Rolle, hier kommt sie nur zur besseren Lesbarkeit zum Einsatz.

```
Dism /Get-ImageInfo
/ImageFile:H:\Sources\Install.esd
```

Dem Befehl wird per /ImageFile: übergeben, wo die Datei liegt (hier „H:\Sources\Install.esd“). Beachten Sie, dass vor dem Schrägstrich ein Leerzeichen steht, zwischen Doppelpunkt und Pfad hingegen nicht. Das ist bei DISM immer so! Nach einem Leerzeichen erwartet das Programm stets die nächste Option oder den nächsten Befehl. Wenn Sie einen Pfad mit Leerzeichen übergeben wollen, müssen Sie ihn daher in Anführungszeichen einschließen. Tipp: Wenn Sie beim Eintippen von Pfaden die Tab-Vervollständigung nutzen wollen, schreiben Sie hinter dem Doppelpunkt zuerst doch ein Leerzeichen, geben dann den Pfad mit Tab-Vervollständigung ein und löschen das Leerzeichen nach dem Doppelpunkt dann wieder. Vor allem bei langen Pfaden spart das viel Tipparbeit.

Nach dem Abschicken des Befehls gibt DISM Informationen über die in der angegebenen Datei enthaltenen Images aus. Für jedes nennt es die Indexnummer; sie wird fortlaufend hochgezählt. DISM zeigt zudem Name und Beschreibung jedes Images. Beides legt derjenige fest, der das Image ursprünglich in die WIM-Datei verfrachtet hat. Auch die Größe jedes Images wird angezeigt.

Für die nächsten Schritte verwenden wir das Image mit dem Namen „Windows 10 Pro“, welches bei MCT-Sticks die Indexnummer 5 trägt. Über dieses Image können Sie weitere Informationen erhalten, und

zwar erneut mit dem Befehl `/Get-ImageInfo`. Dazu brauchen Sie nur ein ergänzendes `/Index:5` anzuhängen (auch hier kein Leerzeichen nach dem Doppelpunkt). Der gesamte Befehl sieht dann so aus:

```
Dism /Get-ImageInfo ↵
/ImagePath:H:\Sources\Install.esd ↵
/Index:5
```

Sobald Sie also einem Befehl nicht nur den Pfad einer WIM-Datei, sondern zusätzlich die Indexnummer eines darin enthaltenen Images übergeben, gilt er nicht mehr der gesamten Datei, sondern nur dem ausgewählten Image.

Es gibt übrigens einen Befehl, der auf den ersten Blick dasselbe zu machen scheint: `Get-WimInfo`. Folgende Zeile:

```
Dism /Get-WimInfo ↵
/WimFile:H:\Sources\Install.esd
```

gibt dasselbe aus wie `/Get-ImageInfo`. Der Unterschied zwischen den Befehlen: Wäh-

rend `/Get-WimInfo` nur mit WIM- und ESD-Dateien umgehen kann, lassen sich mit `/Get-ImageInfo` auch Informationen etwa über VHD/VHDX-Dateien erfragen.

Die beiden Befehle zeigen allerdings eines recht anschaulich: Wenn einem Befehl ein Ordner- oder Dateipfad zu übergeben ist, leitet sich der Name des Schlüsselworts vom eigentlichen Befehl ab. So muss man bei `/Get-ImageInfo` den Pfad hinter `/ImagePath` angeben, während `Get-WimInfo` ihn hinter `/WimFile` erwartet. Das Wissen darum erleichtert es Ihnen später, bei anderen Befehlen auch ohne Lektüre der Hilfe zu erraten oder sich daran zu erinnern, was Sie wohl einzutippen haben.

Umwandeln

Als Nächstes geht es eigentlich um das Entpacken des ausgewählten Images, doch vorher ist eine Hürde zu überwinden: In ESD-Dateien sind Images dermaßen komprimiert gespeichert, dass man sie nicht bearbeiten, sondern nur zur Installation verwenden kann. Abhilfe: Exportie-

ren Sie das Image in eine weniger komprimierte WIM-Datei, und zwar kurzerhand ebenfalls auf dem Stick. Das erledigt eine einzige, aber lange Befehlszeile. Stellen Sie sicher, dass auf dem Stick ausreichend Platz frei ist, die Datei wird rund 4 GByte groß. Falls der Platz auf dem Stick nicht ausreicht, lassen Sie die Zielfeile auf einem anderen Laufwerk erstellen (was schneller geht, aber später einen weiteren Platz zum Aufräumen darstellt). Den Zielpfad im folgenden Befehl passen Sie hinter `/DestinationImagePath`: bitte an:

```
Dism /Export-Image ↵
/SourceImagePath:H:\Sources\ ↵
Install.esd ↵
/SourceIndex:5 ↵
/DestinationImagePath:H:\Sources\ ↵
Install.wim ↵
/compress:max
```

Die meisten Bestandteile sollten nach den bisherigen Ausführungen schon leichter zu lesen sein: Dem Befehl `/Export-Image`

Klicken statt tippen?

Da das Eintippen langer Befehlszeilen nicht jedermanns Sache ist, kommt immer wieder die Frage auf, ob es nicht eine grafische Bedienoberfläche für DISM gibt, die den Einstieg und den Umgang damit einfacher machen. Im Internet sind drei Programme zu finden, deren Namen suggerieren, so ein GUI für DISM zu bieten.

Eines heißt „DISM-GUI“. Es kann aber weder Images packen noch installieren, sondern dient vor allem der Bearbeitung des Component Store (Details in [9]) des lokal installierten Windows. Ohne konkreten Grund sollte man den aber nicht anrühren. Die Bereinigung des Component Store wird zwar vielerorts im Netz als Universal-Problemlösung beim Einspielen von Updates sowie zum Platzsparen angepriesen, doch helfen tut dieser Tipp nach unseren Erfahrungen nur sehr selten. In den meisten Fällen stellt das Befolgen des Tipps bestenfalls eine Beschäftigungstherapie dar, schlimmstenfalls laufen danach einzelne Anwendungen nicht mehr oder nicht korrekt. Dann sind bei der Bereinigung Dateien vom Rechner geflogen, die eigentlich noch gebraucht werden. Tipps zum gefahrlosen Platzsparen lieferte das Titelthema von c't 8/2018.

Ein Programm namens „Dism++“ wird auf einer chinesischen Website zum Download angeboten. Laut Lizenzbedingungen ist es für den persönlichen Gebrauch kostenlos, aber ausdrücklich nicht Open Source. Schon das Weitergeben wird strikt untersagt, was zumindest insofern originell ist, als dass im Downloadpaket unter anderem Originalsoftware von Microsoft steckt, wofür die Anbieter kaum eine Erlaubnis haben dürften. Inwieweit der Rest der Lizenzbedingungen ernst gemeint ist, mag jeder für sich selbst entscheiden. So verpflichtet man sich durch deren Abnicken, bei einer Nutzungsdauer über 30 Tage einen mindestens 345 Wörter langen Bericht über Fehler und zu möglichen Verbesserungen zu schicken, ab 8 Monate Nutzungsdauer sogar jährlich, und zwar stets am 11. November. Zudem bekennt man sich zu Frieden, Gruppenarbeit, der Hilfe für andere sowie zur im eigenen Heimatland gültigen Verfassung. Was schon ernster klingt: Das Programm sammelt und übermittelt Systeminformationen, wenn auch angeblich keine persönlichen Daten. Was den Nutzen von Dism++ betrifft: Das Programm ist kein GUI für Dism, sondern

eher eine Art Aufräumprogramm, welches alles Mögliche aus dem laufenden System löschen kann. Wer genau weiß, um was es bei den einzelnen Punkten geht, mag mitunter davon profitieren, doch schon ein kleiner Irrtum oder Danebenklicken kann dazu führen, dass Windows nicht mehr startet. Wer sich von Dism++ eine Erleichterung im Umgang mit DISM erhofft, liegt falsch.

„DISM GUI“ (in diesem Fall ohne Bindestrich) kommt der Sache noch am nächsten: Das Programm kann Images erzeugen und bereits vorhandene bearbeiten. Dazu gehört beispielsweise das Hinzufügen und Entfernen von Treibern, Sprachpaketen, Updates und Features. Unter der Haube übersetzt das Programm die Anweisungen in `dism`-Befehlszeilen. Sobald die Befehlszeile abgeschickt ist, gibt DISM GUI die Rückmeldungen von `dism.exe` aus – weitere Informationen gibt es nicht. Man muss also selbst wissen, wie man zu den Treibern, Updates und so weiter kommt. Kurzum: Von „DISM GUI“ profitiert nur, wer sich bereits mit DISM auskennt.

Sie finden alle drei Programme über ct.de/yth6.

wird zuerst der Name der Quell-Image-Datei (/SourceImageFile:) sowie die Indexnummer des Quell-Images (/SourceIndex:) übergeben, anschließend die Zieldatei (/DestinationImageFile:) und schließlich der Grad der Kompression. Davon gibt es vier Stufen (none, fast, max, recovery). Die Stufe max meint dabei nicht etwa die maximal mögliche Kompression, sondern die maximale Kompressionsstufe, die ein Image haben darf, damit Sie es noch bearbeiten können. In der ESD-Datei wurde die noch höhere Stufe recovery verwendet. Das Ausführen des Befehls dauert einige Zeit.

Einbinden

Die frisch erstellte WIM-Datei können Sie nun zum Bearbeiten auf einem NTFS-formatierten Laufwerk einbinden. Sie können sich den Vorgang wie das vorübergehende Entpacken eines ZIP-Archivs vorstellen. Dazu müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Die WIM-Datei muss auf einem beschreibbaren Laufwerk liegen (also nicht auf einer DVD oder einem ISO). Zweitens brauchen Sie einen Ordner auf einem NTFS-Laufwerk, in dem das Image entpackt werden kann. Er muss bereits vorhanden sein und ausreichend freien Platz bieten. Wie viel genau, hängt vom Image ab, mit 20 GByte sind Sie in diesem Fall auf der sicheren Seite. Als Beispiel dient hier G:\Mount. Erstellen Sie zuerst diesen Ordner. Das Entpacken erledigt der Befehl /Mount-Image, komplett sieht er so aus:

```
Dism /Mount-Image ↵
C:/ImageFile:H:\Sources\Install.wim ↵
C:/Index:1 /MountDir:G:\Mount
```

Wieder wird die Image-Datei angegeben, in diesem Fall die frisch erstellte WIM-Datei (falls Sie versehentlich die Install.esd angeben, beschwert sich DISM über eine „Datei mit dem falschen Format“). Die Indexnummer ist in diesem Fall 1. Das vorab mit /Get-ImageInfo herauszufinden, ist hier unnötig: Sie haben ja nur ein einzelnes Image in die WIM-Datei exportiert, und das erste Image hat immer die 1. Schließlich geben Sie noch das Zielverzeichnis an.

Bearbeiten

Das Bearbeiten des eingebundenen Images ist simpel, denn dazu reicht der Explorer. Im Ordner G:\Mount sehen Sie mehrere Ordner, die Ihnen von Laufwerk C: bekannt vorkommen dürften: „Windows“, „Pro-

gramme“, „Benutzer“ und so weiter. Es sind die Ordner einer Windows-Installation, und zwar inklusive aller Metadaten wie Zugriffsrechte und so weiter. Im Ordner „Benutzer“ gibt es jedoch nur die Profil-Ordner „Öffentlich“ und „Default“, denn ein Nutzer wurde noch nicht angelegt. Das Image befindet sich in dem Zustand, in dem das Setup-Programm es auf dem internen Datenträger vor dem ersten Neustart hinterlässt (Details zum Ablauf einer Windows-Installation finden Sie in [6]).

Was unter G:\Mount liegt, können Sie nach Belieben bearbeiten, jedenfalls im Prinzip: Denn es wurden ja eben nicht nur einfach die Dateien und Ordner entpackt, sondern auch die dazugehörigen Metadaten wie die Zugriffsrechte. An vielen Stellen unter G:\Mount dürfen Sie daher nur dann herumhantieren, wenn Sie über Administratorrechte verfügen. Und es kann Ihnen passieren, dass der Explorer Sie selbst dann bremsen. Als Administrator können Sie sich fehlende Rechte selbst verschaffen, doch seien Sie dabei vorsichtig: In später mit diesem Image erzeugte Windows-Installationen könnten Sie sonst zu viel erlauben, was zu Sicherheitslücken führen kann. Details zum Rechtesystem lesen Sie in [7].

Vieles klappt allerdings ganz ohne Herummühen an Zugriffsrechten. Ein einfaches Beispiel: Ergänzen Sie unter G:\Mount\Programme beispielsweise die Werkzeuge aus der Sysinternals-Suite. Dazu laden Sie die Suite von <https://sysinternals.com> herunter, entpacken die ZIP-Datei und kopieren den Inhalt per Explorer ins Mount-Verzeichnis, etwa nach „G:\Mount\Programme\SysinternalsSuite“. Zum Kopieren müssen Sie die Sind-Sie-sicher-Nachfrage der Benutzerkontensteuerung abnicken.

Nun können Sie das Image wieder entpacken, dazu dient der DISM-Befehl /Unmount-Image. Sie können dabei selbst entscheiden, ob Sie die Änderungen übernehmen wollen. Wie auch immer Ihre Entscheidung aussieht: Schließen Sie zuerst alle Explorer-Fenster. Stellen Sie zudem sicher, dass keine Dateien mehr im Mount-Verzeichnis geöffnet sind. Warten Sie anschließend ein paar Sekunden, damit ein eventuell noch im Mount-Verzeichnis herumprüfender Virens Scanner mit seiner Arbeit durch ist. Erst danach tippen Sie folgenden Befehl ein und übernehmen damit die Änderungen:

```
Dism /Unmount-Image ↵
C:/MountDir:G:\Mount /Commit
```

Falls Sie die Änderungen stattdessen verworfen wollen, ersetzen Sie /Commit durch /Discard.

Dass übernommene Änderungen wirklich im Image gelandet sind, können Sie nachprüfen, ohne dafür das Image erneut einzubinden: Der DISM-Befehl /List-Image listet alle in einem Image enthaltenen Dateien und Ordner auf. Das sind so viele, dass Sie die Ausgabe in eine Textdatei umleiten sollten, indem Sie an den Befehl ein > und den gewünschten Dateinamen anhängen. Das sieht dann so aus (Pfad bitte anpassen):

```
Dism /List-Image ↵
C:/ImageFile:H:\Sources\Install.wim ↵
C:/Index:1 ↵
C> %UserProfile%\Documents\Dismtmp.txt
```

Suchen Sie in der Textdatei einfach nach „sysinternals“, dann sehen Sie, dass der Ordner im Image steckt.

Apps deinstallieren

Nun zum zweiten Beispiel: dem Entfernen vorinstallierter Apps. Sie können das zwar an einem laufenden Windows ausprobieren, sollten dann aber vorher ein Backup davon erstellen, etwa mit c't-WIMage (siehe ct.de/wimage). Gefährloser ist, die ersten Versuche stattdessen mit der für das erste Beispiel erzeugten WIM-Datei durchzuspielen. Das Vorgehen ist in beiden Fällen im Wesentlichen identisch.

Das Nachfolgende beschreibt es am Beispiel der erzeugten WIM-Datei. Binden Sie zuerst wieder das Image wie oben beschrieben mit dem Befehl /Mount-Image in den Ordner G:\Mount ein.

Verschaffen Sie sich nun einen Überblick über die installierten Apps. Dazu dient wieder ein /Get-Befehl, genauer /Get-ProvisionedAppxPackages. Weil sehr viele Apps vorinstalliert sind, ist wieder empfehlenswert, die Ausgabe in eine Textdatei umzuleiten. Die folgende Befehlszeile überschreibt dazu kurzerhand die im ersten Beispiel erstellte Textdatei. Zudem demonstriert sie, dass DISM auch ein eingebundenes Image als Image-Parameter akzeptiert:

```
Dism /Get-ProvisionedAppxPackages ↵
C:/Image:G:\Mount ↵
C> %UserProfile%\Documents\Dismtmp.txt
```

Öffnen Sie anschließend die Textdatei. Für jede App wird außer Version, Architektur und anderem auch der Anzeigename aufgelistet. Suchen Sie sich eine aus,

die Sie für verzichtbar halten, beispielsweise das Spiel „Microsoft.MicrosoftSolitaireCollection“.

Nun zum Löschen. Dazu dient ein /Remove-Befehl, hier /Remove-ProvisionedAppxPackage. Beachten Sie, dass der Befehl /Remove-ProvisionedAppxPackage ohne Mehrzahl-S am Ende geschrieben wird. Das ist sprachlich korrekt, denn bei der Übersicht per /Get- geht es ja um alle Apps, bei /Remove- hingegen nur um eine. Das Prinzip gilt auch für verwandte Befehle wie /Add-, /Set- und so weiter.

Doch wie übergeben Sie genau den Befehl zum Löschen des Spiels? Details verrät die Hilfefunktion. In diesem Fall reicht es allerdings nicht aus, einfach nur `Dism /Remove-ProvisionedAppxPackage /?` einzugeben, denn das produziert nur die Meldung „kein Hilfethema gefunden“. Hintergrund: Der Befehl erfordert grundsätzlich die Angabe eines Images, auf das er sich beziehen soll, und das gilt in diesem Fall auch für die Hilfe. Daher fragen Sie die Hilfe in diesem Fall so ab:

```
Dism /Image:G:\Mount &
&/Remove-ProvisionedAppxPackage /?
```

Sie können den Befehl statt auf ein eingebundenes Image auch auf eine laufende Installation loslassen. Dazu ersetzen Sie /Image:G:\Mount durch /online. Das ist zum Abrufen solcher Hilfen übrigens ein Weg zum Ersparen von Tipparbeit: Die Hilfetexte sind immer gleich.

Die Hilfe verrät, dass Sie zum erfolgreichen Ausführen des Befehls den /PackageName: angeben müssen. Kopieren Sie diesen also aus der Textdatei. Der komplette Befehl sieht dann so aus:

```
Dism /Remove-ProvisionedAppxPackage &
&/Image:G:\Mount &
&/PackageName:Microsoft.Microsoft&
&SolitaireCollection_4.4.8204.0_&
&neutral_~_8wekyb3d8bbwe
```

Wenn Sie nun die obige /Get-ProvisionedAppxPackages-Zeile per Pfeil-rauf-Taste wieder in den Fokus abholen und erneut abschicken, wird die Textdatei anschließend das Spiel nicht mehr auflisten. Nun noch das Image aus G:\Mount wieder anhängen. Sofern Sie dabei /Commit statt /Discard anhängen, besitzen Sie nun einen Installationsdatensatz, in dem das Spiel nicht mehr enthalten ist.

Wenn Sie das vorige Beispiel an einer laufenden Installation umsetzen wollen,

brauchen Sie wie bereits erwähnt nur bei jedem Befehl /Image:G:\Mount durch /Online zu ersetzen. Doch Obacht: Änderungen werden dann ohne anschließendes /Commit sofort durchgeführt!

Und weiter ...

Auf die gleiche Weise, wie Sie sich gerade einen Überblick über die vorinstallierten Apps verschafft haben, können Sie sich auch über Treiber (/Get-Drivers) informieren. Ähnliche Befehle dienen zum Auflisten von „Fähigkeiten“ wie Handschriften- und Spracherkennung (/Get-Capabilities), Windows-Updates (/Get-Packages) und „Features“ wie Hyper-V, Media Player und Linux-Subsystem WSL (/Get-Features). Das Vorgehen ist bei allem immer gleich. Detaillierte Infos zu einem einzelnen Treiber/Update/sonstwas spuckt ein angehängtes „Info“ aus, beispielsweise /Get-DriverInfo. Zum Hinzufügen und Entfernen dienen die jeweiligen Add- und Remove-Befehle wie /Add-Driver und /Remove-Feature.

Damit sind Sie nun gerüstet, sich auf eigene Faust auf die weitere Entdeckungstour durch die DISM-Fähigkeiten zu machen. Dazu können Sie entweder in der deutschsprachigen Eingabeaufforderung eine Hilfe nach der nächsten aufrufen. Oder aber Sie lesen mehr zu den einzelnen Befehlen online in Microsofts englischsprachiger DISM-Referenz (siehe ct.de/yth6).

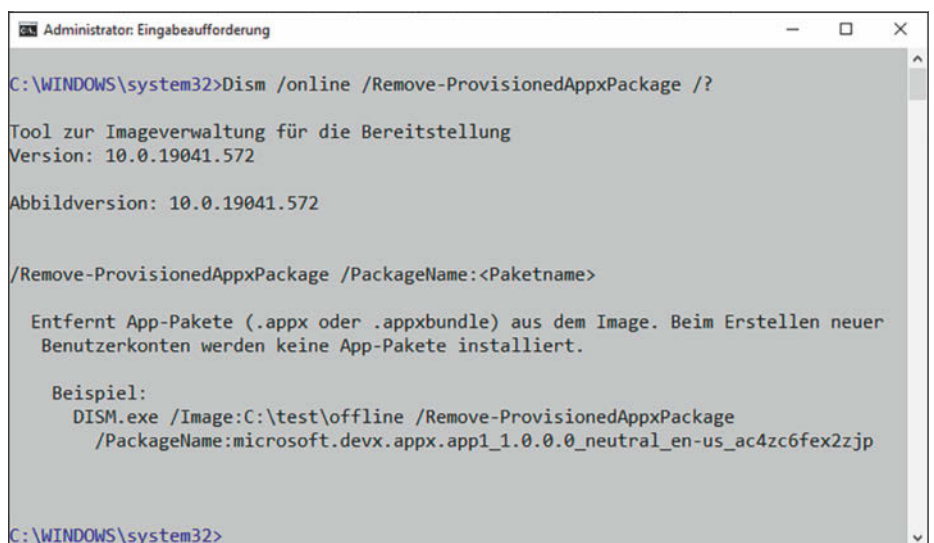
Egal, welche Lektüre Sie bevorzugen: Sie werden womöglich auf Befehle stoßen, deren Sinn sich auch nach Durchspielen

dieses Artikels noch nicht erschließt. Ignorieren Sie solche Befehle kurzerhand oder nutzen Sie für erste Experimente einen Testrechner, eine VM oder extra für den Test erstellte Images. Das gilt vor allem für alle Arten von /Remove-Befehlen. Nutzen Sie besonders die Option zum Entfernen von Windows-Updates mit Bedacht, denn damit könnten Sie bereits geschlossene Sicherheitslücken wieder aufreißen. Tipps zum Loswerden zickiger Updates finden Sie in [8]. Bei Experimenten mit einem Test-Image oder einer Test-Installation hingegen bleibt Ihr Arbeits-Windows unangetastet. Und mit diesem Wissen im Hinterkopf ist das Erforschen von Unbekanntem ja immer entspannter als ohne. (axv@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176
- [2] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [3] Axel Vahldiek, Wenn sonst nichts mehr geht, Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE, c't 10/2018, S. 162
- [4] Axel Vahldiek, Aufstehhelfer, Wie Windows Startprobleme selber löst, c't 5/2018, S. 74
- [5] Axel Vahldiek, Setup-Stick reloaded, Installationsstick für Windows 10 erstellen, c't 15/2020, S. 160
- [6] Axel Vahldiek, Auftragsarbeit, Wie eine Windows-Installation abläuft – und wo Sie eingreifen können, c't 25/2018, S. 154
- [7] Hajo Schulz, Einlasskontrolle, Das Rechte-System von Windows, c't 25/2019, S. 158
- [8] Jan Schüßler, Windows Downdate, Kaputte Windows-Patches entfernen, c't 18/2020, S. 142
- [9] Hajo Schulz, Axel Vahldiek, Flickwerk, Windows Update unter die Haube geschaut, c't 3/2017, S. 112

Downloads und Dokus: ct.de/yth6



```
Administrator: Eingabeaufforderung
C:\WINDOWS\system32>Dism /online /Remove-ProvisionedAppxPackage /?

Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.19041.572

Abbildversion: 10.0.19041.572

/Remove-ProvisionedAppxPackage /PackageName:<Paketname>

Entfernt App-Pakete (.appx oder .appxbundle) aus dem Image. Beim Erstellen neuer
Benutzerkonten werden keine App-Pakete installiert.

Beispiel:
DISM.exe /Image:C:\test\offline /Remove-ProvisionedAppxPackage
/PackageName:microsoft.devx.appx.app1_1.0.0.0_neutral_en-us_ac4zc6fex2zjp

C:\WINDOWS\system32>
```

Damit ein Hilfeaufruf Sinnvolles ausgibt, muss man bei manchen Befehlen ein Image angeben, auf das sich der Befehl beziehen soll.

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger **13,90 €** ➤



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

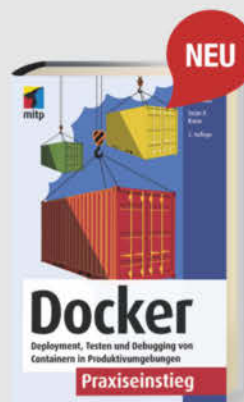
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites **39,90 €** ➤



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen **38,00 €** ➤



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 **25,99 €** ➤



Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

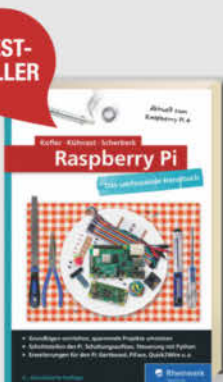
ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks **29,90 €** ➤



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmman
Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134
shop.heise.de/kryptographie6 **34,99 €** ➤



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (6. Aufl.)

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.

Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6 **44,90 €** ➤



Simon Monk
Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526
shop.heise.de/zombies **24,90 €** ➤

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

shop.heise.de/parklite

29,90 € ➔



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

shop.heise.de/flirc

23,90 € ➔

NEU



musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

shop.heise.de/musegear

24,90 € ➔



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € ➔



NEUER PREIS!

ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

shop.heise.de/arduitouch

~~69,90 €~~
36,90 € ➔



NEU

PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

94,90 € ➔



NEUER PREIS!

Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

shop.heise.de/argon-set

~~117,60 €~~
99,90 € ➔



NEU

NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. **Inklusive Netzteil!**

shop.heise.de/jetson

134,90 € ➔



28% RABATT

Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

shop.heise.de/makey-paket

~~27,70 €~~
19,90 € ➔



„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € ➔

heise shop

shop.heise.de ➔

➤ Bestellen Sie ganz einfach online unter **shop.heise.de** oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**

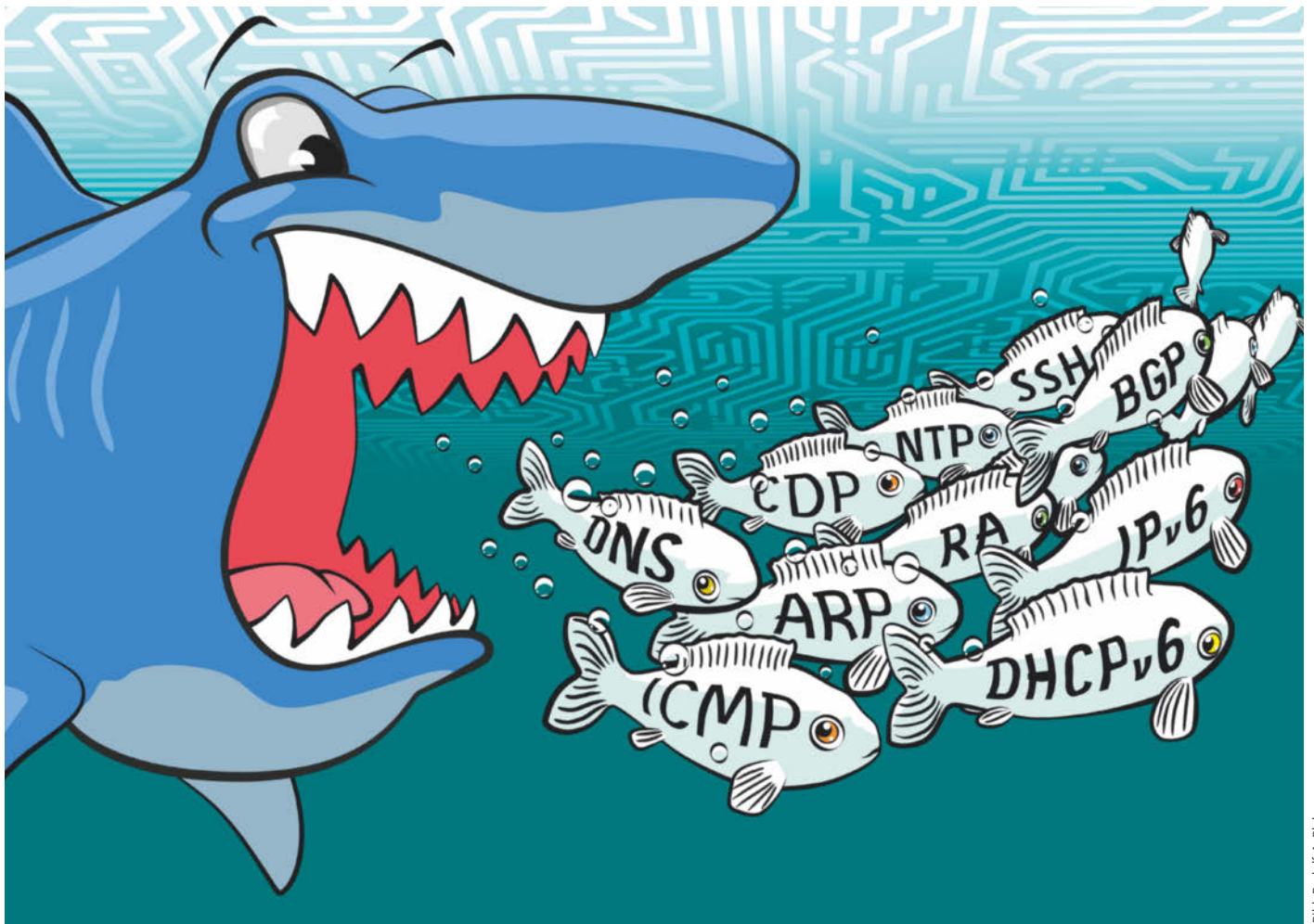


Bild: Rudolf A. Blaha

Haihappen

Netzwerkprotokolle: Nachschlagewerk für Wireshark

Wenn es im Netzwerk knirscht, versuchen Admins den Fehler in Analyse-Tools wie Wireshark anhand von Paketmitschnitten einzukreisen. Jedoch hat der Herr viel mehr Netzwerkprotokolle gegeben, als sich ein Admin-Hirn in allen Details merken kann. Eine Referenzdatei, die zahlreiche korrekte Protokollabläufe enthält, gibt Orientierung.

Von Johannes Weber

Wer den Netzwerkverkehr auf Kommunikationsfehler abklopfen muss, braucht bei der Analyse von Paketmitschnitten (Traces) reichlich Geduld. Abgelaufene Zertifikate, Inkompatibilitäten aufgrund verschiedener Versionen, fehlerhafte Implementierungen, abgelaufene Timer – der Teufel steckt im Detail.

Natürlich kann man einen Trace im Analysewerkzeug Wireshark öffnen und die Aufzeichnung Paket für Paket und Feld für Feld mit den Spezifikationen vergleichen. Ein Fehler springt aber eher ins Auge, wenn man einen funktionierenden Protokollablauf zum Vergleich heranzieht.

Manche Netzwerk-Admins sammeln daher Traces funktionierender Übertragungen, um sie später als Referenz zu verwenden. Auch der Autor dieses Beitrags hat wichtige Traces über Jahre hinweg gesammelt. Anstatt aber vor jeder Analyse die zugehörige Referenzdatei im händisch angelegten Archiv zu suchen, hat er die wichtigen Mitschnitte in ein einziges PCAP-File gesteckt. Das kann man wie üblich mit einem Doppelklick in Wireshark öffnen und dann die mächtige Filtermaschine des Programms nutzen, um einen gesuchten Protokollablauf darzustellen.

In diesem Beitrag geht es um eine rund 9 MByte große Referenzdatei. Sie enthält aktuell über 60 Traces von Protokollen, die auf das Übertragungsmedium Ethernet aufsetzen; Sie finden sie über ct.de/yjkz.

Die meisten Beispiele sind sowohl für das moderne IPv6 als auch für das veraltete

IPv4 ausgeführt. Unter anderem befinden sich in der Referenzdatei sowohl Abläufe grundlegender Protokolle wie DNS, HTTP oder ICMP als auch von Exoten wie Ciscos Unidirectional Link Detection (UDLD) oder vom langsam aussterbenden WHOIS.



Die komplette Liste haben wir in einer Tabelle aufgeführt, die ebenfalls unter ct.de/yjzk zum Download bereitsteht.

In Wireshark kann man mit flexiblen Display-Filtern allen Verkehr ausblenden, der gerade nicht interessiert, und so ausschließlich die zu analysierende Kommunikation verfolgen. Bei vielen Protokollen hat man die Wahl zwischen zwei Filterarten: Setzt man zum Beispiel `http` oder `dns` ins Feld „Display-Filter“ ein, dann zeigt Wireshark nur die Pakete, die zum jeweiligen Applikationsprotokoll gehören.

Wenn man stattdessen auf den Zielport filtert, zeigt Wireshark zusätzlich den Transport Layer Overhead, der beim Verbindungsaufbau abläuft, inklusive Acknowledgements und etwaiger Retransmissionen. Um also eine komplette Websession zu betrachten, gibt man `tcp.port eq 80` ein.

Überblick

Die Kommunikation von Hosts mit dem Domain Name System (DNS) gehört zu den grundlegenden Anwendungen. Praktisch jedes internetfähige Programm benötigt zur Verbindungsaufnahme die Auflösung von Domainnamen zu A- oder AAAA-Records mit ihren IP-Adressen, sodass solche Pakete in fast jedem Trace zu finden sind. Der Großteil der weltweiten DNS-Anfragen an die DNS-Resolver läuft unverschlüsselt ab, was auch die Referenzdatei widerspiegelt; verschlüsselnde Protokolle wie DNS-over-HTTPS und DNS-over-TLS fassen aber langsam Fuß und werden daher in einem kom-

menden Update der Referenzdatei berücksichtigt.

Um den DNS-Verkehr isoliert zu betrachten, gibt man im Display-Filter `dns` ein. Mit dem Filter `tcp.port eq 53` oder `udp.port eq 53` sehen Sie die gesamte Kommunikation zur Namensauflösung, also auch etwaigen TCP-Overhead.

DNS-Probleme können vielfältig sein. Daher sind in der Referenzdatei allerlei DNS-Beispiele aufgeführt, angefangen von Paketen, die seltene Resource Records (RR) enthalten, bis hin zu kompletten Zone Transfers.

Außerdem finden Sie darin Besonderheiten wie Hostnamen, die Sonderzeichen enthalten (internationalized domain names, IDN), und Anfragen zu A- oder AAAA-Records mit bis zu 64 IPv4- oder IPv6-Adressen pro Host. Nicht zu vergessen DNSKEYs und RRSIGs der kryptografischen DNS-Absicherung DNSSEC sowie die zugehörigen Flags in den Antworten. Für Domain-Admins interessant: Dynamische DNS-Updates (nicht zu verwechseln mit DynDNS eines Heimrouters).

Bei genauem Hinsehen fallen neben klassischen UDP-Paketen auch IP-Fragmente sowie TCP-Sessions auf. Diese treten immer dann auf, wenn eine DNS-Antwort nicht mehr in ein UDP-Paket passt. Herkömmliche DNS-Antworten dürfen nicht länger als 512 Bytes sein, um mittels UDP übertragen werden zu können. Mit der Erweiterung EDNS(0) signalisiert ein Server, dass er mehr Nutzdaten schickt (> 512 <= 1232 Bytes). Sollte die EDNS(0)-

Übertragung scheitern oder die Obergrenze überschreiten, kann der Client den Server über das aufwendigere und langsamere TCP befragen.

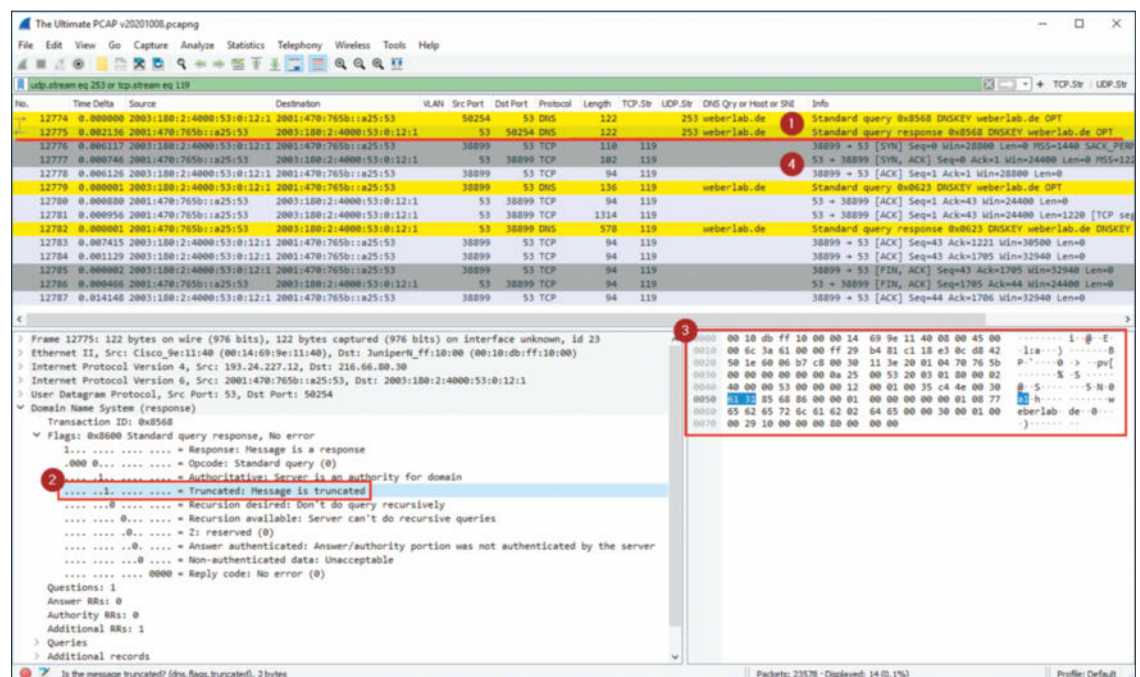
Was wäre das Internet ohne HTTP? Klar, dass das Trace-File auch ein paar HTTP-Sessions enthält. Kleiner Wireshark-Tipp: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf ein HTTP-Paket und dann im Kontextmenü auf „Follow/HTTP Stream“. Daraufhin öffnet sich ein Fenster, das nur den Inhalt des HTTP-Headers und des Bodys anzeigt; etwaige komprimierte Inhalte werden automatisch dekomprimiert.

Wer HTTP-Verkehr im Unternehmensumfeld analysiert, muss mit Proxys rechnen. Eine häufige Frage ist daher: Wie kann man, abgesehen von der IP-Adresse des Proxys, auf reinen HTTP- oder Proxy-vermittelten Verkehr rückschließen? Ein Beispiel dafür liefert der Host mit der IP-Adresse 192.168.110.10 (Display-Filter `ip.addr == 192.168.110.10`). Dieser hat eine Webseite sowohl direkt als auch per Proxy aufgerufen. Wenn er nur `GET / sendet`, kommuniziert er mit dem Webserver direkt. Schickt er hingegen `GET http://<hostname>/`, nutzt er den Proxy.

Doch der Webverkehr hat sich schon seit einiger Zeit überwiegend zu TLS-verschlüsseltem HTTP verlagert, also HTTPS. Im Trace sind mehrere TLS-1.2- und -1.3-Sessions zu sehen.

Dabei ist zwar der Großteil der Kommunikation verschlüsselt, aber immerhin kann man leicht erkennen, welche Host-

DNS-Anfragen laufen nicht nur über den UDP-Port 53 ab: Bei dieser DNSSEC-Validierung ist die Antwort auf die Frage (1) nach dem DNSKEY zu groß für ein UDP-Datagramm und daher sendet der Resolver: „Message is truncated“ (2). Die DNS-Response enthält also keine Nutzdaten (3). Der DNS-Client fragt daher noch einmal per TCP nach (4).



The screenshot shows a Wireshark packet capture. The display filter at the top is `tls.handshake.extensions_server_name`. The packet list shows several packets, with packet 25544 selected. The packet details pane shows the 'Info' column for a DNS query response, which includes the domain `ip.webernets.net`. A red box (1) highlights the display filter, and a red box (2) highlights the 'Info' column.

Möchten Sie wissen, welche Hostnamen ein Client aufgerufen hat? Schauen Sie sich den DNS Query, den HTTP Host oder die Server Name Indication (SNI) an, hier zusammengefasst in nur einer Spalte (2).

namen ein Client aufruft (Server Name Indication, SNI). Mit dem Filter `tls.handshake.extensions_server_name` lassen sich alle Pakete isolieren, die ein SNI-Feld enthalten (siehe Screenshot oben). Sie möchten wissen, welche Server-Zertifikate im Trace stecken? Setzen Sie im Display-Filter `tls.handshake.type == 11` ein.

Die Referenzdatei eignet sich auch zum Testen von Display-Filtern (1). Im obigen Screenshot sind gleich mehrere Beispiele für den Einsatz von logischen Operatoren wie `and` und `or` sowie Klammern mit mehreren Werten aufgeführt in `{ x y z }`. Sie lassen sich auch in selbst-erstellten Spalten, den „Custom Columns“ verwenden.

Die Spalte (2) wird per `dns.qry.name or http.host or tls.handshake.extensions_server_name` erzeugt. So führt eine einzige Spalte die DNS-Pakete der angefragten Namen auf, dazu den per HTTP-Session angesprochenen Host und bei HTTPS-Verbindungen auch die Server Name Extension – sehr praktisch für einen schnellen Überblick über das Surfverhalten.

Zum Schluss sei unter den grundlegenden Protokollen das Internet Control Message Protocol (ICMP) genannt, es kommt beim täglich millionenfach genutzten Ping zum Einsatz. Damit versendet man Pakete vom Typ `echo-request` und erhält vom angepingten Host Antworten vom Typ `echo-reply`. Übliche Ping-Befehle zeigen nicht wirklich Überraschendes, aber durchaus der Traceroute-Befehl, der ICMP in Kombination mit inkrementierten Hop-Limits verwendet (bei IPv4 „TTL“), um Routern auf der Strecke zu einem Ziel Lebenszeichen zu entlocken.

Während der Windows-Befehl `tracert` die engen ICMP-Rahmenbedingungen weitgehend umsetzt, lassen sich mit den `traceroute`-Implementierungen von Unix-Betriebssystemen sogar beliebige

TCP- oder UDP-Ports ansprechen und auch Netzwerkpfade hinter Firewalls identifizieren. In der Referenzdatei steckt ein solches Beispiel für den SMTP-Port TCP-25. Finden Sie es? Tipp: Die betreffende Traceroute-Session lief auf IPv6.

Routing-Protokolle

Das Rückgrat großer Netzwerke und des Internets bilden Routing-Protokolle, mit denen sich Backbone-Router gegenseitig ins Bild setzen, über welche Strecken sie bestimmte andere Netzwerke erreichen. In internen Netzen sind das Routing Information Protocol (RIP) beziehungsweise das Routing Information Protocol next generation für IPv6 (RIPng) gebräuchlich. Damit meldet jeder Router alle ihm bekannten Netzwerke periodisch an eine Multicast-Adresse und teilt sie so allen anderen Routern im privaten Netz mit.

Für komplexere Netze hat sich Open Shortest Path First (OSPF) durchgesetzt. Alle beteiligten Router senden periodisch ein Hello-Paket; Informationen über Router und angeschlossene Layer-3-Netze fließen nur bei Änderungen. Mit seinen

zig verschiedenen Link State Advertisements (LSA) zählt das Protokoll zu den komplexen. Wie gut, dass Sie im PCAP diverse solcher LSA-Typen finden und erforschen können.

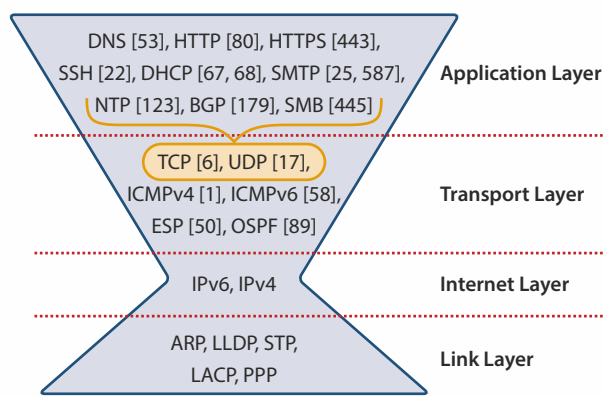
Internet-Router kommunizieren miteinander über das Border Gateway Protocol (BGP), das den TCP-Port 179 nutzt und manuell zwischen zwei Routern eingerichtet wird (BGP-Nachbarschaft, engl. Neighbors). Anschließend können sie Informationen über erreichbare IPv4- und IPv6-Netze austauschen. Ob eine BGP-Session über IPv4 oder IPv6 aufgebaut wurde, spielt keine Rolle.

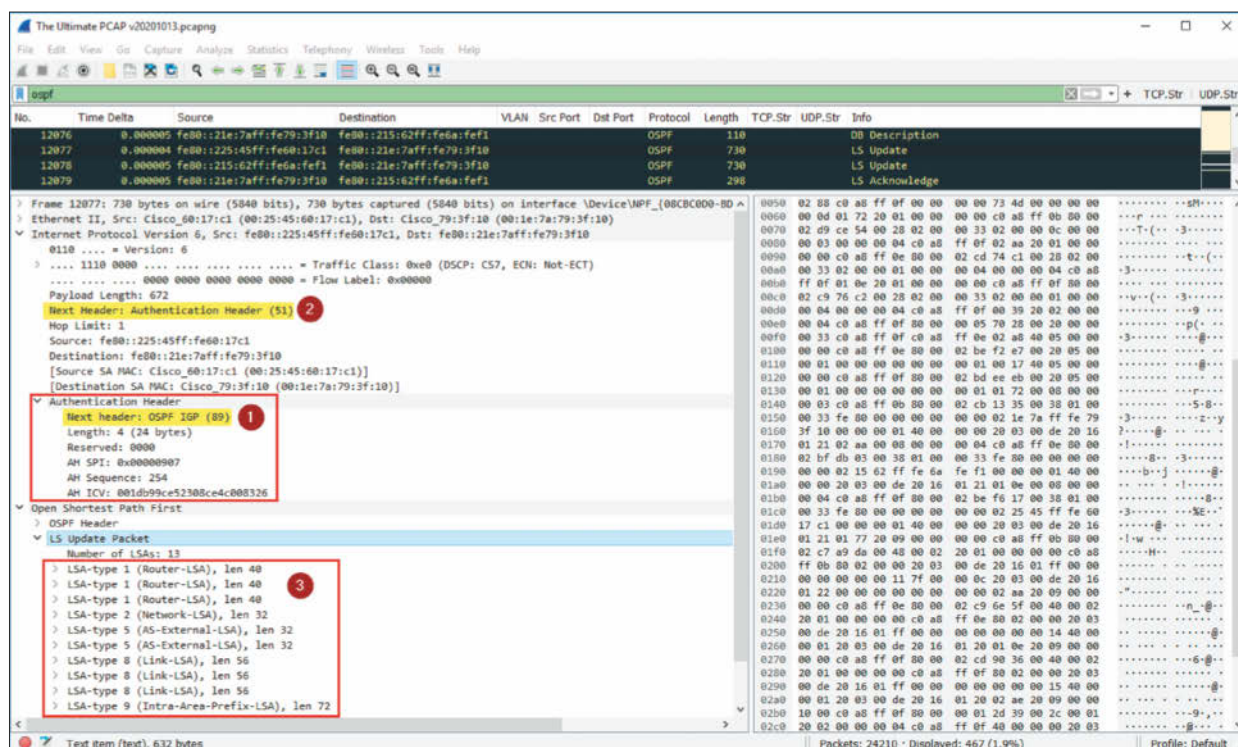
Zur gegenseitigen Authentifizierung haben sich einfache BGP-Passwörter in Form von Pre-Shared Keys etabliert; damit wird eine MD5-Prüfsumme über jedes BGP-Päckchen gebildet. Wer diese Prüfsumme am Ende des BGP-Pakets vermutet, wird jedoch nicht fündig, denn sie wird als TCP-Option übertragen und steckt daher vorn im TCP-Header.

Um in der Referenzdatei ausschließlich BGP-Nachrichten darzustellen, genügt es, `bgp` als Display-Filter zu verwenden. Möch-

Protokoll-Stapel

Internet-Hosts verkoppeln sich physisch über den Link Layer. Über den Internet Layer laufen Paketweiterleitung und Routing ab. Mit Protokollen des Transport Layers bauen die Hosts Ende-zu-Ende-Verbindungen auf; neben den Namen sind die Protokollnummern aufgeführt. Im Application Layer stehen die Zahlen für die Portnummern.





OSPF ist ein selbstständiges Protokoll, das wie TCP auf der IP-Schicht aufsetzt. Die Protokollnummer lautet 89 (1). In der obigen Abbildung ist auch der Authentication Header (AH) der Protokollnummer 51 (2) zu sehen, denn beim betreffenden Paket handelt es sich um OSPFv3 für IPv6 mit eingebauter Authentifizierung. Der Großteil des Pakets besteht aus Netzwerkinformationen im Klartext (3).

ten Sie den kompletten TCP-Overhead sehen, verwenden Sie `tcp.port eq 179`.

IPv6-Crashkurs

Der Internet-Verkehr wird verschiedenen Statistiken zufolge mittlerweile zu mehr als 30 Prozent über IPv6 abgewickelt, für Deutschland meldete Google Ende Oktober 2020 schon 50 Prozent IPv6-Anteil (siehe [ct.de/yjkz](https://www.ct.de/yjkz)). In Firmenumgebungen ist der Anteil weit geringer, denn viele Unternehmen betreiben ihre Infrastruktur noch weitgehend nur mit IPv4. Moderne Betriebssysteme nutzen IPv6 aber zumindest im LAN (Layer 2, Link-lokal), sodass IPv6-Pakete auch in vermeintlich reinen IPv4-Umgebungen übertragen werden. Manch ein Admin argwöhnt dann ein Fehlverhalten im Netz.

Die Referenzdatei kann auch hier Licht ins Dunkel bringen. Anwendungsprotokolle wie DNS, HTTPS oder SSH nehmen mit beiden IP-Protokollen vorlieb, bevorzugen aber IPv6. Um sich zu vergewissern, kann man beispielsweise nach `ipv6` und `http` filtern und so etwa hausinterne IPv6-Kommunikation mit Druckern sehen (z. B. AirPrint), die sich Link-lokale IPv6-Adressen per Autokonfiguration erwurfelt haben.

Wer sich eingehend mit IPv6 beschäftigt, wird schnell auf eine Fülle von ICMPv6-Nachrichten stoßen. Diesem Thema widmet sich die Referenzdatei ganz am Anfang: Setzen Sie im Display Filter `ipv6` ein. Die daraufhin eingeblendeten Kommunikationsabläufe kann man als kleinen IPv6-Crashkurs nutzen. Es geht los mit Paketnummer 32.

Zunächst ist der Ablauf der automatischen Adressvergabe per Stateless Address Autoconfiguration zu sehen (SLAAC). Ein frisch gebootetes Knoppix-Linux versorgt sich mit zwei IPv6-Adressen: einer Link-lokalen, die mit `fe80::` beginnt und nur im lokalen Netz gilt, sowie einer Global Unicast Adresse (GUA), die weltweit gilt und eindeutig ist. Der Linux-Rechner ist über einen Speedport-Router an einem Telekom-Anschluss mit Dual-Stack-Konfiguration angeschlossen, kann darüber also sowohl per IPv4 als auch per IPv6 mit Internet-Hosts kommunizieren. Den Adressbereich (IPv6-Präfix) für seine GUA erhält er über den Router vom Provider, also von der Telekom.

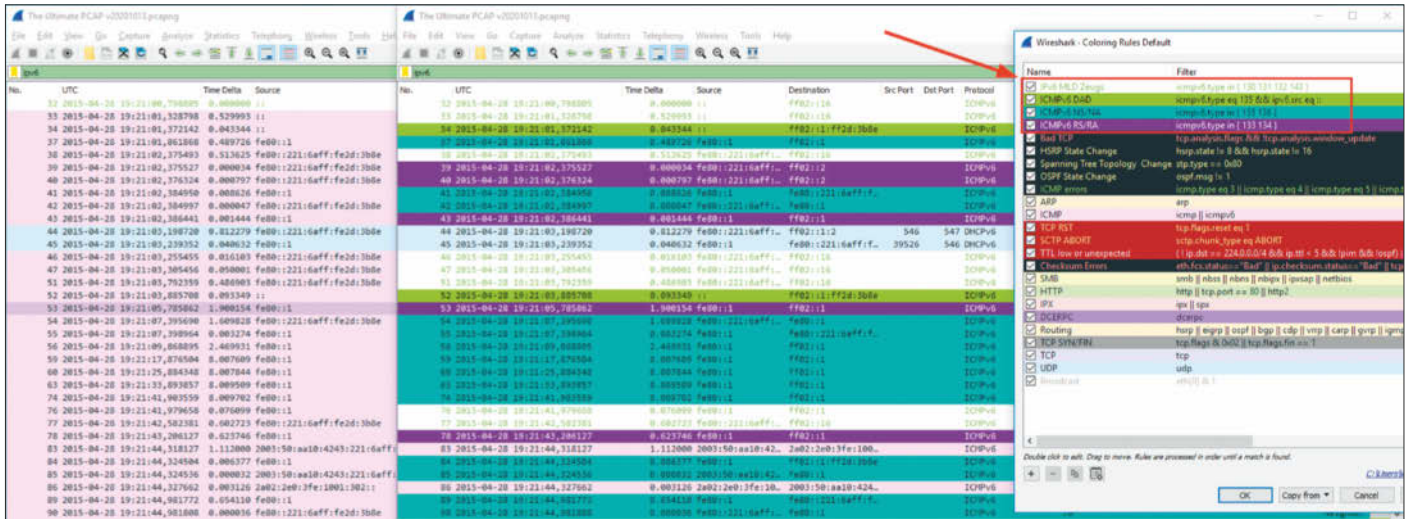
Dabei laufen folgende Schritte ab:

Der PC sucht mittels Router Solicitation nach einem Router im LAN (Paket 39). Der Router schickt ein Router Advertisement (Paket 43) mit dem vom Provider zugewiesenen /64-Präfix. Der zugehörige Display-Filter lautet `icmpv6.type in { 133 134 }`.

Der Client erzeugt unter Verwendung seiner MAC-Adresse zwei IPv6-Adressen für sich selbst, die Link-lokale und die globale Adresse, abgeleitet aus dem Präfix. Bevor er sie nutzt, fragt er per Duplicate Address Detection (DAD) im Netzwerk nach, ob sie in Verwendung sind. Technisch gesehen handelt es sich um eine Neighbor Solicitation, gesendet von der Null-Adresse (unspecified) ::. Der Display-Filter lautet: `icmpv6.type eq 135 && ipv6.src eq ::`.

Nun fehlt dem Client noch ein DNS-Server (Resolver) zur Namensauflösung. Solche IP-Adressen kann ein Client wahlweise per Router Advertisement beziehen (z. B. Paket 21190) oder per DHCPv6 (z. B. Pakete 44 und 45). Aber Achtung: Es handelt sich um „stateless DHCPv6“, also nur um die Bekanntmachung des Resolvers, nicht um die Vergabe von IPv6-Adressen.

Die Link-Layer Address Resolution ist das IPv6-Gegenstück zum Address Resolution Protocol von IPv4 (ARP): Ein Endgerät möchte zu einer IP-Adresse die zugehörige MAC-Adresse auf der Ethernet-



Hai-Färberei: Wer die Funktion der unterschiedlichen ICMPv6-Pakete optisch herausheben will, kann in Wireshark die Coloring Rules nach eigenem Gusto anpassen. Links sind ICMPv6-Pakete gemäß einer üblichen Wireshark-Regel eingefärbt, rechts mit angepassten Regeln.

Schicht herausfinden. In der IPv6-Spezifikation gehört diese Funktion zu ICMPv6 und heißt Neighbor Discovery. Ein anfragender Client hängt die letzten 24 Bit der gesuchten Unicast- oder Anycast-Adresse an das Multicast-IPv6-Präfix `ff02::1:ff00:0/104` an und schickt sie als Neighbor Solicitation ab. Die gesuchte Gegenstelle antwortet mit einem Neighbor Advertisement. Filter: `icmpv6.type in { 135 136 }`.

Die Multicast Listener Discovery (MLD) sollte eigentlich das IPv6-Gegenstück zum Internet Group Management Protocol (IGMP) auf IPv4 sein. Filter: `icmpv6.type in { 130 131 132 143 }`. Es gibt aber kaum Layer-2-Switches, die so etwas wie „MLD-Snooping“ verwenden. Das ist unüblich, weil fehleranfällig. Daher sind MLD-Pakete in der Praxis bedeutungslos und man kann sie ignorieren.

Spätestens jetzt ist klar: ICMPv6-Pakete können sehr unterschiedliche Funktion haben. Etwas unkomfortabel erscheint daher, dass Wireshark in der Grundkonfiguration alle ICMPv6-Pakete gleich einfärbt (siehe linkes Fenster im Screenshot oben).

Die Wireshark-Färberei kann man aber auch konfigurieren. Das zugehörige Fenster mit diversen manuellen Regeln ist im obigen Screenshot auf der rechten Seite zu finden. In der Mitte des Screenshots sehen Sie das Einfärbergebnis dieser Regeln: MLD-Pakete sind absichtlich kaum sichtbar (hellgrüne Schrift auf weißem Grund), Duplicate Address Detection ist grün unterlegt, Router Solicitation/Advertisement lila und die Neighbor Discovery

türkis. Übliche Pings (Pakete 83 und 86) sind unauffällig pink.

Unverschlüsselt

Früher oder später kann es jeden Netzwerkadmin treffen: das Entsetzen darüber, dass eigene Netzwerkgeräte ungewollt unverschlüsselt kommunizieren. Beispielsweise treiben manche FTP-Clients auf PCs ihr Unwesen. Obwohl Serverbetreiber im Internet, beispielsweise für Webauftritte, die Wartungszugänge längst per TLS abgesichert haben, kommt es bei falschen Client-Einstellungen trotzdem zu Plain-Text-Übertragungen – inklusive des Passworts. Ausch.

Wohl dem, der beispielsweise FileZilla einsetzt. Wenn möglich, nutzt das Programm FTP über TLS. Aber mancherorts sind noch veraltete FTP-Programme im Einsatz und auch der Windows Explorer von Windows 7 verschlüsselt seine FTP-Kommunikation nicht. Wie das aussieht, finden Sie mit dem Display Filter `ftp or ftp-data` heraus.

Auch SMTP und IMAP können TLS-abgesichert kommunizieren, aber ist das bei Ihren Servern der Fall? Manche Admins wähen ihr Netz hinter der NAT ihres Routers in Sicherheit und betreiben interne SMTP- und IMAP-Server aus Bequemlichkeit unverschlüsselt – ein gefundenes Fressen für Emotet und andere Botnetze.

Bei den heute üblichen VoIP-Telefonaten ist die Lage vertrackt: Unter anderem kann man zwar SIP over TLS und sRTP zum Verschlüsseln von Steuer- und Nutzdaten verwenden, aber in Deutsch-

land sind sie wenig verbreitet. Derzeit kann man nur VoIP-Konten der Telekom, EasyBell und Dus.net mit diesen beiden Protokollen absichern. Einige Router eignen sich bereits dafür, darunter Fritzboxen ab FritzOS 7.20 (siehe ct.de/yjzk).

Viele VoIP-Anbieter setzen die unverschlüsselten Protokolle SIP und RTP ein. Wenn Sie sich überzeugen wollen, wie einfach es ist, VoIP-Telefonate mitzuhören: Klicken Sie in Wireshark auf „Telephony/VoIP Calls“, wählen Sie einen der drei bekannten Anrufe aus und klicken Sie anschließend auf „Play Streams“.

Ausblick

„Ich weiß, dass ich nichts weiß“: Auch wenn diese Referenzdatei zahlreiche Protokolle enthält, kann sie nicht die Anforderungen aller Admins der Welt erfüllen. Sie lässt sich aber erweitern. In späteren Updates könnten die für Datacenter relevanten Protokolle MPLS, VXLAN oder ERSPAN hinzukommen, auch Klassiker wie POP3, LDAP oder NFS. Neuentwicklungen wie QUIC oder DNS-over-TLS sind ebenfalls spannende Kandidaten.

Dennoch sind die Anwendungsbereiche schon jetzt vielfältig: Man kann die Datei zum Vergleich mit einem lokalen Fehlerbild nutzen, zum Experimentieren mit Wireshark-Filtern, zum Testen von Netzwerk-Tools oder für Schulungszwecke. Möge sie auch Ihnen weiterhelfen. (dz@ct.de) **ct**

Referenzdatei für Wireshark, Protokolltabelle: ct.de/yjzk

betterCode() präsentiert

das Online-Event zu PHP 8

in Kooperation mit



Gut vorbereitet auf PHP 8

- | Die neuen Features: Jit Compiler, Union Types und Attribute
- | Migration auf PHP 8
- | Behind the Scenes: PHP-Entwicklung heute
- | Vor- und Nachteile der Metaprogrammierung
- | Tipps zur Modernisierung der Code-Infrastruktur

26. November 2020

Jetzt
Tickets
sichern!



bettercode.eu/php8

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Bäume fehlen beim Flugsimulator 2020

? Wenn ich mit dem neuen Microsoft Flight Simulator 2020 durch die Alpen fliege, sehe ich nur noch die Satellitentexturen und Gebäude, aber keinerlei 3D-Bäume. Bis vor ein paar Tagen standen da noch welche.

! Dabei handelt es sich um ein Problem mit dem sogenannten Rolling Cache, der die Geodaten aus dem Internet puffert und so den Datenverbrauch minimiert. Dort ist vermutlich etwas durcheinandergekommen. Um den Fehler zu beheben, wechseln Sie im Hauptmenü zu Optionen und wählen dort den Unterpunkt Daten aus. Wenn Sie etwas herunterscrollen, finden Sie die Rolling-Cache-Einstellungen. Mit der Schaltfläche „Löschen“ leeren Sie den Cache. Anschließend müssen Sie den Cache wieder einschalten. Nun werden die Geodaten neu heruntergeladen und die Berghänge in den Alpen sollten wieder bewaldet sein. (chh@ct.de)

Video-Codec für AV1

? Ich möchte mir gern Videos mit dem neuen AV1-Codec ansehen, allerdings wird mir das hochauflösende Testmaterial von YouTube nicht auf meinem Windows-10-System angezeigt. Was kann ich tun?

! Sie benötigen außer einer aktuellen Windows-10-Version einen Browser, der den AV1-Codec prinzipiell unterstützt. Das sind unter anderem Chrome ab Version 85, der darauf basierende Edge oder Firefox ab Version 63. Außerdem benötigen Sie für eventuelle Hardware-Beschleunigung die AV1 Video Extension von Microsoft. Die gibt es kostenlos im Microsoft Store. Tippen Sie dazu einfach „AV1“ im Store-Suchfeld ein und die Video Ex-



Wenn der Rolling Cache des neuen Flugsimulators Schluckauf hat, können Objekte wie Bäume fehlen.

tension wird in der Vorschlagsliste zur Autovervollständigung angezeigt. Oder Sie nutzen den Link unter ct.de/yg1e.

Aber Obacht: Ultra-hochauflösende AV1-Videos in 4K oder gar 8K bringen auch sehr schnelle PCs an ihre Grenzen, sodass die Filme stark ruckeln. Abhilfe schaffen dedizierte Hardware-Einheiten in der GPU, die der CPU die Arbeit abnehmen. Solche Hardware-Decoder bringen nur die allerneuesten Grafikchipgenerationen mit sich, nämlich Nvidia GeForce RTX 3000 und Intel Xe. AMDs im November anstehende Radeon RX 6000 soll das ebenfalls bieten. (csp@ct.de)

Download AV1 Video Extension:
ct.de/yg1e

Bösartiges „USB“-Netzteil

! Bei Netzteilen mit USB-Anschlüssen ist Vorsicht geboten: Schauen Sie vor der Verwendung eines unbekannten Netzteils sicherheitshalber aufs Typenschild. Ein c't-Leser schickte uns das abgebildete Exemplar mit zwei USB-A-Buchsen zu, die anders als erwartet nicht etwa die übliche Spannung von 5 Volt liefern, sondern 12 Volt. Das führt bei vielen Geräten, die für 5 Volt ausgelegt sind, zu Defekten; beim Laden von unzureichend geschützten Geräten mit Lithium-Ionen-Akkus drohen sogar Überhitzung und Explosion.

Auch bei manchen USB-Netzteilen mit Schnellladefunktion drohen teure Schäden, nämlich wenn Ausgangsbuchsen schlicht parallel geschaltet sind. Die Spezifikationen USB-C Power Delivery (USB-PD) und Qualcomm Quick Charge (QC) sehen etwa Ladespannungen von bis zu 20 Volt vor. Höhere Spannungen als 5 Volt werden dabei zwar in einem sicheren Verfahren zwischen Netzteil und angeschlossenem (Mobil-)Gerät ausgehandelt. Das schützt jedoch parallel angeschlossene Geräte nicht, die höchstens 5 Volt vertragen.

USB-Netzteile mit mehreren Ausgangsbuchsen und Schnellladefunktionen benötigen folglich intern mehrere separat



Dieses vermeintliche USB-Netzteil hat zwar USB-A-Buchsen, liefert darüber aber 12 statt 5 Volt, was angeschlossene Geräte beschädigen kann.

geregelte Spannungsschienen. Bei manchen ist deshalb etwa die Schnellladebuchse farblich besonders hervorgehoben. Wie das Netzteil intern aufgebaut ist, bleibt ohne Datenblatt jedoch unklar. Bei billigen No-Name-Ladegeräten sollten Sie vorsichtig sein. Mit USB-Messgeräten, die auch die höheren USB-PD- oder QC-Spannungspegel vertragen, kann man die Ausgänge von USB-Netzteilen überprüfen (siehe etwa c't 13/2020, S. 76 und 15/2018, S. 57). (ciw@ct.de)

Nackenbügelmikrofon per USB anschließen

? Um bei Online-Konferenzen nicht an eine feste Sitzposition gebunden zu sein, möchte ich ein Nackenbügelmikrofon verwenden. Bei vielen dieser Mikros verstehe ich aber nicht, wie man sie an den PC anschließt – was brauche ich dazu?

! Viele Nackenbügel- oder Ohrbügelmikrofone, auch Headset- oder Kopfbügelmikrofone genannt, sind zum Anschluss an tragbare, kompakte und batteriegespeiste Funksender gedacht, sogenannte Boddypacks. Mit einem passenden Adapter lässt sich ein solches Nackenbügelmikrofon aber auch an preiswerten USB-Audio-Interfaces mit Phantomspeisung wie dem 35 Euro teuren Behringer U-Phoria UM2 betreiben. Dort können Sie die für Hand- und Studiomikrofone mit (Electret-)Kondensatortechnik übliche Speisespannung von 48 Volt zuschalten, das Audio-Interface erzeugt sie aus seiner USB-Spannung.

Die zierlichen Nacken- und Ohrbügelmikrofone benötigen jedoch viel niedrigere Phantomspeisungen. Sie haben auch dünne Kabel und schlankere Stecker als die recht klobigen im gängigen XLR-Format, die man auch Neutrik-Stecker nennt. Dabei gibt es mehrere unterschiedliche Anschlussstypen für Kopfbügelmikrofone, von denen AKG Mini-XLR (3-polig), Sennheiser EW (3,5 mm Klinke mit Überwurfmutter) und Shure TQG (Mini-XLR 4-polig) verbreitet sind.

Je nach Ausführung des Nackenbügelmikrofons brauchen Sie also einen jeweils passenden XLR-Adapter mit eingebauter Spannungsreduzierung. Manche der zwischen 15 und über 150 Euro teuren Adapter sind vergleichsweise groß und schwer und rutschen daher aus XLR-Buchsen ohne Arretierung leicht heraus. In solchen

Fällen entlastet ein kurzes XLR-Kabel (männlich-weiblich) die Buchse.

XLR-Phantomadapter sind von den jeweiligen Mikrofonherstellern erhältlich (AKG MPA VL, Sennheiser MZA 900P, Shure RPM 626), aber es gibt auch deutlich billigere Varianten anderer Hersteller wie Superlux PS418-S (AKG Mini-XLR), the t.bone CC 100 EW (EW) und Beyerdynamic MA-PVA (TQG 4-polig). Lassen Sie sich nicht von Spannungsangaben wie „9 bis 52 Volt“ irritieren: Das ist der übliche Schwankungsbereich für 48 Volt Phantomspeisung. (ciw@ct.de)

WPA2/3-Mischbetrieb im Mesh-WLAN

? Ab FritzOS 7.20 ist WPA3 möglich, doch ältere WLAN-Repeater von AVM wie der 450E bekommen diese Firmware nicht mehr. Gibt es eine Empfehlung für Mesh-Konstrukte aus WPA3-fähiger Fritzbox und altem Repeater?

! Die Verbindung zwischen einem WPA3-fähigen Router und einem WPA2-Repeater sollte weiterhin mit WPA2 laufen. Ein Client, der nur WPA2 versteht und eine Verbindung zum Router bekommt, sollte problemlos zum Repeater wechseln. Bei WPA3-fähigen Clients hängt es davon ab, ob diese sich die Verschlüsselungseinstellungen individuell für jede BSSID (Basis) innerhalb einer SSID (Funknetz) merken. Falls ja, sollte das Roaming problemlos klappen. Falls nein, kann es zu Verbindungsabbrissen kommen.

Kurzum: Es kommt auf alle Beteiligten an, sodass nur Ausprobieren hilft. Falls eines Ihrer Geräte beim Wechsel zwischen Router und Repeater(n) regelmäßig die Verbindung verliert, deaktivieren Sie WPA3 wieder und betreiben Sie Ihre Mesh-Anlage mit WPA2. (ea@ct.de)

Versionsnummern-Chaos in Windows 10 Version 20H2

! Wenn man unter Windows im Registry-Editor im Schlüssel HKCU\Control Panel\Desktop den Eintrag PaintDesktop-Version von „0“ auf „1“ setzt, erscheint die Windows Versionsnummer permanent auf dem Desktop. Bei Windows 10 Version 20H2 ist die Anzeige aber wie schon bei Windows 10 Version 1909 falsch. Ange-

Fragen richten Sie bitte an

 **hotline@ct.de**

 **c't Magazin**

 **@ctmagazin**

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.

zeigt wird immer noch „Build 19041.vb_release.191206-1406“. Doch das ist die Build-Nummer von Windows 10 Version 2004, die bereits im Dezember 2019 fertiggestellt wurde (am Datum „191206“ zu erkennen). Die korrekte Versionsnummer findet man mit dem Befehl `winver` heraus, sie lautet bei Redaktionsschluss „Version 20H2 (Build 19042.572)“. Am Ende der fünfstelligen Ziffernfolge 19042 steht also eine 2 statt einer 1 (19041).

Die Registry-Schlüssel `BuildLab` und `BuildLabEx`, die Sie unter `HKLM\SYSTEM\Software\Microsoft` finden, enthalten ebenfalls die veralteten Build-Nummern. Das gilt auch für die gleichnamigen Einträge unter `HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion`. Immerhin: An gleicher Stelle finden Sie bei Bedarf auch die Einträge `CurrentBuild` und `CurrentBuildNumber`, die die korrekte Build-Nummer 19042 enthalten.

Zudem finden Sie hier neuerdings einen Eintrag namens `DisplayVersion`, der „20H2“ enthält. Um die Verwirrung weiter zu steigern, steht im Eintrag `ReleaseID` „2009“. Das ist der Name, der nach dem bisherigen Namensschema bei der aktuellen Windowsversion eigentlich hätte zum Einsatz kommen sollen.

Doch kurz vor der Veröffentlichung änderte Microsoft das Namensschema auf Jahres+Halbjahreszahl, hier also 20H2, was für das zweite Halbjahr 2020 steht.

Aktuelle Windows-10-Versionen

Offizieller Name	Versionsnummer	Buildnummer
Oktober 2020 Update	20H2/2009	19042
April 2020 Update	2004	19041
November 2019 Update	1909	18363
Mai 2019 Update	1903	18362
Oktober 2018 Update	1809	17763
April 2018 Update	1803	17134

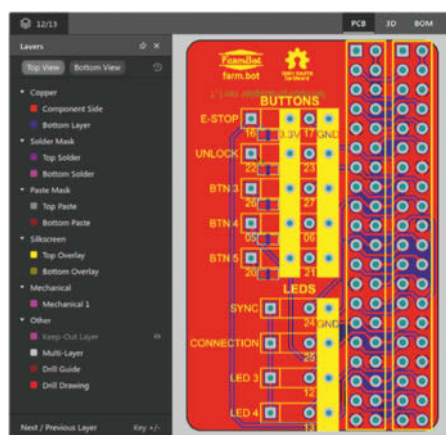
Der Grund dürfte sein, dass Microsoft Version 20H2 wie schon Version 1909, aber anders als andere Versionen, nicht als Upgrade, sondern als Update ausliefert. Das Setup-Programm tauscht also lediglich einige Dateien aus, anstatt Windows komplett neu zu installieren und anschließend alle Daten, Einstellungen und Anwendungen zu übernehmen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass der direkte Vorgänger bereits installiert ist, bei 20H2 also 2004. Vermutlich hat Microsoft auch dieses Mal wieder vergessen, die Versionsnummern an allen Stellen anzupassen. Die Probleme treten übrigens auch dann auf, wenn man Version 20H2 sauber neu installiert. (axv@ct.de)

Platinenlayout betrachten

? Ich habe ein Platinenlayout im PcbDoc-Format. Wie kann ich mir die Daten ansehen?

! Das Dateiformat gehört zum Programm „Altium Designer“. Um die Daten anzuschauen, brauchen sie aber keine Lizenz des Programms. Der Hersteller bietet unter <https://www.altium.com/viewer/> einen browserbasierten Viewer für die Dateien an. Laden Sie die Datei dort einfach per Drag-&-Drop hoch und schon zeigt der Browser das Platinenlayout an.

Mit einem Klick auf den Quadrat-Stackel in der linken oberen Ecke können Sie eine Seitenleiste mit allen Ebenen des Designs einblenden. In der Leiste gibt es



Der Webdienst Altium Viewer zeigt Platinenlayouts im PcbDoc-Format an, ohne dass Sie das Programm „Altium Designer“ kaufen oder installieren müssen.

rechts neben jeder Ebene ein Auge, mit dem Sie die Ebene aus- und einblenden können. Alle elektrischen Verbindungen einer Platine mit diesen Werkzeugen nachzuvollziehen bleibt zwar mühsam, aber wenigstens können Sie die Platine analysieren, ohne eine Lizenz kaufen oder ein Programm installieren zu müssen. (pmk@ct.de)

Sichere VoIP-Telefonate

? Ich nutze eine Fritzbox an einem 1&1-Anschluss und außer der in meinem Zugang enthaltenen Telefonflatrate ins Festnetz noch einen EasyBell-Account für Auslands- und Handy-Gespräche, die dort deutlich günstiger sind. Für die virtuelle EasyBell-Leitung kann man eine Verschlüsselung einschalten. Geht das auch für 1&1?

! Nein: Da müssen Sie leider darauf warten, dass der Netzbetreiber seinerseits eine Verschlüsselungstechnik implementiert. Sie können selbstverständlich EasyBell oder andere VoIP-Telefonieanbieter wie Dus.net als sicheren Standard für ausgehenden Telefonate festlegen; damit fällt aber die Nutzung der in Ihrem Zugang enthaltenen Flatrate flach.

Falls Ihnen die Verschlüsselung wichtiger ist als die Kosten, müssen Sie nicht auf Ihre bislang über 1&1 verwendete(n) Rufnummer(n) verzichten: Sie können sie zu einem anderen VoIP-Anbieter portieren lassen und danach dort weiter nutzen. (dz@ct.de)

VNC-Fernwartung ohne Android-Root-Rechte

? Ich müsste das Android-Smartphone meiner Schwiegermutter warten (vermurkste Einstellungen), aber da sie sich in Russland aufhält, möchte ich mir die lange Anreise dazu ersparen. Geht so etwas auch per Fernwartung?

! Wenn Ihre Schwiegermutter es noch schafft, einen VNC-Server auf ihrem Smartphone zu installieren, ist noch nicht alles verloren. Normalerweise muss dafür das Android-Gerät gerootet sein, aber der Server „alpha vnc lite“ setzt diesen sicherheitsmindernden Eingriff nicht voraus. Sie finden das Download-Archiv über ct.de/yg1e. Sie als Privat-Admin können jeden

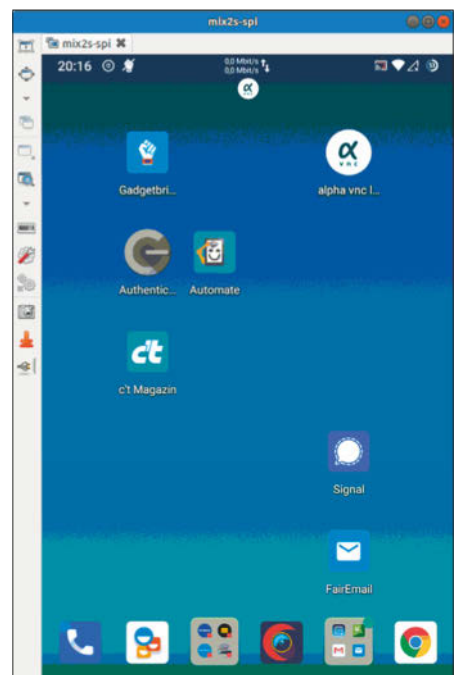


Bild: Sebastian Piecha

Android-Smartphones kann man per VNC fernwarten, doch die allermeisten Server-Implementierungen verlangen ein gerootetes Android. Nicht so der „alpha vnc lite“.

beliebigen VNC-Client verwendet, um sich dann auf das Smartphone zu schalten. (Sebastian Piecha/dz@ct.de)

Download alpha vnc lite: ct.de/yg1e

Ist Software XY sauber?

? Ich bin im Internet auf eine interessante Spezialanwendung gestoßen, die allerdings von einem kleinen, unbekannten Programmiererteam stammt. Der Online-Virensanalyzer Virustotal meldet keine Gefahr. Ist die Software also wirklich sicher?

! Das lässt sich nicht ohne Weiteres sagen: Virustotal und die dort enthaltenen Viren-Scanner entdecken vor allem bereits bekannte Schädlinge. Eine (absichtlich) im Programm eingebaute Hintertür, über die Daten abfließen, wird wahrscheinlich keiner der Scanner entdecken, sondern sie würde erst bei einer detaillierten Analyse des Programms durch Fachleute gefunden. Diese ist ohne Zugriff auf den Quellcode des Programms wiederum sehr aufwendig und dürfte deshalb bei Nischen-Software noch nicht geschehen sein. (ju@ct.de)

Hannover

Maker Faire®

11. & 12. September 2021

Hannover Congress Centrum

**Früh buchen und
ab 980 €
als Aussteller
mit dabei sein!**

TECHNOLOGIE.
INNOVATION.
COMMUNITY.

Wie morgen, nur heute.

**Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der
Maker Faire, entdecken Sie neue Talente, Ideen und
bereichern Sie Ihre Unternehmenskultur.**

Die Maker Faires sind die wichtigsten Plattformen der Maker-Szene. Als Aussteller präsentieren Sie sich technologiebegeisterten Menschen, treffen potentielle Mitarbeiter und schwimmen in einem Ideen-Pool. Sprechen Sie uns an, um schon bald die Unternehmenskultur von morgen zu leben.



Ihr Ansprechpartner

Marcel Ossenkop

Sales Account Manager

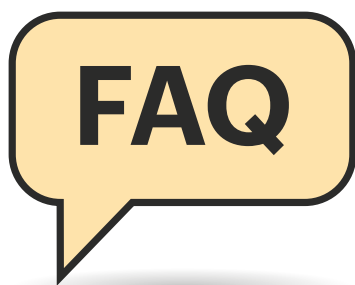
Tel.: +49 511 5352-133

maos@maker-media.de

Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller



PCI Express (PCIe)

Die leistungsfähige Schnittstelle PCIe bindet nicht nur Grafikkarten und SSDs im PC an, sondern lässt sich enorm flexibel einsetzen. Das sorgt manchmal für Verwirrung.

Von Christof Windeck

PCIe-Generationen und -Lanes

? Was bedeuten Bezeichnungen wie PCIe 3.0 x4 und PCIe 4.0 x16?

! Aus den Kurzbezeichnungen für PCI-Express-(PCIe-)Anschlüsse lässt sich die maximale Übertragungsgeschwindigkeit herauslesen. Das ist beispielsweise wichtig, wenn man eine schnelle SSD ansteuern möchte: Dazu muss sie im passenden Steckplatz sitzen.

PCIe ist ein serielles Übertragungsverfahren, bei dem sich mehrere sogenannte Lanes (englisch für Fahrbahnen) bündeln lassen, um die Datentransferrate zu steigern. Mit jeder PCIe-Generation wächst die Transferrate pro Lane. Die Zahl hinter „PCIe“ steht für die PCIe-Generation, die Zahl hinter dem Kleinbuchstaben „x“ für die Anzahl der Lanes.

PCIe 2.0 überträgt pro Lane und Sekunde 5 Milliarden Datenpakete (Gigabytes/s, GT/s), die im Idealfall fast 500 MByte Daten pro Sekunde (MByte/s) fassen. Mit PCIe 2.0 x4 sind folglich knapp 2 GByte/s möglich, bei PCIe 3.0 x4 sind es ungefähr 3,9 GByte/s.

Nicht jeder PCIe-Steckplatz (Slot) ist voll beschaltet; mancher PCIe-x16-Slot stellt beispielsweise nur 8 Lanes (x8) be-

reit, folglich liegt die nutzbare Transfer-rate entsprechend niedriger.

PCI Express for Graphics

? Was ist ein PEG-Slot?

! PCI Express for Graphics (PEG) spezialisiert einen PCIe-Steckplatz für Karten mit bis zu 16 PCIe-Lanes, der bis zu 75 Watt Leistung bereitstellt. Andere PCIe-Slots sind für höchstens 25 Watt ausgelegt. Nicht jeder PEG-Slot ist mit den vollen 16 PCIe-Lanes beschaltet.

Slots mit weniger Lanes

? Auf meinem Mainboard ist ein PCIe-x16-Slot, bei dem nur acht Lanes (x8) nutzbar sind. Wieso ist das so und was sind die Nachteile?

! Viele Desktop-PC-Prozessoren enthalten einen PCI Express Root Complex, der höchstens 16 Lanes für Grafikkarten sowie weitere 4 Lanes zur Anbindung des Chipsatzes (alias Platform Controller Hub/PCH) bereitstellt. Wenn zusätzlich zu einer x16-Grafikkarte noch eine weitere Karte direkt an der CPU an-

gebunden werden soll (und nicht über den PCH-Umweg), spaltet die CPU ihren x16-Port in zwei x8-Ports auf – das nennt man auf Englisch Bifurcation. Kleine Umschalt-Chips in der Nähe der PEG-Slots verbinden dann automatisch 8 Lanes vom ersten mit dem zweiten Slot. So lassen sich dann zwar zwei Karten an den 16 Lanes betreiben, aber jede kann eben höchstens die x8-Transferrate nutzen. Das macht sich allerdings bei vielen PCIe-Grafikkarten in der Praxis kaum bemerkbar – höchstens bei extrem leistungsstarken Karten.

Lane-Stolpereien: x1, x8, x16

? Kann ich eine PCIe-x1-Karte auch in einem x4- oder x16-Slot einbauen? Und umgekehrt eine x16-(Grafik-)Karte in einem x8-Slot?

! Fast alle PCIe-Karten können mit nur einer einzigen PCIe-Lane arbeiten, dann logischerweise aber nicht mit ihrer vollen Transferrate. Vor allem funktioniert eine x1-Karte praktisch immer in einem x4-, x8- oder x16-Slot. Es lauert aber einige Tücken, weil PCIe so flexibel nutzbar ist: Viele Mainboards mit zwei PEG-Slots schalten automatisch acht Lanes vom ersten Slot auf den zweiten Slot um, sobald dort eine Karte eingesteckt ist (siehe oben), auch wenn diese gar keine acht Lanes braucht.

Eine Karte mit längerem Anschluss passt nur dann in kleinere Fassung, wenn letztere „hinten offen“ ist, sodass der Anschlusskamm herausragen kann. Eine PEG-Karte, die 75 Watt Speiseleistung erwartet, wird zudem nicht in einem Slot laufen, der nur 25 Watt liefert.

Tückisch sind Karten mit mehreren unabhängigen PCIe-Controllern: Manche funktionieren nicht, wenn ein Slot weniger Lanes bietet, als seine mechanische Bauform erwarten lässt – etwa weil ein x4-Slot nur eine Lane bereitstellt. Hier hilft nur ein Blick ins Mainboard-Handbuch.



Dieses Mainboard hat PCIe-Slots der Bauformen x16, x1 und x4. Die Grafikkarte nutzt zwar nur 8 Lanes (PCIe x8), muss aber in einem PEG-Slot stecken, der 75 Watt elektrische Leistung liefern kann.

PCI-Express-Generationen und maximale Transferraten

PCIe-Generation	Milliarden Transfers/s	PCIe x1	PCIe x4	PCIe x8	PCIe x16
PCIe 1.0/1.1	2,5 GT/s	0,25 GByte/s	1 GByte/s	2 GByte/s	4 GByte/s
PCIe 2.0	5 GT/s	0,50 GByte/s	2 GByte/s	4 GByte/s	8 GByte/s
PCIe 3.0	8 GT/s	0,97 GByte/s	3,9 GByte/s	7,8 GByte/s	15,5 GByte/s
PCIe 4.0	16 GT/s	1,9 GByte/s	7,8 GByte/s	15,5 GByte/s	31 GByte/s
PCIe 5.0	32 GT/s	3,9 GByte/s	15,5 GByte/s	31 GByte/s	62 GByte/s

Angabe der maximalen Transferraten gerundet; praktisch nutzbare Transferraten liegen niedriger.
Erste Server mit PCIe 5.0 werden ab 2021 erwartet.

Manchmal treten auch exotische Bugs auf, etwa weil das BIOS die von der Karte gewünschte Lane-Anzahl nicht richtig zuteilt. Ein älterer Intel-Chipsatz hat auch ein Spezialproblem mit x2-Karten: Er kann nur mit x1, x4, x8 und x16 umgehen.

PCIe-4.0-Karte in PCIe-3.0-Slot

 Ich habe ein Mainboard mit PCIe 3.0. Kann ich darauf eine Grafikkarte oder SSD mit PCIe 4.0 verwenden?

 Ja. Praktisch alle PCIe-Karten sind abwärtskompatibel, funktionieren also auch mit einer älteren PCIe-Generation. Umgekehrt arbeiten PCIe-1.0-Karten auch in PCIe-4.0-Slots. Die maximal nutzbare Datentransferleistung bestimmt aber stets das Hostsystem: Ein Prozessor mit PCIe 3.0 kann nicht mit PCIe-4.0-Geschwindigkeit arbeiten. Eine PCIe-4.0-x4-SSD bringt folglich in einem M.2-Slot mit PCIe 3.0 x4 nicht ihre volle Leistung.

Um PCIe auszureizen, muss auch das RAM schnell genug sein, denn es geht ja um Direct Memory Access (DMA): PCIe 4.0 x16 schafft über 30 GByte/s, aber ein Speicherkanal mit DDR4-3200 höchstens 25,6 GByte/s (3,2 Gigatransfers mit je 8 Byte). Für PCIe 4.0 x16 ist also zweikanaliges RAM sinnvoll; dann würde es schon reichen, pro Kanal ein Modul vom Typ DDR4-2133 (17 GByte/s) zu bestücken.

Theoretische und praktische Transferleistung

 Wie hängt die praktische nutzbare Datentransferrate mit der PCIe-Übertragungsrate zusammen?

 Bis zur Generation 2.0 verwendet PCIe eine 8-Bit-10-Bit-Codierung (8b/10b), ab PCIe 3.0 dann eine effizientere 128b/130b Codierung. Somit lassen

sich in 1000 PCIe-2.0-Transfers 800 Bit verpacken und bei PCIe 3.0 984 Bit. Davon gehen noch Anteile für das Übertragungsprotokoll ab und je nach Größe der übertragenen Pakete schöpft PCI Express nicht das volle Transferpotenzial aus.

Die praktisch nutzbare Transferrate hängt noch von weiteren Faktoren ab, bei einer PCIe-SSD etwa von der Geschwindigkeit des Controllers und der verwendeten Flash-Chips. Viele der neuen PCIe-4.0-SSDs reizen etwa beim Schreiben nur einen Bruchteil der PCIe-Übertragungskapazität aus.

Eine PCIe-Lane hat separate differenzielle Leitungspaare zum Senden und Empfangen und kann Daten gleichzeitig in beide Richtungen übertragen. Manche Firmen nennen daher die jeweils doppelte Transferrate pro Lane, bei PCIe 3.0 etwa 16 GT/s statt 8 GT/s pro Richtung. Das spielt im PC-Einsatz aber keine wesentliche Rolle.

M.2 und PCIe

 Wie hängt die SSD-Bauform M.2 mit PCI Express zusammen?

 Die M.2-Spezifikation beschreibt eine kompakte Steckfassung mit bis zu vier PCIe-Lanes sowie dazu kompatible Module in verschiedenen Längen. Viele M.2-SSDs sind 8 Zentimeter lang (M.2 2280), aber es gibt auch welche mit 3, 4,2 und 11 Zentimetern (2230, 2242, 22110). Je nach Mainboard passen nur bestimmte Varianten, weil die Befestigungsschraube jeweils an der richtigen Stelle sitzen muss. M.2-SSDs mit PCIe-Controller lassen sich mit Adapterkarten auch in PCIe-Fassungen einsetzen.

Manche billigen M.2-SSDs nutzen nur 2 statt 4 PCIe-Lanes und sind daher langsamer. Einige Mainboards haben wiederum M.2-Slots mit PCIe-2.0-Anbindung, in denen SSDs mit PCIe 3.0 oder 4.0 nicht ihre volle Leistung bringen können.

Achtung: Es gibt auch SSDs im M.2-Format, die keinen PCIe-kompatiblen Controller haben, sondern einen SATA-Controller. Diese funktionieren nur in solchen M.2-Slots, bei denen das System zwischen PCIe und SATA umschalten kann.

NVMe und PCIe

 Was hat NVMe mit PCIe zu tun?

 Das Transferprotokoll Non-Volatile Memory Express (NVMe) nutzt PCI Express (PCIe) als physische Übertragungsschicht. Die meisten PCIe-SSDs verwenden NVMe. Damit ein PC oder Notebook von einer NVMe-SSD booten kann, braucht das BIOS einen eingebauten NVMe-Treiber – das ist heutzutage praktisch immer der Fall. Auch die aktuellen Versionen aller gängigen Betriebssysteme enthalten NVMe-Treiber.

SATA und PCIe

 Ich habe ein PC-Mainboard mit sechs SATA-Ports und einem M.2-Slot. Wenn ich letzteren mit einer SSD bestücke, kann ich nur noch vier SATA-Ports nutzen – warum?

 Moderne PC-Chipsätze können einige sogenannte High-Speed-Lanes flexibel für PCI Express, SATA oder USB nutzen – aber nicht gleichzeitig, sondern alternativ. Intel nennt das Flexible I/O. Die Funktion gibt einerseits den Mainboard-Entwicklern mehr Freiheit bei der Auslegung ihrer Platinen und löst andererseits das Problem, dass es M.2-SSDs sowohl mit PCIe- als auch mit SATA-Controllern gibt. Je nach Bestückung der M.2-Fassung schaltet der Chipsatz automatisch um, ohne dass weitere elektronische Bauteile nötig wären. Der Nachteil ist jedoch, dass der Chipsatz nur eine gewisse Anzahl an High-Speed-Lanes hat, die manche Mainboard-Hersteller eben sowohl mit SATA-Buchsen als auch mit einer M.2-Fassung verbinden – die folglich nicht alle gleichzeitig nutzbar sind. Um das verwirrende Problem zu umgehen, sind manche Mainboards nur mit vier SATA-Ports bestückt oder sie haben M.2-Slots, in denen ausschließlich PCIe-(NVMe-)SSDs funktionieren, die also nicht auf SATA umschalten können. (ciw@ct.de)



Rätselfeuerchen

The Last Campfire: Retter der verlorenen Seelen

Im Märchen-Adventure der „No Man's Sky“-Schöpfer erkundet ein kleines Wesen eine fantastische Welt und löst Logikrätsel, um versteinerte Seelen zu retten.

Von Peter Kusenberg

Der kissenförmige Knilch heißt Ember, auf Deutsch Glut, und spaziert durch ein befremdliches Reich, das sich als eine Welt zwischen den Wohnstätten der Lebenden und der Toten entpuppt. In den blühenden Landschaften trifft Ember auf kuriose Gestalten wie gigantische Frösche, dösende Schweine und traurige Angler und auf versteinerte Wesen seiner eigenen Art. Embers Aufgabe besteht darin, jene Wesen aus ihrer Erstarrung zu befreien und deren kleine Glut so zum titelgebenden Lagerfeuer zu führen.

Die Spielwelt ist nicht allzu weitläufig, weshalb man den ersten Ort schnell er-

reicht und ein einfaches Schieberätsel löst, womit die erste Glut das wärmende Feuer erreicht. Zuvor beseitigt Ember mit Grips Hindernisse, um zur versteinerten Seele zu gelangen. Spricht er mit ihr, öffnet sich ein Rätselraum, in dem der Spieler Würfel auf Kontaktstellen wälzt, Rohre aneinanderfügt und Leitern verschiebt, um Ember den Weg zum Seelensplitter zu bahnen.

Praktischerweise haben die Entwickler darauf verzichtet, dem winzigen Heldenkörper die anstrengende Arbeit aufzubürden. Stattdessen setzt Ember Magie ein, woraufhin sich die Welt schwarz-weiß färbt und die beweglichen Elemente blau leuchten. Man darf sich Zeit lassen, was das Knobeln zu einem lässigen Zeitvertreib macht.

Den anfangs leichten Rätseln folgen schwierigere Aufgaben; in den rund fünf bis sechs Spielstunden wird der Spieler einige Male grübeln müssen, um eine Lösung zu finden. Der Aufbau der Rätsel ist stets logisch, und die Entwickler haben die Aufgaben angenehm abwechslungsreich gestaltet. Doch steht der Spieler wie der Ochs vorm Berg, wenn er etwa die Symbole auf brüchigen Bodenplatten nicht

dekodieren kann, dann vermisst man eine integrierte Hilfe mit dezenten Tipps.

Zwischenwelt voller Rätsel

Im Laufe der Entdeckungsreise erfährt man mehr über die Beschaffenheit der Zwischenwelt. Die Gespräche mit den Einheimischen sind kurzweilig, eine angenehme Frauenstimme in schottisch akzentuiertem Englisch spricht sämtliche Texte, während deutsche Untertitel die Übersetzung liefern. Die Geschichte strotzt nicht vor Originalität, doch sie bleibt sich treu bis hin zur Bezeichnung der Ortsnamen: Das leere Moor ist ein Ort, „wo die Hoffnung aufgezehrt wurde, bevor sie gedeihen konnte“, woraufhin die Stimme mahnt: „Du darfst die Hoffnung nicht aufgeben!“

Zur stimmungsvollen Inszenierung der Story passt die farbenfrohe Welt voller Wiesen, Teiche, alter Gemäuer und verwunschener Höhlen. Sie erinnert nicht allein deshalb an Nintendos jüngstes Zelda-Adventure „Link's Awakening“. Die Wegesränder sind gesäumt von bunten Blumen, die Ember um das Doppelte überragen und ihre Samen fallen lassen, sobald der Held dagegen stößt. Die Landschaften zu erkunden lohnt sich, denn Dutzende Schatzkarten sind in der Welt verborgen. Mitunter muss man von einer Region in eine andere zurücklaufen, doch das dauert trotz fehlender Schnellreisefunktion nie lange, da die Entwickler pfiffige Abkürzungen eingebaut haben: umgestürzte Baumstämme als Brücken, Klappleitern sowie Ketten, an denen Ember hinauf- und hinunterklettert.

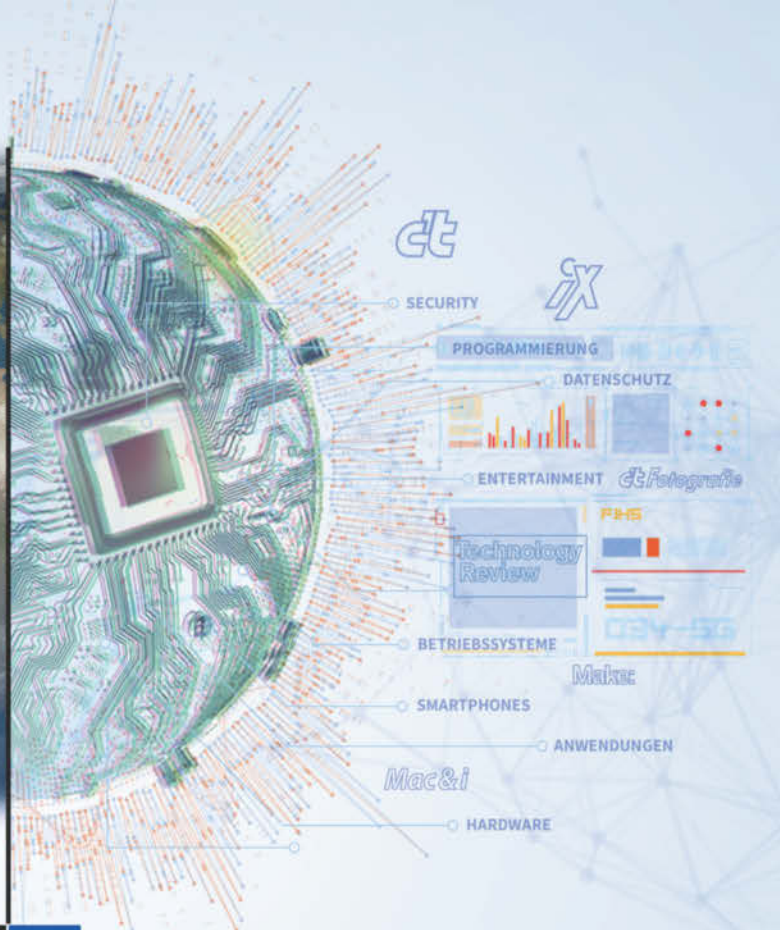
Der Soundtrack klingt anheimelnd melancholisch; löblicherweise haben die Entwickler von sinnlosen Krimskrams-Sammelangeboten abgesehen.

Fazit

Das neueste Spiel des britischen Herstellers Hello Games hat mit dem allzu offen weltlichen Vorgänger „No Man's Sky“ nichts gemein: Das Lagerfeuer-Abenteuer erweist sich als bescheidenes, dabei fesselndes, charmantes und zugängliches Knobel-Adventure. (lmd@ct.de) **ct**

The Last Campfire

Rätsel-Adventure	
Vertrieb	Hello Games, https://thelastcampfiregame.com
Systeme	Windows 10 (Epic Games), PS 4, Xbox One, Switch, iOS (Arcade)
Preis	12-15 €



heise +

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten: Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf heise.de/magazine und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3€/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5€/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

**Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.**

✉ leserservice@heise.de

☎ 0541 80009 120



Weitere Informationen zum
Abo-Upgrade finden Sie unter:

heise.de/plus-info



Andreas Hofmann

Private Cloud und Home Server mit Synology NAS

Das umfassende Praxis-Handbuch

mitp, Frechen 2020

ISBN 978-3-7475-0149-8

600 Seiten, 30 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 26 €)

Praktische Netzgehirnchen

Die NAS-Systeme von Synology sind viel mehr als bloße Datenlagerhäuser fürs lokale Netz. Hofmanns Praxishandbuch zeigt in wünschenswerter Tiefe, wie man die zahlreichen Talente der vielfältig nutzbaren Kisten weckt.

Andreas Hofmann spricht vorwiegend Privatanwender an; den industriellen Einsatz von Synology-Systemen hat er weniger im Blick. Dafür deckt er inhaltlich eine große Bandbreite ab: Kaufinteressenten informiert er über die derzeitigen Geräteserien des taiwanischen Herstellers. Wer ein vorhandenes Gerät administrieren und es etwa in ein Smart Home integrieren will, findet die geeigneten Praxishinweise dafür.

Von Tipps zur Hardwarezusammenstellung, Informationen zum Aufbau der Geräte und Erklärungen zur Bedienoberfläche führt das Buch seine Leser schnell zu detaillierten Anleitungen, die eine große Vielfalt von Anwendungen erschließen. Schon bei den klassischen Aufgaben rund um Dateiablage, Nutzerverwaltung und das Synchronisieren verschiedener Clients mit dem NAS sind die Aspekte Sicherheit und Datenschutz immer im Blick. Sehr klar stellt Hofmann beispielsweise die Unterschiede zwischen echten Backups und RAIDs heraus und warnt vor den Gefahren halbherziger Firewall-Einstellungen.

Wer alle vorgestellten Anleitungen umsetzen will, hat viel zu tun. Die zentral erreichbare Foto- und Filmdatenbank, der eigene Musik-Streamingdienst auch übers LAN hinaus und die Google-Docs-Alternative für gemeinsames Arbeiten an Dokumenten bilden nur einen kleinen Ausschnitt des Spektrums. Bereits Anfänger können den meisten dargestellten Wegen gut folgen, zumal Hofmann sich an den Synology-eigenen Programmpaketen orientiert. Alternativen dazu stellt er als Zusatztipps vor.

Anspruchsvoller wird es, wo es um das Aufsetzen eines eigenen Mailservers oder den Einsatz als Steuerzentrale für die Kameraüberwachung geht. Im Schlussteil warten richtig knackige Themenkomplexe auf erfahrene Leute: Webserver mit eigens aufgesetzter Datenbank, das Betreiben von Webanwendungen wie MediaWiki und Wordpress, außerdem eine Nextcloud-Installation als Alternative zur Standardumgebung. Die Weiterentwicklung wird Teile des Buches bald veralten lassen. Derzeit liefert es aber geballte und zugleich kompetente Information besser, als man sie sich im Netz zusammensuchen könnte. Unter blog.viking-studios.net gibt der Autor noch ergänzende und weiterführende Informationen. (Reinhard Schmitz/psz@ct.de)

Hilfe für SharePointler

Microsofts SharePoint ist eine mächtige Softwaregrundlage für gemeinsames Arbeiten in Unternehmensnetzen. Nicole Enders' Tausend-Seiten-Wälzer deckt alles ab, was die Anwenderpraxis betrifft.

Der Umfang des Buches spiegelt die Komplexität von SharePoint wider. Tatsächlich findet sich nur wenig Redundanz. Mit niedriger Einstiegsschwelle holt die Autorin technisch weniger Versierte ab, lässt aber auch Fortgeschrittene nichts vermissen. Dabei beschränkt sie sich auf die Anwenderseite; die Administration bleibt außen vor.

Die SharePoint-Entwicklung geht laufend weiter; am Beginn des Buches steht daher außer einer Einführung in die grundlegenden Konzepte auch eine willkommene Übersicht über die bislang wichtigsten Versionen und Editionen der Software. Sehr schnell wird es praktisch: Die Leser lernen die wichtigsten Funktionen und typische Handgriffe beim Anlegen von Webseiten kennen. Dabei berücksichtigt Enders außer Layoutfragen auch Navigation und Nutzerverwaltung. Darauf aufbauend verwirklicht sie beispielhaft ein vollständiges Intranet mit vielfältigen Funktionen. Schon die erste Version verwaltet etwa Schulungen und bietet einen Feedback-Mechanismus dafür.

Schrittweise erweitert die Autorin dieses Modell-Intranet zu einem umfangreichen Mitarbeiterportal und stellt dabei immer neue SharePoint-Werkzeuge vor. Als Krönung integriert sie ganze Unternehmensprozesse wie die Rekrutierung neuer Mitarbeiter und ein Ticketsystem zur Unterstützung der internen IT.

Nachdem das Intranet nahezu schlüsselfertig steht, macht die Autorin sich an Detailverbesserungen. So spendiert sie dem Ganzen eine Suchfunktion, optimiert das Layout und macht es fit für mobile Clients. Auch Funktionen, die der sozialen Interaktion der Netzteilnehmer dienen, fehlen nicht. Die letzten Kapitel behandeln eher technische Themen. Die Autorin hilft bei der Migration älterer SharePoint-Projekte und bei der parallelen Nutzung der On-Premise- und Cloud-Lösungen.

Unmengen an Bildschirmfotos illustrieren die Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Die Rheinwerk-Webseite zum Buch stellt zudem ein kostenloses Download-Paket bereit, das Grafiken zum Aufbau des im Text behandelten Mitarbeiterportals sowie Listings und eine Grundlagen-Checkliste enthält.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Nicole Enders

SharePoint für Anwender

Das umfassende Handbuch

Rheinwerk, Bonn 2019 (3. Aufl.)

ISBN 978-3-8362-6978-0

1006 Seiten, 50 €

(PDF-/Epub-E-Book: 45 €)



betterCode() präsentiert

das Online-Event zu .NET 5.0

in Kooperation mit

www.IT-Visions.de

Dr. Holger Schwichtenberg

Gut vorbereitet auf .NET 5.0

- | Von .NET Framework über .NET Core zu .NET 5.0: Migration und Aufwände
- | Was ist neu in .NET 5.0?
- | Neue Features in ASP.NET Core 5.0 und Blazor 5.0 kennen lernen
- | Die wichtigsten Sprachneuerungen in C# 9
- | OR-Mapping mit Entity Framework Core 5.0
- | WinUI 3 als Alternative zu WPF und UWP
- | Ausblick auf .NET 6.0

3. Dezember 2020



Jetzt
Tickets
sichern!

 heise **Developer**

 dpunkt.verlag

bettercode.eu/dotnet5



NOTHING
DIGITAL...

A comic book illustration featuring two men in a dark, industrial setting. In the foreground, a man with dark, curly hair is seen from the back, looking towards a large screen. In the background, a man with a beard and a blue shirt looks up at the screen with a surprised expression. The screen displays the text 'NOTHING DIGITAL...' in red, with horizontal lines of digital noise on either side. The scene is lit with dramatic, low-key lighting, emphasizing the characters and the screen.

NOTHING DIGITAL

VON NICOLE RENSMANN

Auf Brandons Schreibtisch standen drei große Bildschirme. Rechts lief die dritte Folge der 42. Staffel von „Dr. Who“. In der Mitte arbeitete er an der Codierung für die neue GPS-Software, links kommunizierte er per Chat mit Kollegen, dem Chef und seiner Internetbekanntschaft Sybille.

Auf dem Regalbrett stand der ComiCube, dem er seine Wünsche bei Bedarf mitteilte. Meist lauteten seine Anweisungen: Musik an, Musik aus, Hörbuch anschalten, lauter, leiser, Programmwechsel, TV-Anzeige auf Außenkamera wechseln, Kaffee vorbereiten, Kühlschrank checken, Pizza bestellen, Waschmaschine anschalten. Multitasking par excellence. Brandon liebte das virtuelle Leben. Seine Wohnung verließ er selten. Warum auch?

Er bestätigte seiner neuen Flamme den Termin für ihr drittes Online-Treffen, trank einen Schluck Cola und legte eine kurze Toilettenpause ein. Das Handy nahm er mit; er nutzte seine private Sitzung, um den aktuellen Börsenkurs und seine Likes auf Facebook zu checken.

Die Uhr sprang auf 11:55 Uhr, als Brandon sich in seinen Schreibtischsessel fallen ließ. Den Blick aufs Smartphone gerichtet, setzte er eine Nachricht auf Twitter ab und sagte dabei: „Musik an!“ Die Boxen gaben einen Ton von sich, der in ein statisches Rauschen überging und dann erstarb. „Der Tweet konnte nicht gesendet werden“ poppte als Nachricht auf. Brandon schaute überrascht hoch. Seine drei Monitore signalisierten: *Nothing digital*. „Internetverbindung checken!“, sagte er laut.

Der Cube antwortete nicht.

„Was ist das denn für ein Mist?“ Brandon erhob sich schwerfällig. Er hatte ein paar Kilos zu viel. Für Sport blieb keine Zeit, sein Leben war ausgefüllt: Arbeit, Streamen, Chatten und Essen.

Brandon kontrollierte die Anschlüsse. Er wollte seinen Provider anrufen, doch das Display des Smartphones zeigte *Nothing digital*.

Dann schaltete er das Licht ein. Die Deckenlampe blieb dunkel.

„Fernseher einschalten.“

Keine Reaktion. Natürlich nicht; der Cube stand auf *Nothing digital*.

Sein Festnetztelefon, das er nur noch benutzte, wenn seine Mutter anrief, blinkte. *Nothing digital*.

Mist!

Brandon wollte die Staffel zu Ende sehen, die Programmierung abschließen und sich heute Abend mit Sybille treffen. Sie hatten dafür einen virtuellen Raum geschaffen, mit Kuschelecke, Badewanne und einem großen Bett, in dem sich ihre Avatare wälzen würden.

Die Kamera, die den Flur vor seiner Wohnungstür filmte, war aus. Das Display am Kühlschrank zeigte ein blinkendes *Nothing digital*. Der Fernseher im Schlafzimmer ließ sich manuell einschalten, hatte aber nichts zu sagen außer *Nothing digital*.

Vor dem Mehrfamilienhaus, er wohnte im dritten Stock, gab es einen lauten Knall. Er lief ans Fenster. Zwei Autos waren ineinander gefahren. An der Straßenseite parkten kreuz und quer mehrere Fahrzeuge, Scheinwerfer sendeten Morsezeichen, die Brandon nicht zu deuten wusste. Die Fahrer standen auf der Straße, gestikulierten mit den Händen und schauten zum Himmel, als stünde dort die Antwort auf die Frage: Was war passiert?

Brandon klingelte beim Nachbarn und fragte, ob er telefonieren könne. Der verneinte. Er habe kein Festnetztelefon und sein Handy könne momentan kein Signal finden.

Die gesamte digitale Infrastruktur war ausgefallen. Hoffentlich bekamen die Techniker das schnell in den Griff, ansonsten konnte er das Date mit Sybille vergessen. „Spiel Musik“, rief er. Ach nein, die Musik war online gesichert, auf den Speicher konnte er nicht zugreifen. Einen Film streamen? Das Hörbuch beenden? Leider nein! *Nothing digital*.

DAS DISPLAY DES SMARTPHONES ZEIGTE „NOTHING DIGITAL“.

Brandon schlich durch die Wohnung, schaute aus dem Fenster, ging ins Bad, wanderte in die Küche, durchs Schlafzimmer, setzte sich auf die Couch, kratzte sich am Hinterkopf, seufzte, stand auf, schaute den Cube an, der auf dem Regalbrett stand, und den E-Reader, der daneben lag. Alle Bücher waren online gespeichert. Er griff trotzdem nach dem Gerät und schaltete es ein. Nichts. Jegliche Elektronik hieß ab sofort *nothing digital*. Brandon stampfte mehrmals mit dem rechten Fuß auf den Boden.

„Shit! Shit! Shit!“

Um seine Langeweile zu bekämpfen, putzte er die Wohnung. Das Wasser war kalt, der Durchlauferhitzer heizte nicht, momentan hieß alles – verdammt noch mal! – *nothing digital*.

Er aß kalte Nudeln aus der Dose. Der Herd hatte einen Internetanschluss und kochte nach Rezepten der bekanntesten Sterneköche. Brandon musste dafür nur der vorgege-

benen Einkaufsliste folgen und alle Zutaten entsprechend verarbeiten. Das gelang ihm meistens gut. Ohne Anleitung konnte er Paprika nicht von einer Aubergine unterscheiden. Leckere Gerichte gab es heute nicht. Denn: Nein, sag es nicht!

Am Abend dachte er an Sybille, die vergeblich auf ihn wartete. Kein Streaming, kein virtuelles Date, keine News-Portale. Er hockte auf dem Sofa und starrte auf den dunklen Bildschirm seines Fernsehers, in dem sich sein rundes Gesicht spiegelte. Er streckte sich die Zunge raus, zog Grimassen, lachte, jammerte. Sein Abbild wurde ihm schnell zu langweilig. Brandon ging ins Bett. Draußen war es noch hell.

ER HOCKTE AUF DEM SOFA UND STARRTE AUF DEN DUNKLEN BILDSCHIRM SEINES FERNSEHERS.

Am nächsten Morgen klingelte ihn der Nachbar aus dem Bett. Ob er Brandons Telefon verwenden könnte. Brandon verneinte. Er duschte eiskalt, trank zum Frühstück warme Cola statt eines heißen Kaffees und aß Cornflakes mit ungekühlter Hafermilch. Dann verließ er das Haus.

Er lebte in der Innenstadt. Mehrfamilienhäuser schmiegen sich eng aneinander, gescheitelt von einer Hauptverkehrsstraße. Irgendwo in der Nähe musste das Technikteam sein, um den Schaden zu beheben. In den Briefkästen steckten keine Tageszeitungen, Autos und Busse waren an den Straßenseiten gestrandet. Brandon fühlte sich wie ein Darsteller in einer Apokalypse. Er war nicht der Letzte seiner Art, was ihn beruhigte: Menschen fuhren mit Fahrrädern oder Mopeds an ihm vorbei. Einige waren zu Fuß unterwegs. Hinter sich hörte er das Motorentöten eines Oldtimers, der kurz darauf an ihm vorbeifuhr. Großartiges Auto! Brandon hatte keinen Führerschein. Er blieb auf dem Bürgersteig stehen, starrte nach links, dann nach rechts. Was war hier los? Warum kümmerte sich niemand um das Problem? Auf dem Weg zurück traf er eine Nachbarin, die zwei Häuser weiter wohnte.

„Haben Sie schon gehört?“, fragte sie. „Die Stadt ist dicht. Die Polizei hat alles abgeriegelt.“

„Warum abgeriegelt?“

„Die Geschäfte sind zu, das Center ist geschlossen. Nichts geht mehr. Das waren bestimmt Aliens.“

Brandon schaute zum Himmel. Kein Raumschiff, das über der Stadt schwebte. Aber auch kein Flugzeug, das seine Spur am Himmel hinterließ. *Nothing digital*. Mit einem Mal wurde ihm bewusst, dass mehrere Flugzeuge abgestürzt sein würden. Er dachte an die Krankenhäuser, in denen Menschen digital überwacht wurden. Herz- und Lungenmaschinen standen auf *nothing digital*. Wie viele Menschen mochten bereits gestorben sein? Tod durch Digitalisierungs-Notstand.

Alles zurück auf null.

„Das waren sicherlich keine Aliens“, sagte er.

„Doch, doch. Sie werden schon sehen. Dieser digitale Kram, das musste ja eines Tages zum Problem werden. Kein Mensch kann das alles aufrechterhalten. Da waren Außer-

irdische am Werk und nun haben sie uns den Saft abgedreht.“ Sie nickte Brandon zu, ging den Bürgersteig entlang und teilte jeder entgegenkommenden Person ihre Theorie mit.

Für sein Studium hatte Brandon ein Referat über das Thema des digitalen Prinzips schreiben müssen und dabei herausgefunden, dass der Mathematiker und Theologe Gottfried Wilhelm Leibniz das erste Binärsystem bereits Ende des 17. Jahrhunderts entwickelt hatte. 0 stand bei ihm für das Nichts und 1 für Gott. Wie konnte die Digitalisierung im 21. Jahrhundert derart ausfallen?

Das Technikteam kam nicht. Weder Polizei noch andere Ordnungshüter ließen sich blicken. In den nächsten Tagen putzte Brandon seine Wohnung an jedem Vormittag. Er räumte auf und sortierte Unterlagen mehrfach, bis er nicht mehr wusste, wo er die Versicherungspapiere und seine Gehaltsabrechnungen abgeheftet hatte.

Am fünften Tag der *Nothing-digital*-Apokalypse brachte ein Bote eine Nachricht seines Arbeitgebers und sein monatliches Gehalt, in bar. Sein letztes volles Gehalt. Sein Chef hatte ihm gekündigt, da in dieser Krise eine Beschäftigung nicht gewährleistet werden konnte. Damit hatte Brandon gerechnet. Galt eine Kündigungsfrist in solch einer Krise nicht mehr? Er musste sich arbeitslos melden. Er hatte einen hohen Betrag auf der Kante, da würde das Arbeitsamt drangehen. Vielleicht fand er einen neuen Job. IT-ler waren gefragt. Waren. Eine abgeschlossene Ära, solange Strom und Digitalisierung nicht wieder ans Laufen kamen. Konnte er dazu beitragen?

In dieser Nacht weinte er sich in den Schlaf.

Am nächsten Tag fand er eine Zeitung in seinem Briefkasten, obwohl er keine abonniert hatte.

Die Zeitung war schmal und dünn, aber die Informationen waren wertvoll. Er las sie vier Mal hintereinander und depolierte sie dann ordentlich zusammengelegt auf dem Schreibtisch, um sie auch am nächsten Tag noch einmal zu lesen.

Die Ursache der digitalen und elektronischen Störung konnte nicht ausfindig gemacht werden, berichtete die Presse. Anscheinend waren nicht nur seine Straße, seine Stadt, das Land davon betroffen, sondern die gesamte Welt. Ein Virus? Oder etwas viel Größeres? Brandon schaute durch das Fenster und betrachtete ein Stück des blauen Himmels. Doch Aliens?

Auch darüber spekulierten die Journalisten. Verschwörungstheorien nahmen eine Doppelseite ein. Auf der letzten Seite fand Brandon städtische Adressen, bei denen die Bürger um Hilfe bitten konnten. Wartezeiten bis zu einem Tag und mehr wären jedoch einzuplanen. Wer Bargeld benötige, müsse sich bei seiner Bank melden. Der Auszahlungszins liege bei zehn Prozent. Eine Inflation drohe.

Brandon stöhnte. Es wurde Zeit, dass er sein Leben anpasste. Er hatte keine Lust mehr auf Ravioli aus der Dose. Er lieh sich ein Fahrrad von der Familie im Nachbarhaus und wagte den Weg in die Stadt. Das Einkaufscenter war weiterhin geschlossen. Auf dem Platz davor reihten sich Marktstände dicht nebeneinander. Gemüse und Obst, Fisch und Fleisch, Brot und Kuchen. Der Gewürzstand sandte Düfte aus, die Brandon zwangen, stehenzubleiben und ein paar Tüten, gefüllt mit Curry, Paprika und Pfeffer, einzukaufen. Als er sein Bargeld abzählte, um zu bezahlen, sprach der Verkäufer ihn an.

„Sie können auch tauschen.“

Brandon hatte nichts zum Tauschen. Wer würde in diesen Tagen für seinen neuwertigen Computer auch nur einen Blumenkohl geben? Er hatte genug Bargeld, um zu bezahlen, und dachte kurz darüber nach, ob er sein gesamtes Geld von der Bank holen sollte. War das Geld dort noch sicher? Er schob den Gedanken beiseite und konzentrierte sich auf den Einkauf.

„DA WAREN AUSSERIRDISCHE AM WERK UND NUN HABEN SIE UNS DEN SAFT ABGEDREHT.“

Am Gemüsestand kaufte er alles, was rot aussah: Rote Bete, Radicchio, rote Möhren, Erdbeeren, roten Salat, Paprika und Radieschen. Die Verkäuferin bestätigte, dass er all das auch roh essen könne.

So gesund hatte sich Brandon noch nie ernährt.

Auf dem Rückweg kam er an einer Garage vorbei, in der ein paar Biertische aufgebaut waren. Er stoppte. Auf den Tischen stapelten sich Bücher, Spiele und Stofftiere. Trödelmarkt. Das gefiel ihm.

Er tauschte zwei Kochbücher und einen Roman gegen vier Tomaten. Keine Sterneküche, aber kochen wie bei Oma. Das musste schmecken.

Das Essen war überraschend lecker. Er hatte sich einen Salat aus allen Zutaten zubereitet, ein bisschen Öl und Essig dazu, Salz, Pfeffer. Mehr nicht. Für den nächsten Tag blieb noch genug übrig. Nach dem Essen las er, bis es dunkel wurde. Bei Kerzenschein ging er zu Bett und dachte an Sybille. Für den nächsten Tag plante er einen Überraschungsbesuch.

Ob das der richtige Schritt war?

Sybille hatte ihm ihre Adresse geschrieben, nachdem sie eine Weile geschattet hatten. Er hatte ihr – voll retro – Postkarten mit kleinen Liebesschwüren geschickt. Im Real Life hatten sie sich noch nie gesehen. Das sollte sich ändern. Brandon vermisste sie, das überraschte ihn und er wollte wissen, ob dieses Gefühl nur durch die veränderte Situation hervorgerufen wurde oder ob das Herzklopfen bleiben würde, wenn er sie traf.

Er füllte Wasser aus dem Hahn in eine leere Colaflasche, packte diese zusammen mit zwei Äpfeln und ein paar Radieschen in den Rucksack und fuhr mit dem Fahrrad beim Bäcker vorbei. Dort kaufte er ein Brot und einen Schokoladenkuchen. Die Preise waren dreimal so hoch wie vor dem digitalen Crash.

„Wow, die Preise sind krass“, sagte er.

„Ja, wir sind ein Handwerk. Unsere Maschinen funktionieren nicht mehr, aber wir haben die alten von meinem Opa wieder in Gang bekommen. Das ist viel mehr Arbeit.“

„Okay, das verstehe ich. Dann alles Gute. Ich komme jetzt sicher öfter.“

Brot würden sich in Kürze nur noch die Reichen leisten können.

Sybille lebte 25 Kilometer von ihm entfernt. Mit dem Zug, dem Auto oder dem Bus wäre das gut zu erreichen gewesen. Mit dem Fahrrad brauchte er drei Stunden. Er war untrainiert, machte dreimal Pause, musste mehrfach nach dem Weg fragen und war verschwitzt, als er bei der Adresse ankam, die Sybille ihm mitgeteilt hatte.

Ein altes Bauernhaus mit verwildertem Garten, die Fensterläden hingen schief, das Glas an der Haustür war zerbrochen. Auf den ersten Blick wusste Brandon, dass hier niemand lebte. Er sah sich trotzdem um. Die Tür war nicht verschlossen. Er stieß sie auf und blieb stehen. Auf dem Boden lagen ein Dutzend Karten. Er wusste die Anzahl genau, denn er hatte Sybille jede Woche eine Karte geschickt. Zwölf Wochen lang. Sein Herz wurde schwer, er schluckte mehrfach und Tränen liefen ihm die Wangen hinab. Alles eine Lüge. Nothing digital. No Sybille.

Das hätte er nicht für möglich gehalten.

Er betrat das Haus. Glassplitter knirschten unter seinen Schuhsohlen. Langsam ging er durch den Flur. Die Tapeten an den Wänden waren wellig und grau vor Schmutz. Vorsichtig öffnete er die erste Tür, links von ihm, und erblickte eine kleine Toilette, die mit Fäkalien vollgeschmiert war. Brandon hielt sich die Hand vor den Mund und würgte. Er ging rasch weiter, geradeaus in einen größeren Raum, in dem eine abgenutzte Couch und ein alter Fernseher standen. Überall lag Staub, Spinnen eroberten die Ecken und auf dem Kronleuchter brütete ein Taubenpärchen.

Hier wohnte niemand. Sybille hatte ihn belogen. Vielleicht hatte er die Anzeichen auch nicht erkennen wollen. Sie hatte nie ein Wort zu den Karten gesagt. Er fühlte sich schlecht, verraten, betrogen.

Brandon verließ das Haus und setzte sich auf einen Baumstumpf, der mitten auf dem Vorplatz stand. Er aß einen Apfel, trank einen Schluck Wasser und fragte sich, wie er so dumm hatte sein können.

WER WÜRDEN IN DIESEN TAGEN FÜR SEINEN NEUWERTIGEN COMPUTER AUCH NUR EINEN BLUMENKOHL GEBEN?

Sein Shirt wies Schweißflecken auf, war aber nicht feucht. Er hob einen Arm und roch an der Achsel. Kein Geruch. Brandon nahm die Colaflasche hoch, sah das Wasser darin und drehte die geöffnete Flasche um, nichts lief heraus.

Er runzelte die Stirn.

Nothing digital?

Er packte die Flasche wieder in die Tasche und sah sich zunächst den Vorhof genauer an, dann den Garten. Das Gras auf der Wiese war mannshoch, die Hecke wild gewachsen. Er würde eine Machete benötigen, um dort hindurchzukommen.

Plötzlich entdeckte er weiter hinten im Garten eine Holzhütte, von rankenden Rosen verdeckt. Er riss sich die Finger an den Dornen auf, als er die Tür öffnete.

Gartenwerkzeuge, Säcke mit Blumenerde und Töpfe lagerten in dem Holzschuppen. Brandon nahm sich eine Sichel und begann damit, die hohe Wiese abzutragen. Nach einer halben Stunde war er am Ende seiner Kräfte.

ER BETRAT DAS HAUS. GLASSPLITTER KNIRSCHTEN UNTER SEINEN SCHUHSOHLEN.

Zeit für eine Pause. Er würde sich das mitgebrachte Essen einteilen müssen. Denn Brandon plante sein Leben neu.

Er setzte sich auf den Baumstamm, schaute zum Himmel und verharrte in dieser Position.

Hatte er für einen Neuanfang an alles gedacht?

* * *

„Hast du dir die Simulation angesehen?“, fragte Bruno seine Kollegin Amelie.

„Ja, zweimal. Ich finde sie zu detailliert. Du musst das alles deutlich kürzen. Vermutlich kommen die meisten gar nicht bis zum Haus, weil es ihnen zu langweilig wird.“

„Sollen wir Monster einbauen? Das würde die Spannung steigern.“

„Nein, das ist unrealistisch. Der Auftrag lautete, eine *Nothing-digital*-Welt zu simulieren, in der die Anwender mit dem Problem zurechtkommen müssen, auf Elektronik und Digitalisierung zu verzichten.“

„Ich kenne den Auftrag, Amelie. Er ist fad. Niemand verzichtet auf sein Smartphone, schon gar nicht freiwillig.“

„Von freiwillig hat auch niemand was gesagt“, murmelte Amelie.

Bruno hatte sie nicht verstanden und fragte nach.

„Vergiss es. Mach es virtueller, erzähl nicht so viel. Lass den Spieler richtig in Brandons Haut schlüpfen. Konstruiere es mit einer VR-Brille, außerdem am besten noch mit einem Sensoranzug. Der Spieler muss die Sorgen, die Ängste, die Nöte spüren, und den Schweiß, die Anstrengung.“ Amelie wandte sich ab, überlegte es sich dann aber noch mal anders: „Und füg noch ein paar Actionszenen ein.“

„Sollen sie sich um Rosenkohl kloppen, mit Staudensellerie schlagen oder mit Kartoffeln bewerfen?“

„Vandalismus, Plünderungen. Die Leute bleiben doch nicht in ihren Häusern, die flippen aus, wenn die nichts mehr streamen können. Lass dir was einfallen. Ach, und noch was: Nimm das mit den Aliens raus. Keine Nennung des Auftraggebers!“

„Du verarschst mich.“

Amelie sah Bruno gelangweilt an. „Mach es einfach!“

„Und wozu das alles?“ Bruno fuhr sich durch die Haare. Er musste dringend zum Friseur, aber er würde nicht pünktlich aus dem Büro gehen dürfen, bevor die *Nothing-digital*-Simulation für die Probanden fertiggestellt war. Die gesamte Menschheit sollte eine Veränderung durchleben.

„Für Geld. Und weil es in elf Monaten und 55 Tagen heißen wird ‚*Nothing digital*‘. Bereite die Menschheit darauf vor. Und dich!“

Amelie verließ das Büro. Sie hatte Bruno angelogen. Natürlich waren die Auftraggeber keine Aliens. Es war von Vorteil, die Schuld und das zukünftige Chaos dem Unbekannten, möglicherweise dem Bösen zuzuordnen. Das Projekt der Neugestaltung der Menschheit kam von oben, ganz oben. Sie hatte nur Kontakt mit einem Mittelsmann, der wiederum seine Befehle bekam – und so weiter und so weiter. Geld war der Anreiz, der sie dazu bewegt hatte, die Zivilisation des 21. Jahrhunderts ins Mittelalter zurückzusetzen. Amelie hatte für sich selbst vorgesorgt und würde, dank eines beträchtlichen Honorars, auf einer kleinen Mittelmeerinsel leben. Dafür hatte sie einen Survival-Kurs absolviert, sich eine Bibliothek angeschafft und einen Butler, der bereits jetzt einen Gemüsegarten für die Selbstversorgung pflegte. Außerdem hatte sie einen Vorrat an Batterien und Akkus angelegt und weitere Vorkehrungen getroffen, um die *Nothing-digital*-Apokalypse zu überleben.

Sie wusste nicht, dass ihr Auftraggeber sie aufhalten und sie den letzten Flug verpassen würde, bevor es hieß: *Nothing digital*.

* * *

Auf Brandons Schreibtisch standen drei große Bildschirme. Rechts lief das dritte Remake von „Zurück in die Zukunft“, in der Mitte war sein gerade eingetippter Code zu sehen, links kommunizierte er mit seiner Internetbekanntschaft ... (psz@ct.de) **ct**

Jetzt gibts was auf die Ohren!

Wenn Ihnen das Lesen dieser Story Lust auf mehr gemacht hat, möchten wir Ihnen unsere Podcast-Reihe **c't SciFiCast** ans Herz legen: Unter heise.de/-4491527 warten kostenlose Hörfassungen ausgewählter Geschichten aus dem c't-Story-Fundus auf Sie!



Unsere „pechschwarzen Technikmomente“ gibt es zum Herunterladen oder als direkte Audiostreams – professionell eingesprochen und ideal als Begleiter für Fahrten oder auf Laufstrecken, wenn Sie Smartphone und Kopfhörer dabei haben.

Hören und per RSS-Feed abonnieren können Sie die Storys unter anderem auch auf Player.FM, Spotify und iTunes:

- www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss
- open.spotify.com/show/37UbzCwzzCijju8501HUwL
- de.player.fm/series/ct-sficast
- podcasts.apple.com/de/podcast/ct-sficast/id1480700673

Auf Wiederhören!

Mit c't in das neue Jahr starten!

NEU
im heise shop!

Der
Klassiker
von Ritsch
& Renn



c't Schlagseitenkalender 2021

Die besten Schlagseiten von Ritsch & Renn des c't-Jahrgangs 2020.

Auf 12 Kalenderblättern sind die lustigsten, schrägsten, coolsten Cartoons ausgewählt worden, um Heim und Büro aller c't-Fans zu schmücken.

shop.heise.de/kalender2021

9,90 € >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

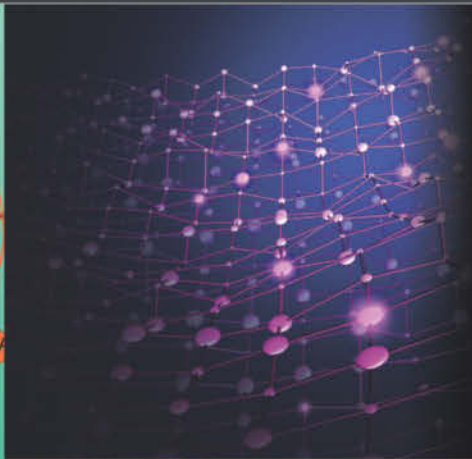
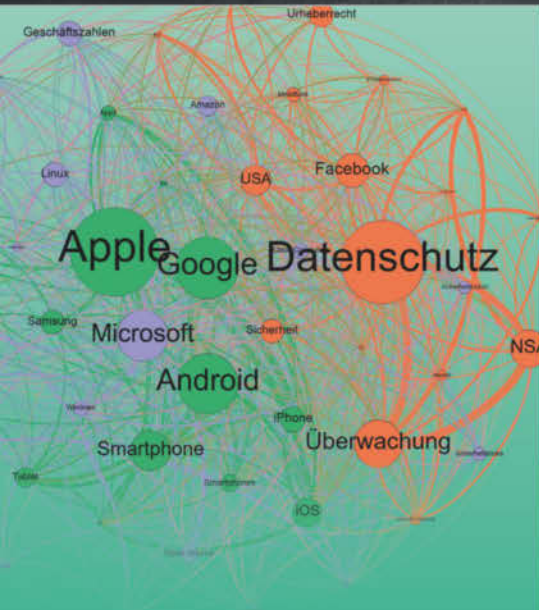
shop.heise.de/kalender2021 >



Parallele Programmierung in Java

Effiziente Software für Multi-Core Systeme

11. – 13. November 2020
Hannover



Entwicklung von Microservices

16. – 19. November 2020
online

Automatisierte Textanalyse mit Machine Learning

17. – 20. November 2020
online



Sicherheit von Windows 10 im Unternehmen

17. – 18. November 2020
online



Systemdeployment & -management mit Ansible

23. – 26. November 2020
online





Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

Talk **nerdy** to me!

LIVE
Webinar

Sichere Konfiguration von Büro-PCs:

Hardware und BIOS-Setup

17. November 2020, 10:00 - 11:30 Uhr

In diesem Webinar von heise Security stellt Christof Windeck, der Hardware-Experte von c't, die wichtigsten Security-Features vor und erklärt, wie sie mit Windows-10-Funktionen wie Virtualization-Based Security (VBS) zusammenspielen. Das Ziel ist eine Basiskonfiguration von Business-PCs für sicheren und zuverlässigen Betrieb, die die wichtigsten Schlupflöcher für Angreifer schließt.

Preis: 119,00 Euro inkl. MwSt.

www.heise-events.de/sichere-konfiguration-von-buero-pcs

EGAL WO... SPACE FASZINIERT!

DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.



Testen Sie 2× Space mit 30% Rabatt!

Nur 11,90 €* statt 17,00 €* im Handel!

Zusätzlich digital als PDF im Kundenaccount verfügbar.

Jetzt bestellen unter:

www.emedia.de/space-mini

☎ 0541 80 009 126 ✉ space-abo@emedia.de

✉ eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

*Preise in Deutschland.

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 8836 EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de nginx-Webhosting: timmehosting.de Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +
Fax: 05130/37085 xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de www.klingelnet.de – Dipl.-Ing. Elektronik & IT **Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
26/2020: 17.11.2020
01/2021: 01.12.2020
02/2021: 09.12.2020

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 2HBei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den
angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die
fettgedruckt (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen
Preis können Sie so selbst ablesen. *Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.
Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Ge-
bühr.**Ausfüllen und einsenden an:**  **Heise Medien GmbH & Co. KG**
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover**Faxnummer: 05 11/ 53 52-200**

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



UNSERE TEAMS DENKEN
NICHT AN MORGEN.
SIE KOMPIlierEN FÜR
ÜBERMORGEN.



Zentrale Stelle
für Informationstechnik
im Sicherheitsbereich

Unsere Ideen schützen Deutschland.
Mehr Informationen zu Aufgaben-
und Tätigkeitsfeldern und offenen
Stellen gibts auf zitis.bund.de

Die Zukunft im Blick!



ZITIS

 **Heise Gruppe**

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und
bewerben unter
**[www.heise-gruppe.de/
karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)**.



Es gibt 10 Arten von Menschen.
Die, die iX lesen und die anderen.



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

Full Stack Developer (w/d/m)

bsi-software.com/jobs



Baar, Baden, Bern, Darmstadt, Düsseldorf, Hamburg, München oder Zürich

Wir suchen Macher. Ab Studium oder Young Professionals. Software Engineers, die ein Kundenprojekt von Anfang bis Ende begleiten. Die den Kunden verstehen und eine für ihn massgeschneiderte Lösung entwickeln. Wir suchen dich!

So arbeiten wir

Wir setzen einen aktuellen Open Source Tech-Stack ein: Im Backend Apache Tomcat, ActiveMQ, Lucene und PostgreSQL. Programmiert wird in Java, als IDE setzen wir IntelliJ ein. Das Frontend ist eine Progressive Web App, umgesetzt mit TypeScript. Unsere Applikationslandschaft aus Docker-Containern ist vollständig virtualisiert und wird mittels Kubernetes und OpenShift verwaltet. Im Bereich Machine Learning setzen wir auf DeepLearning4J.



Hier bewerben

Online-Redakteur (m/w/d) für TechStage.de



Online-Redakteur (m/w/d) für unsere Plattform TechStage.de

Für TechStage.de, unser Portal für Tests, Ratgeber und Kaufberatungen, suchen wir einen Online-Redakteur (m/w/d) mit dem Schwerpunkt Kaufberatung an unserem Standort in München.

Deine Aufgaben

- Du übernimmst die Recherche relevanter Themen und Produkte im Bereich IT/Gadgets und entwickelst Konzepte für neue Ratgeber, Kaufberatungen und Testwelten.
- Neuen Trends bist Du auf der Spur, gestaltest Themen und Beiträge, testest Produkte und schreibst Testberichte sowie Ratgeber.
- Darüber hinaus koordinierst Du die Zusammenarbeit mit externen Autoren – vom Briefing bis zum Redigieren der Artikel.

Deine Talente

- Du hast einschlägige Berufserfahrung im Online-Journalismus in den Bereichen Test und/oder Kaufberatung.
- Grundlegendes Fachwissen im Bereich IT/Gadgets bringst Du bereits mit und bist bereit, dieses weiter auszubauen.
- Textsicheres Deutsch und eine stilsichere Schreibe zeichnen Dich aus.

Deine Benefits

- Die Mitarbeit in dem renommierten IT-Verlag Heise Medien in einem qualifizierten und engagierten Team.
- Selbstständiges Arbeiten, kurze Kommunikationswege und direkte Abstimmungen.
- Budget für das Arbeitsgerät deiner Wahl.
- Tarifliche Bezahlung, flexible Arbeitszeiten, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm und vieles mehr.

Bitte bewirb dich mit Arbeitsproben online:

karriere.heise-gruppe.de

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 Deine Bewerbung!

Dein Ansprechpartner

Daniel Schröder,
Chefredakteur TechStage
Tel.: 089 427186 280

WE WANT YOU!



TLH TECHNIKUM
LAUBHOLZ

Wollen Sie bei der Veränderung
der Grundlagen für unser
nachhaltiges Leben von morgen
dabei sein und können sich
selbst sehr gut motivieren?

Dann kommen Sie zu uns!

Das Technikum Laubholz ist eine neu gegründete außeruniversitäre Spitzenforschungseinrichtung zur Entwicklung und zum Transfer innovativer Verfahren und Produkte aus Laubholz und anderen nachwachsenden Rohstoffen für die Industrie in Baden-Württemberg und darüber hinaus. Hierfür suchen wir den:

LEITER IT (m/w/d)

VOLLZEIT ab 01.01.2021

Was Sie erwarten können

- Die Möglichkeit, eine High-Tech IT-Infrastruktur vom ersten Moment mitzugestalten und eigenverantwortlich aufzubauen
- Flexible Arbeitszeiten und ein unbefristetes Arbeitsverhältnis
- Selbstständiges Arbeiten bei flachen Hierarchien mit kurzen Entscheidungswegen
- Eine adäquate leistungsorientierte Vergütung
- Aufbau und Leitung eines eigenen IT Teams
- Die Gelegenheit, an der grünen Zukunft unseres Planeten mitzuarbeiten

Was Sie mitbringen

- Erfolgreich abgeschlossenes Studium im IT-Bereich oder langjährige Praxiserfahrung
- Erste Berufserfahrungen im Bereich des IT-Managements
- Fachliches Wissen im technischen Management, in der Informationsanalyse sowie im Bereich von Computersoft- und Hardwaresystemen
- Gute Kenntnisse der gängigen Microsoft Server und Clientsysteme
- Grundkenntnisse in der Virtualisierung
- Kenntnisse der aktuellen Sicherheitsanforderungen an IT-Systeme
- Hands-on Mentalität bei Problemen in der IT oder im Netzwerk
- Erste Erfahrungen in der Personalführung
- Idealerweise haben Sie schon erste Erfahrungen mit Strukturen im Forschungsbereich

Ihre Aufgaben

- Planung der Netzwerkinfrastruktur
- Analyse des Bedarfs an Hard- und Software sowie deren Beschaffung mit Budgetverantwortlichkeit
- Erarbeiten und Implementieren des Sicherheitskonzepts
- Schutz der Systeme gegen Angriffe von außen und innen durch Erarbeitung von Sicherheitsrichtlinien
- Erstellen von Richtlinien und Abläufen inkl. deren Überwachung
- Koordination und Verteilung der IT-Aufgaben sowie Leitung des IT Teams das Sie aufbauen werden
- Abstimmung mit anderen Abteilungen und Analyse des IT-Bedarfs mit anschließender Beschaffung

Kontakt | Bitte senden Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung im pdf Format mit allen relevanten Unterlagen bis zum **30.11.2020** an:
Andreas Bisinger, andreas.bisinger@technikumlaubholz.de,
Rückfragen: 0711 / 400 545 14

Inserenten*

1&1 IONOS SE	196
1blu AG, Berlin	19
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	13
CIIT GmbH, A-Wien	69
Comspot GmbH, Hamburg	51
Conrad Electronic SE, Hirschau	45
Daimler AG, Stuttgart	2
DIS Daten-IT-Service GmbH, Großerlach	47
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	49, 53
DZ BANK AG, Frankfurt	63
Fernschule Weber, Großenkneten	187
Google Germany GmbH, Hamburg	4, 5
GRAVIS Computervertriebsgesellschaft mbH, Berlin	8, 9
Hiscox Europe Underwriting Limited, München	19
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	55
Lautsprecher Teufel GmbH, Berlin	41
Lenovo Global Technology Germany GmbH, Stuttgart	11
Platinion GmbH, Köln	195
RNT Rausch GmbH, Ettlingen	65
secunet Security Networks AG, Essen	61
Thomas Krenn.com, Freyung	95
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	59
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	57

Stellenanzeigen

BSI Business Systems Integration AG, CH-Baar	190
Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover	191
TLH Technikum Laubholz GmbH, Lenningen	191
ZITis Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich, München	190

Veranstaltungen

c't webdev	c't, heise Events	43
secIT by Heise	heise Events	71
Continuous Lifecycle/		
Container Conference	iX, heise developer, dpunkt.verlag	97
MacDev	Mac&i, heise developer, dpunkt.verlag	113
betterCode PHP8	heise developer, dpunkt.verlag	169
betterCode .NET 5.0	heise developer, dpunkt.verlag	179
iX Workshops	iX, heise Events	186
Webinar Sichere Konfiguration von Büro-PCs	heise Events, heise security	187

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen der Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Das ultimative Kompendium für Mac-User!



NEU

**Auch als PDF
sofort zum
Download!**

Mac & i special
Über 200 Seiten: Mit den Highlights aus drei Jahren Mac & i

macOS Mojave, Catalina, Big Sur

370 Mac-Tipps

für Einsteiger, Fortgeschrittene und Profis

- Finder, Desktop, Safari, Mail, Nachrichten, Kalender
- Kontakte, Karten, Musik, Notizen, Fotos, Erinnerungen
- Terminal, Pages, Time Machine, Apple ID, code Tools ...

PLUS: Nervige Mac-Probleme lösen

Mac & i Special

Ist der Mac Ihr Arbeitsgerät Nr. 1? Dann wird es höchste Zeit, macOS individuell an Ihre Arbeitsweise anzupassen. In diesem Mac & i-Sonderheft lesen Sie wie's geht. Außerdem liefern aktualisierte Artikel der letzten drei Jahre 370 Tipps zum Finder, zu Systemprogrammen wie Fotos, Kontakte, Erinnerungen, Nachrichten, Musik/iTunes und Terminal.

shop.heise.de/mactipps20

Einzelheft für nur
12,90 € >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



shop.heise.de/mactipps20 >

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: „Der optimale PC 2021“: Christian Hirsch (*chh@ct.de*), „Online-Partnerbörsen zum Verlieben“: Arne Grävemeyer (*agr@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*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*)
Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jbo@ct.de*)
Redaktion: Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anke Brandt (*apoi@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*), André Kramer (*akr@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 (*sytt@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*)
Redaktion: Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Merlin Schumacher (*mls@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktm@ct.de*), Axel Vahldiek (*arv@ct.de*)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)
Redaktion: Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*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*), Ulrich Hilgert (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*Ltg.*, *uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg.*, *rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

Dokumentation: Thomas Masur (*tm@ct.de*)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ernert, Stefan Krempf, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (*Ltg.*), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Anna Hager, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Huth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Michael Luther, 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: sq4lecqyx4izcpkp.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, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 37 vom 1. Januar 2020.

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:

VU Verlagsunion KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7,60 CHF; Dänemark 57,00 DKK;
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €; Italien, Spanien 6,50 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175,50 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140,40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132,30 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)
oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

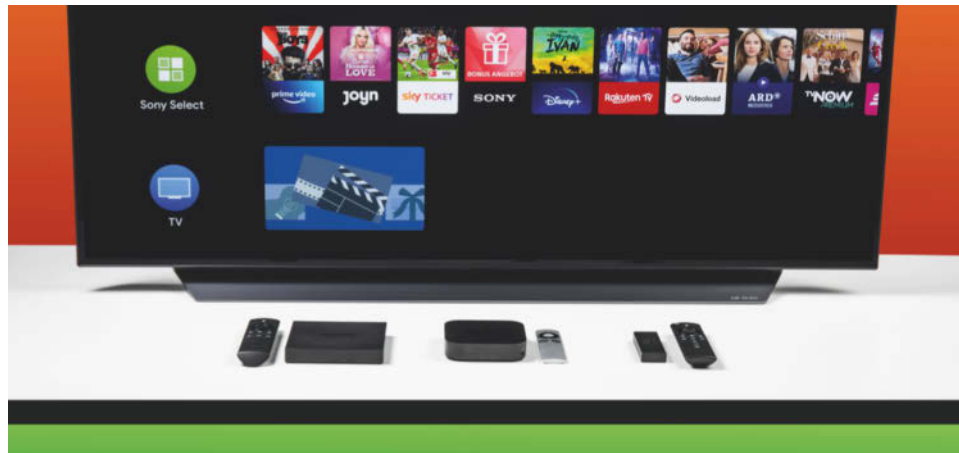
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 25/2020

Ab 21. November im Handel und auf ct.de



Zukunftssicher fernsehen

HDR, VRR, 8K, OLED, MiniLED, DTS, Atmos – die Abkürzungen sind verwirrend, die Geräteauswahl ist riesig. Zusätzlich zum Test aktueller Fernseher erfahren Sie, worauf Sie beim Kauf von Video- und Audioequipment achten sollten und wie Sie vorhandene TVs aufrüsten und Ihren Gerätepark optimal einrichten.



Extraflotte Netzwerkspeicher

Immer mehr LANs nutzen Multigigabit-Ethernet alias NBase-T für bis zu 10 GBit/s. c't analysiert, welche Netzwerkspeicher (NAS) mithalten und Dateien mit 1000 MByte/s ausliefern. Dazu gehört ein gründlicher Blick auf die aktuellen NAS-Betriebssysteme und deren Erweiterungsoptionen.

E-Mail im Griff

Oft totgesagt und doch quatschlebig: E-Mails sind immer noch das digitale Kommunikationsmittel Nummer eins. Wir testen Mailprogramme für Windows, macOS und Linux und zeigen, wie man Nachrichten, Ordner und Postfächer optimal organisiert, sichert und archiviert.

APIs automatisch generieren

Entwickler von Programmierschnittstellen sind gut beraten, diese sorgfältig zu dokumentieren – zum Beispiel nach dem Standard OpenAPI. Dabei muss das Dokumentieren nicht nach dem Programmieren beginnen: Mit dem richtigen Werkzeug generieren Sie Code aus der Dokumentation.

Geschenkideen fürs Fest

Geschenketipps der c't: auf Herz und Nieren geprüft und über mindestens einen Schreibtisch in Redaktion oder Homeoffice gewandert. Mit unseren Empfehlungen entdecken Beschenkte alte Leidenschaften neu, halten digital Kontakt oder gestalten sich die neue Normalität erträglicher.

Noch mehr
Heise-Know-how:



c't Fotografie 6/2020
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



Mac & i Extra Workshops
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



Make Sonderheft Holz
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de

SIE DENKEN BEI PYTHON NICHT AN SCHLANGEN?

BCG Platinion sucht IT Architects.

Bei BCG Platinion fragen wir uns nicht, wie die digitale Welt ist – sondern wie sie sein sollte. Bei uns arbeiten kleine, hochmotivierte Teams an der Umsetzung geschäftskritischer IT-Themen renommierter Industrie- und Dienstleistungsunternehmen. Dabei ist uns eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden genauso wichtig wie die persönlichen Aufstiegs- und Entwicklungschancen unserer Mitarbeiter. Sie haben Interesse an einer führenden IT-Beratung und wollen von den Chancen des globalen BCG-Netzwerks profitieren? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Mehr Infos auf karriere.bcgplatinion.de



BCG
PLATINION

IONOS CLOUD

Die europäische Cloud-Alternative



Performant: Bestes Preis-Leistungs-Verhältnis



Sicher: 100 % DSGVO-konform



Einfach: Intuitive & flexible Benutzeroberfläche



Fair: Pay-per-Minute Abrechnung & kein Vendor Lock-in



Kundenorientiert: Kostenloser 24/7 Enterprise-Level-Support

IONOS cloud ist Teil von IONOS, Europas führendem Anbieter von Cloud-Infrastrukturen, Cloud-Services und Hosting-Dienstleistungen. Als einziger Cloud-Computing-Anbieter mit eigenem Code Stack "Made in Germany" wurden wir bereits mehrfach ausgezeichnet.



IONOS by 1&1