



c't deckt auf:
Tracking durch
Kaspersky-Leck

Endlich Schutz vor Phishing und Identitätsdiebstahl

Abschied vom Passwort

Den Passwort-Nachfolger FIDO2 jetzt schon nutzen

IM
TEST

- Für NAS und PC: Platten bis 16 TByte
- Apple MacBook Pro mit 8-Kerner und Vega
- Linux-Distribution EndeavourOS
- AMD Epyc: Server-CPU mit 64 Kernen
- Notenblätter scannen und digitalisieren



Viel Power, wenig Lärm

Gaming-PCs als Allrounder

Online-Banking: Das ändert sich für Sie
Kubernetes lernen mit dem Raspi

Gute Web-Typografie mit CSS

Windows optimieren: Hardware und Netz

Smart Home steuern mit ioBroker

Jenseits von Balken und Torten

Diagramme einfach schick

Visualisierung per App, online oder schnell programmiert

€ 5,20
AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00
NL € 6,30 | IT, ES € 6,50
CHF 7,60 | DKK 57,00





W

L

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A



A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

N



Halle 17 und am
Sommergarten

**Vergrößern
Sie Ihr WLAN.
Mit Mesh!**
avm.de/meshtig





Apple-Nutzer: Gefangen im goldenen Käfig

Hinter den Kulissen der Technik-Giganten ist gerade einiges in Bewegung: Gemeinschaftlich sind Google, Microsoft, Facebook, Amazon, Intel und viele weitere dran, Passwörter endlich abzuschaffen und durch ein viel besseres Verfahren zu ersetzen, das mehr Sicherheit und Komfort bietet. Das Zauberwort heißt FIDO2. Ab Seite 16 erklären wir ausführlich, warum das toll ist und wo man es schon jetzt nutzen kann.

Die Liste der Unternehmen, die bei diesem Vorhaben an einem Strang ziehen, ist lang. Doch eine Firma kocht mal wieder ihr eigenes Süppchen: Apple. Unter Windows und Android läuft das neue Login-Verfahren bereits wie geschmiert - Apple-Nutzer schauen hingegen in die Röhre. Und es ist nicht absehbar, dass sich daran so bald etwas ändert. Dass es sich um ein Versäumnis handelt, ist unwahrscheinlich, denn anscheinend steckt vielmehr Kalkül dahinter: Apple will das Passwort-Problem auf seine eigene Weise lösen. Apple-Kunden sollen doch bitte den hauseigenen Login-Dienst "Anmelden mit Apple" nutzen, den Entwickler künftig unter Zwang in ihre Apps integrieren müssen.

"Anmelden mit Apple" ist so lange komfortabel, bis man auf die kühne Idee kommt, Apple den Rücken zu kehren. Wer sich darauf einlässt, der rutscht weiter in die Apple-Abhängigkeit - und

ist mit seinen iPhones, iPads, Macs, Apple-Uhren & Co. in einem goldenen Käfig gefangen. Hat man erst mal alle Online-Accounts mit der Apple-ID verschweißt, alle Daten in die iCloud übertragen und sämtliches Zubehör mit Lightning-Stecker gekauft, dann gibt es keinen Ausweg mehr. Der Ausstieg wäre so mühsam, dass man lieber die jährlich steigenden iPhone-Preise in Kauf nimmt, als den Kauf eines Android-Smartphones auch nur in Betracht zu ziehen.

Hallo Tim Cook - Kundenbindung hin oder her. Könntest Du dieses Mal bitte im Interesse Deiner Kunden handeln und die iPhones und Macs auf dieser Welt fit für FIDO machen? Google und Microsoft haben vorgemacht, wie es geht. Wir sind uns doch darüber einig, dass Passwörter abgeschafft gehören. Und das gelingt nur, wenn alle an einem Strang ziehen.



Ronald Eikenberg

Ronald Eikenberg



**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.**



ct.de/angebot

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. eine c't-Tasse und einen Conrad-Gutschein im Wert von 10 €.

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot
 +49 541/80 009 120
 leserservice@heise.de



Inhalt 18/2019

Trends & News

14 c't deckt auf:

Tracking durch Kaspersky-Leck

- 34 Sampling von Musik: Welche Auswirkungen das Urteil des EuGH hat
- 36 Sprachassistenten: Amazon, Google und Apple zu mehr Datenschutz gezwungen
- 37 Windows-Lizenzen aus dem Supermarkt: Wie sauber sind sie?
- 38 Bit-Rauschen: Intel verdaut den Epyc-Hieb, Alibaba setzt auf RISC-V
- 40 Hardware: Ryzen-3000-Zufallsgenerator repariert, Superschnelle externe USB-SSD
- 41 Embedded Systems: FPGA-Board (auch) als Flash-Emulator
- 42 Flash Memory Summit: Höhere Stempel, mehr Bits
- 44 Netze: Der neue WPA3-Crack
- 45 Server: Neue Server mit AMD Epyc 7002 „Rome“
- 46 Linux Mint 19.2 „Tina“
- 48 Samsung Galaxy Note 10 und Tab S6 mit Stift
- 50 Internet per Richtfunk im CCC
- 53 Digitalradio: Digitale Schnittstellen an Hörfunkempfängern sollen Pflicht werden
- 54 Apple: Siri, CarPlay, Apple Music
- 55 Internet: Chrome 76, EuGH-Urteil zu Facebooks Like-Button
- 56 Forschung: KI spürt illegale Inhalte auf
- 57 Android: Ärger um alternative Suchmaschinen
- 58 Agentur für Sprunginnovationen: Staatliche Förderung kreativer Forschung
- 60 Bunte Datenschau: E-Roller in Deutschland
- 61 Tourenportal Alltrails schluckt GPSies
- 64 Web-Tipps: Kulinarische Weltreise, Horror-GUIs, Fußball-Spielberichte, Trip in die 90er

Test & Kaufberatung

- 86 Netzwerkspeicher für unterwegs: Synology DS620slim
- 87 E-Book-Reader Amazon Kindle Oasis mit Farbanpassung

- 88 USB-Ethernet-Adapter Trendnet TUC-ET2G
- 88 In-Ear-Headset mit Bluetooth: Beats Powerbeats Pro
- 89 Ohrstöpsel zur Geräuschmaskierung: Bose Sleepbuds
- 90 Bluetooth-Kopfhörer mit ANC: Bose Noise Cancelling Headphones 700
- 92 Tesla Model 3: Wie Infotainmentsysteme zukünftig aussehen könnten
- 94 Smarter Türspion: Ring Door View Cam
- 94 Aufgabenverwaltung TickTick
- 95 JavaScript-Bibliothek für interaktive Karten: Leaflet.js
- 96 Smartphone Samsung Galaxy A80 mit Riesendisplay und innovativer Kamera
- 98 **Apple MacBook Pro mit 8-Kerner und Vega**
- 100 **Linux-Distribution EndeavourOS**
- 102 **Für NAS und PC: Platten bis 16 TByte**
- 106 **Gaming-PCs als Allrounder**
- 110 **AMD Epyc: Server-CPU mit 64 Kernen**
- 114 Word-Importfilter in LibreOffice & Co.
- 122 **Notenblätter scannen und digitalisieren**
- 128 Marktübersicht Support-Ticket-Systeme
- 134 Ego-Shooter: Wolfenstein Youngblood
- 174 Bücher: Java-Grundkurs, MindManager 2019



Diagramme einfach schick

Raffinierte Visualisierungsalgorithmen verwandeln Daten in echte Hingucker. Ob plakative, ungewöhnliche Formen oder klassische Balken und Torten: Mit modernen Apps und Frameworks lassen sich auch ausgefallene Ideen rasch umsetzen.



Abschied vom Passwort

Endlich gibt es Alternativen zu den verhassten Passwörtern. Wir zeigen Ihnen, wie FIDO2 funktioniert und wie Sie sich damit passwortlos und sicher anmelden können. Außerdem: Website-Logins auf Basis von WebAuthn programmieren.

178 Smart Home steuern mit ioBroker

180 ioBroker sicher installieren und betreiben

Wissen

62 Vorsicht, Kunde: O2 lässt Mobilfunknummer verschwinden

66 Online-Banking: Das ändert sich für Sie

162 Recht: Wer fremde Tanzschöpfungen zu Geld macht, riskiert Urheberrechtsärgernisse

176 Prozessorkühler: Aufbau und Funktionsweise

184 Handy: Längere Laufzeit durch Dark Mode

Praxis & Tipps

16 Abschied vom Passwort

20 Was schon heute mit dem Passwort-Killer FIDO2 geht

26 Logins für Websites mit WebAuthn

30 FIDO2: So funktioniert der passwortlose Login

70 Diagramme einfach schick

72 Tools zur Datenvisualisierung:
Von kostenlos bis kommerziell

78 Welches Diagramm passt zu meinen Daten?

80 Daten visualisieren mit Python

136 Gute Web-Typografie mit CSS

140 Musikproduktion auf dem iPad

144 Windows: Das „Neu“-Menü im Explorer anpassen

148 Windows optimiert: Hardware und Netz

152 Internet-Engpässe mit Windows-Tools aufspüren

156 Kubernetes lernen mit dem Raspi

168 Tipps & Tricks

172 FAQ: VPNs mit WireGuard

Rubriken

3 Editorial: Gefangen in Apples goldenem Käfig

8 Leserforum

13 Schlagseite

188 Story: Im Nirgendwo (2) von Paul Walz

198 Stellenmarkt

200 Inserentenverzeichnis

201 Impressum

202 Vorschau



Gaming-PCs als Allrounder

Kräftige High-End-Rechner sind derzeit günstig zu haben. Sie bringen nicht nur aktuelle 3D-Spiele flüssig auf hochauflösende Displays, sondern taugen mit ihren Multi-Core-CPU und viel Arbeitsspeicher auch für anspruchsvolle Anwendungen.



c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

Leserforum

Versteckter Mangel

Verdächtig billige Lizenzen für Windows und MS Office bei Edeka, c't 17/2019, S. 42

Wenn sich später herausstellt, dass irgendetwas mit der Lizenz nicht in Ordnung ist, stellt das IMHO (aber IANAL [I am not a lawyer – ich bin kein Anwalt, Anm. d. Red.]) einen versteckten Mangel dar, und das wiederum bewirkt einen Schadensersatzanspruch, auch weit nach Ablauf der Gewährleistungsfrist. Allerdings richtet sich der nicht gegen den Verkäufer (Edeka), sondern gegen den „Hersteller“ (Lizengo); und ob der dann noch solvent ist, ist eine ganz andere Frage.

wawiwo

Wir verfolgen das Thema weiter und bieten Hilfe bei der Überprüfung der gekauften Lizenzen an. Mehr dazu auf Seite 37 in dieser Ausgabe.

EULA ist egal

Die Gerichte in Deutschland haben oft genug klargestellt, dass es völlig egal ist, was der Hersteller in die EULA schreibt, und dass man Lizenzen durchaus weiterverkaufen darf, solange man sie selbst nicht mehr nutzt. (Das wurde manchmal an ein paar Detailbedingungen geknüpft, aber vom Grundsatz ist das das Urteil.) Das gilt sicher auch für alte Lizenzen, auch wenn Microsoft keine neuen Lizenzen für Windows 7 verkauft.

Erlenmayr

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>

Kassenbeleg kopieren

Da der Kassenbeleg aus einem Thermo drucker stammt, sollte man ihn umgehend fotografieren, scannen oder kopieren. Denn diese Kassenbelege überleben keine 2 Jahre Gewährleistungsfrist, wenn sie auch nur 2 Wochen in der Sonne liegen oder zu warm werden oder eine Prospekthülle mit bestimmten Weichmachern auf ihnen liegt oder ...

Tom Stein

Fehlerhafte Abbuchungen

Vorsicht, Kunde: Wie PayPal Verluste durch Betrüger auf Kunden abwälzt, c't 17/2019, S. 46

Ich habe schon vor einigen Jahren schlechte Erfahrungen mit PayPal gemacht. Bei mir ging es darum, dass ich das Konto geändert hatte, von dem PayPal Belastungen abbuchen soll. Leider hat PayPal dennoch vom alten Konto abbuchen wollen, das aber leer oder sogar bereits gekündigt war. Ich habe mich dann mit PayPal in Verbindung gesetzt und nochmals die neue Kontonummer hinterlassen – ohne Erfolg. Die fehlerhaften Abbuchungen (!) führten zu Gebühren, die PayPal mir immer zusätzlich in Rechnung gestellt hat. Das Ende vom Lied war, dass ich den tatsächlich geschuldeten Betrag überwiesen habe und PayPal per Inkasso die inzwischen auf über 15 Euro angewachsenen Gebühren eintreiben wollte. Ich habe damals die Rechtmäßigkeit der Forderung bestritten und warte bis heute auf ein Gerichtsverfahren.

Joachim Vocke

Mal so, mal so

PayPal ist immer das, was für sie gerade am günstigsten ist. Dann sind sie wahlweise: Zahlungsdienstleister, Inkassounternehmen oder Bank mit Luxemburgischer Lizenz. Wenn es darum geht, mit dem Geld der Kunden zu arbeiten (einbehalten und erst verspätet dem Kundenkonto gutschreiben), dann sind sie eine Bank. Wollen sie aber Geld vom Kunden, legen sie Methoden wie ein Inkassounternehmen an den Tag. In allen anderen Fällen sind sie lediglich Zahlungsdienstleister und für nichts zuständig.

Klaus Rörig

Falscher Ansatz

Warum es die elektronische Patientenakte in Deutschland so schwer hat, c't 17/2019, S. 54

Wer sich die Problematik vor Augen führt, kommt nicht umhin zu erkennen, dass das Problem nicht technisch oder strukturell, sondern nur ganzheitlich zu lösen ist. Wir brauchen ein attraktives Hausarztmodell und eine Lösung zur sicheren Datenübermittlung zwischen den Praxen. Dann bekommt der Facharzt meine Daten direkt vom Hausarzt auf explizite Anforderung – abgesichert durch den Überweisungsschein und meine KVK. Und mein Hausarzt weiß auch, dass ich meine Daten vom Psychiater ungerne weitergeleitet haben will. Die Industrie kann über diese Schnittstelle ebenfalls Daten anfordern, aber nur anonym.

Roland Mainka



Theoretisch sollte die elektronische Patientenakte bald kommen. Derzeit erscheint dieses Ziel noch außer Reichweite zu sein.

kW statt PS

Elektrischer Kia Soul mit 450 Kilometer Reichweite, c't 17/2019, S. 88

Von einer technikaffinen Redaktion hätte ich schon erwartet, dass die richtigen Einheiten in den Artikeln verwendet werden. Die Angabe „PS“ macht bei reinen Elektroautos absolut keinen Sinn. Sie dient noch nicht einmal als Vergleichsmaßstab zu den Verbrennern. Es wäre bestenfalls ein Anhaltspunkt, wie hoch die theoretische Maximalgeschwindigkeit beträgt. Aber selbst die wird bei diesem Auto zugunsten der Reichweite softwaregesteuert gekappt. Alternativ können Sie natürlich alles in PS oder PSh angeben, also auch die Kapazität des großen Akkus (80 PSh) und die Leistung der „Zapfsäulen“ (zu Hause: 2,9 PS (statt 2,2 kW); in Deutsch-



**Kostenlose
SSL-Zertifikate**

12 .de-Domains
inklusive!



Zum Knutschen: Homepage 12

12 .de-Domains inklusive

Kostenlose SSL-Zertifikate

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB Webspace
- > 5 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken

Nur bis Ende September 2019!
Keine Bestellannahme nach
dem 30.09.2019 möglich.

2,29
€/Monat*

Preis gilt dauerhaft!

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

030 - 20 18 10 00 | nur unter **www.1blu.de/12**

land übliche CCS-Schnelllader: 66 PS). Ja dann kann man mit der Maximalleistung von 136 beziehungsweise 204 PS des Autos was anfangen.

Carolin (alias Bahnfrei) ✓

Rechts fahren!

„Für das sparsame E-Stromern auf der mittleren Autobahnspur ...“ suggeriert leider genau das, was ich als Vielfahrer größtenteils erlebe. Aber in Deutschland gilt noch Rechtsfahrgebot, das heißt: gerne sparsam auf der „LKW-Spur“ stromern, spart eh mehr Energie. Ansonsten werden unsere dreispurigen Autobahnen faktisch zu zweispurigen.

Die Tempomat-Thematik im gleichen Absatz ist heute schon eine, aber meines Erachtens nicht relevant, da man meist auf der Abfahrt den Tempomaten per Bremspedal ausschaltet.

Ralf Schade ✓

SIP, SIP, hurra?

Androids eingebaute VoIP-Funktionen wieder aktivieren, c't 16/2019, S. 130

Ihren Artikel habe ich mit großem Interesse gelesen, weil ich dachte, ich könnte damit die VoIP-Funktion auf meinem Galaxy Tab A 2016 wieder aktivieren. Aber nach Download und Installation der Galaxy SIP Settings kam die Enttäuschung: ein leerer Bildschirm für Internet-Telefonie-Konten.

Reinhard Czembor ✓

Mit der App SIP Settings funktioniert das tatsächlich nicht. Mit der App SIP Accounts des Artikelauteurs Mark Liebrand hat es zumindest bei uns geklappt, das Tab 2016 mit SIP nachzurüsten. Der Link zu dieser Datei unter ct.de/ysx49 hat anfangs nicht funktioniert, nun zeigt er korrekt auf die APK-Datei (1,3 MByte) auf der Homepage des Autors.

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Zivilrecht vs. Strafrecht

Ihr Gastnetz, Freifunk und die Störerhaftung, c't 17/2019, S. 70

Was in meinen Augen bei dieser Diskussion immer vergessen wird, ist das Strafrecht. Wenn ich ein Gastnetz (ohne Freifunk) freigebe, kann ich zivilrechtlich zwar nicht mehr viel befürchten (wie im Artikel



Mit Freifunk kann jeder ein offenes WLAN anbieten, ohne sich Sorgen um Haftungsfragen zu machen.

beschrieben). Allerdings wird es kritisch, wenn ein User strafrechtlich relevante Tatbestände über meinen Anschluss begeht. Dann bin ich doch – soweit mir bekannt – immer noch als Mitstörer oder sogar Störer haftbar.

hyperjojo

Auch strafrechtlich können Betreiber von offenen WLAN-Netzwerken nicht belangt werden, wenn ohne ihr Zutun und ohne ihr Wissen Rechtsverletzungen von Nutzern des Netzwerks begangen werden. Allerdings wird der Betreiber eines offenen WLANs derjenige sein, der im Fall einer Straftat über die IP-Adresse ermittelt wird. Zwar ist das Risiko einer Verurteilung nahe null, im Zentrum von Ermittlungen zu stehen, ist jedoch unter Umständen sehr zeitraubend und unangenehm.

VR für Insekten

Tipps & Tricks: Insekten im Monitor, c't 17/2019, S. 166

Bei uns zu Hause hatten wir vor einigen Jahren Insekten im Bildschirm. Im Internet fand ich den Tipp, das Insekt mit hellen Pixeln an den Rand zu locken. Das hat tatsächlich geklappt. Man stellt dazu den Bildschirmhintergrund auf Schwarz und bewegt eine kleine weiße Fläche zur Stelle mit dem Insekt. Dann verschiebt man die

Fläche schrittweise alle paar Minuten. Irgendwann ist das Insekt den hellen Pixeln hinterher gekrabbelt und bleibt danach hoffentlich am Rand.

Michael Bartz ✓

Otto reist weiter

Gefahren für Technik auf Reisen, c't 14/2019, S. 18

Viele Leser werden sich wohl wie ich fragen, wie die Geschichte mit Otto und seiner mangelhaften IT-Sicherheit auf Reisen weitergegangen ist. Ich war so frei und habe sie fortgesetzt. Ich hoffe, Sie haben genau so viel Spaß beim Lesen wie ich beim Schreiben.

Martin Köhler ✓

Vielen Dank, wir wurden gut unterhalten! Natürlich möchten wir den anderen Lesern nicht vorenthalten, wie Ottos tragische Geschichte weitergeht. Wir haben Ihre Fortsetzung unter <https://heise.de/-4490593> veröffentlicht.

Ergänzungen & Berichtigungen

ADA Health ist keine US-Firma

Warum Sie bei Medizin-Apps unbedingt das Kleingedruckte lesen sollten, c't 17/2019, S. 60

Die ADA Health GmbH spricht in ihren Datenschutzbestimmungen von einer Holding. Deren Sitz liegt jedoch nicht in den USA. Der Hauptsitz der ADA Health GmbH liegt in Berlin. Hinzu kommen weitere Bürostandorte in München, London und New York. In den USA befindet sich also eine Zweigstelle und kein Mutterkonzern.

B&W statt B&O

Samsungs LCD-TV 65Q90R und Philips OLED-TV 65OLED903 im Test, c't 17/2019, S. 96

Im Philips OLED-TV 65OLED903 steckt ein Soundsystem von Bowers & Wilkins, nicht von Bang & Olufsen.

Dokumentation des Yamaha-YCX-API 2.0

Yamahas Multiroom-System MusicCast ins Smart Home einbinden, c't 17/2019, S. 112

Die Spezifikation des Basic-API von Yamaha gibt es im Netz auch in der Revision 2.0. Zu finden ist sie über ct.de/ysd4.

Yamaha-Dokumentation: ct.de/ysd4



DEUTSCHE OPENSTACK TAGE 2019

24. – 26.
SEPTEMBER
BERLIN

Der deutsche Fachkongress zu Cloud- und Open-Infrastructure-Lösungen wie OpenStack, Kubernetes, Ansible, Ceph & Docker.



Vortragsprogramm

Auf der Agenda stehen aktuelle Entwicklungen und Ausblicke auf kommende Technologien und Features. Unternehmen teilen ihre Erfahrungen mit Strategiefindung und Enterprise-Einsatz von Cloud-Technologien. Die Bandbreite der Themen reicht von Hardware über Software-Stacks bis hin zu IaaS-, CaaS- und PaaS-Systemen.

Mit dabei sind u.a. Präsentationen von:

- ▶ **Andreas Pöschl | BMW AG**
*4 Jahre, 40.000 vCPUs,
400.000 VMs pro Monat –
OpenStack bei BMW*
- ▶ **Maxime Lagresle | XING SE**
*Moving to Kubernetes:
the Bad and the Ugly*
- ▶ **Oz Tiram | noris network AG**
Going Cloud

Workshops

Expertenwissen, das den Unterschied macht!

Starten Sie gleich am 24.09. durch in Sachen OpenStack, Kubernetes, Ansible oder Ceph. Sichern Sie sich jetzt Ihren Platz in einem der exklusiven Workshops! Die Teilnehmerzahl ist limitiert.

10% Rabatt
mit folgendem Code
DOST-CT

OPENSTACK-TAGE.DE

Sponsoren



Medienpartner





GAME OF IT-SECURITY

FACHMESSE, KONFERENZ, NETWORKING –
DIE PLATTFORM FÜR SECURITY-EXPERTEN

26. – 27. September
Phantasialand, Brühl



99 Prozent der
Informationssicherheits-
managementsysteme
sind unvollständig

Kristin Kliner
Bosch Sicherheitssysteme
GmbH



RaaS: Ransomware as a
Service: neues Vertriebs-
modell für Cyberkrimi-
nelle?

Dr. Yvonne Bernard
Hornetsecurity GmbH



Panel: IT-Sicherheit in der
Gesetzgebung

Steve Ritter
Bundesamt für Sicherheit
in der Informationstechnik



Cloud: Sicherer Anbieter
oder Wolkenkuckucks-
heim?

Peter Kaminski
Santander Consumer Bank

INTERESSE?
MEHR INFOS UNTER:
<https://isd.eco.de>

Mit freundlicher
Unterstützung von:



YOUR COMPLIANCE PROVIDER





Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Kasper-Spy

Kaspersky-Virenschutz gefährdet Privatsphäre der Nutzer

Sicherheit und Datenschutz verspricht Kaspersky den Nutzern seiner Antiviren-Software. Durch ein Datenleck konnten Dritte die Nutzer allerdings jahrelang beim Surfen ausspionieren – sogar im Inkognito-Modus des Browsers.

Von Ronald Eikenberg

Für unseren großen Test von Antiviren-Software in c't 3/2019 installierte ich den Virenschutz von Kaspersky auf meinem Arbeitsrechner, um am eigenen Leib zu erfahren, welchen Mehrwert die Schutzprogramme der großen Antiviren-Hersteller noch im Alltag bieten.

Die darauffolgenden Wochen und Monate waren wenig aufregend – die Kaspersky-Software funktionierte im Wesentlichen genauso gut oder schlecht wie der Windows Defender. Eines Tages machte ich jedoch eine sonderbare Entdeckung.

Ich ließ mir den HTML-Quelltext einer beliebigen Webseite anzeigen und stieß auf die folgende Zeile Code:

```
<script type="text/javascript"
src="https://gc.kis.v2.scr.kaspersky-
labs.com/9344FDA7-AFDF-4BA0-A915-
4D7EEB9A6615/main.js" charset="UTF-
8"></script>
```

Offensichtlich wurde hier ein externes JavaScript-Skript namens main.js von einer Kaspersky-Domain nachgeladen. Das ist nicht ungewöhnlich, schließlich kommt heutzutage kaum noch eine Website ohne externe JavaScript-Ressourcen aus.

Ungewöhnlich wurde es erst, als ich mir den HTML-Text weiterer Websites anzeigen ließ: Den rätselhaften Code fand ich ausnahmslos auf jeder Site – sogar auf der Seite meiner Hausbank. Mir schwante, dass die Kaspersky-Software etwas damit zu tun haben muss.

Ich beschloss, der Sache auf den Grund zu gehen und wiederholte das Experiment mit Firefox, Edge und Opera. Auch hier stieß ich überall auf den Code.

Da keine verdächtigen Browser-Erweiterungen installiert waren, die für diesen Effekt verantwortlich sein konnten, ließen meine Versuche nur einen Schluss zu: Der Kaspersky-Virenschutz manipulierte ungefragt meinen Datenverkehr und schleuste den Code ein. Bisher kannte ich dieses Verhalten nur von Online-Banking-Trojanern, die auf diese Weise Bankenseiten manipulieren, um etwa das Überweisungsziel zu ändern. Doch wozu macht Kaspersky das? Um diese Frage zu klären, untersuchte ich das eingeschleuste Skript main.js. Anscheinend ist es unter anderem dafür zuständig, grüne Schutzschilder hinter Google-Suchtreffern einzublenden, wenn ein Link nach Einschätzung von Kaspersky sauber ist. Damit könnte meine Analyse zu Ende sein, doch ein kleines Detail ließ mir noch keine Ruhe.

In der Adresse, von der das Kaspersky-Skript geladen wurde, steckt nämlich eine verdächtige Zeichenfolge: <https://gc.kis.v2.scr.kaspersky-labs.com/9344-FDA7-AFDF-4BA0-A915-4D7EEB9A6615/main.js>

Der fett markierte Abschnitt ist nach einem charakteristischen Muster zusammengesetzt. Der Aufbau passt zu einer sogenannten UUID – das steht für Universally Unique Identifier. Solche IDs nutzt man, um Dinge eindeutig identifizierbar zu machen. Doch wen oder was kann man über die Kaspersky-ID identifizieren?

Ich weitete mein Experiment aus und installierte die Kaspersky-Software auf weiteren Rechnern. Auch auf den anderen Systemen schleuste Kaspersky das JavaScript ein. Ich entdeckte jedoch einen entscheidenden Unterschied: Die UUID in der Quelladresse war auf jedem System eine andere. Die IDs waren persistent und änderten sich auch nach mehreren Tagen nicht. Damit war klar, dass sich eine ID dauerhaft einem bestimmten Rechner zuordnen lässt.

Die verdächtige ID

Irritiert hat mich auch der Ort, an dem ich auf die ID stieß: Die Kaspersky-Software schleuste sie direkt in den HTML-Code der Websites ein. Und das ist eine schlechte Idee, weil andere Skripte, die im Kontext der Website-Domain laufen, jederzeit auf den HTML-Code zugreifen können – und somit auch auf die eingeschleuste Kaspersky-ID.

Das bedeutet im Klartext, dass jede beliebige Website die Kaspersky-ID des Nutzers einfach so auslesen und zum Tra-

cking missbrauchen kann. Wenn diese Vermutung stimmt, dann hat Kaspersky eine gefährliche Tracking-Möglichkeit geschaffen, die jedes Cookie alt aussehen lässt: In diesem Fall können Websites die Kaspersky-Nutzer über Browsergrenzen hinweg verfolgen. Doch damit nicht genug: Das Super-Tracking kann dann sogar den Inkognito-Modus des Browsers überwinden und führt diesen somit ad absurdum.

Doch konnte ein Unternehmen, das sich seit über zwanzig Jahren der Sicherheit und Privatsphäre seiner Kunden verschrieben hat, so ein offensichtliches Problem übersehen haben? Ich beschloss, die Probe aufs Exempel zu machen. Eine halbe Stunde später hatte ich eine einfache Webseite gebastelt, welche die Kaspersky-ID der Besucher automatisch auslesen und speichern sollte.

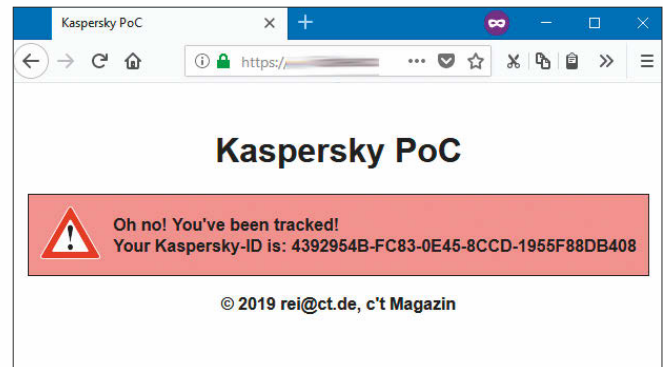
Und sie funktionierte auf Anhieb. Nachdem ich die IDs einiger Testrechner eingesammelt hatte, hinterlegte ich im Code meiner Demoseite auch noch die Namen der Kollegen, denen die Rechner gehörten. Von da an konnte ich sie sogar persönlich begrüßen, wenn sie die Seite öffneten – ganz gleich, welchen Browser sie nutzten und wie oft sie die Cookies gelöscht hatten. Auch der Inkognito-Modus bot keinen Schutz vor dem Tracking. Spätestens jetzt war mir klar, dass ich auf ein ernstes Problem gestoßen war.

Kontaktaufnahme

Um niemanden unnötig in Gefahr zu bringen, informierte ich zunächst Kaspersky über meine Erkenntnisse. Die deutsche Forschungsabteilung des Unternehmens antwortete kurz darauf, dass man sich die Sache ansehen werde. Rund zwei Wochen später hatte dann auch das Hauptquartier im russischen Moskau den Fall analysiert. Das von mir entdeckte Problem sei real und betreffe sämtliche Consumer-Versionen der Kaspersky-Software für Windows – von der Gratis-Version über Kaspersky Internet Security bis hin zu Total Security. Auch in Small Office Security für kleine Unternehmen klappte die Lücke. Etliche Millionen Nutzer waren demnach einem Datenschutzrisiko ausgesetzt.

Meine Rückfragen ergaben, dass das Leck schon seit den 2016er Versionen besteht, die im Herbst 2015 erschienen sind. Wer ebenfalls auf das Datenleck aufmerksam wurde, konnte es also fast vier Jahre ausnutzen. Nach Einschätzung des Herstellers ist „solch eine Attacke zu komplex

Durch das Datenleck konnten Websites unbe-merkt die individuelle ID der Kaspersky-Nutzer auslesen. Dadurch war umfassendes Tracking möglich – sogar im Inkognito-Modus.



und nicht profitabel genug für Cyberkriminelle“, es sei daher unwahrscheinlich, dass die Lücke bereits missbraucht wurde. Ich sehe das jedoch anders: Wenn ich es schaffe, in kürzester Zeit eine Webseite zu basteln, welche die ID ausliest und speichert, warum sollte es dann im Laufe von vier Jahren nicht auch anderen gelungen sein? Es gibt bekanntlich einen Haufen Unternehmen, die darauf spezialisiert sind, Webseitenbesucher so detailliert wie möglich auszuspionieren.

Die Katze ist aus dem Sack

Da Kaspersky anscheinend den Ernst der Lage erkannt hatte und mir einen Patch in Aussicht stellte, wartete ich ab. Seit Juni wird der „Patch F“ tatsächlich verteilt und im Juli veröffentlichte der Hersteller einen Sicherheitshinweis (Advisory), in dem Problem und Lösung beschrieben sind. Ich habe Kaspersky gebeten, der

Schwachstelle eine sogenannte CVE-Nummer zuzuweisen, also eine weltweit gültige Identifikationsnummer für Sicherheitslücken. Seitdem hat das Kind auch einen Namen, es heißt CVE-2019-8286. Durch das Kaspersky-Advisory und die CVE-Eintragung sind auch die Sicherheitsbehörden auf das Problem aufmerksam geworden. Dadurch hat etwa das CERT-Bund des Bundesamts für Sicherheit für Informationstechnik (BSI) vor dem Informationsleck gewarnt.

Nachdem Kaspersky den Patch verteilt hatte, ließ ich es mir nicht nehmen, meine Experimente zu wiederholen. Die Software schleust immer noch eine ID ein – nur ist diese jetzt bei allen Nutzern identisch: FD126C42-EBFA-4E12-B309-BB3FDD723AC1. Eine Website kann dadurch nicht länger einzelne Nutzer wiedererkennen. Es ist jedoch weiterhin möglich, herauszufinden, ob ein Besucher die Kaspersky-Software auf seinem System installiert hat und wie alt diese ungefähr ist. Ein Angreifer kann diese Information nutzen, um einen auf die Schutzsoftware zugeschnittenen Schädling zu verteilen oder auf eine passende Scam-Seite umzuleiten – frei nach dem Motto: „Ihre Kaspersky-Lizenz ist abgelaufen. Bitte geben Sie Ihre Kreditkartennummer ein, um das Abo zu verlängern“. Ich habe auch dieses Problem wieder an Kaspersky gemeldet.

Wer auf Nummer sicher gehen will, kann die verantwortliche Funktion in der Kaspersky-Software deaktivieren. Sie finden den Ausschalter, indem Sie im Hauptfenster unten links auf das Zahnradsymbol klicken und dann auf Erweitert/Netzwerk. Deaktivieren Sie anschließend unter „Verarbeitung des Datenverkehrs“ die Option „Skript für die Interaktion mit Webseiten in den Datenverkehr einbinden“.

(rei@ct.de) **ct**

Kaspersky-Advisory: [ct.de/y1gx](https://www.kaspersky.com/advisory/cve-2019-8286)



Viele der c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank Informationen, die Leser und Hinweisgeber direkt oder anonym an uns übermitteln.

Wenn Sie selbst Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns einen anonymen Hinweis oder brisantes Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

Abschied vom Passwort

Passwortloses Anmelden dank FIDO2



Passwortloser Login	Seite 16
Das geht bereits	Seite 20
WebAuthn selbst gemacht	Seite 26
So funktioniert FIDO2	Seite 30

Es ist keine Zukunftsmusik, sondern bereits ganz real möglich, sich sicher und komplett ohne Passwort bei Internet-Diensten anzumelden. Der noch recht junge Internet-Standard FIDO2 nimmt zügig Fahrt auf und verspricht, Passwörter bald überflüssig zu machen.

Von Jürgen Schmidt

FIDO2 macht endlich den Traum vom sicheren, aber passwortlosen Anmelden wahr. Im Normalfall genügt eine einfache Geste, also das Antippen eines leuchtenden Buttons, das Auflegen des Fingers oder ein Blick in die Kamera, um zu bestätigen: „Ja, ich will mich dort anmelden“ – den Rest erledigen kleine Helfer hinter den Kulissen.

Passwörter sind eine Pest. Jeder hasst sie und das zu Recht. Sie sind lästiger, unsicherer Ballast aus dem letzten Jahrtausend. Trotzdem konnte sich keiner der vorherigen Versuche, Passwörter zu ersetzen, wirklich durchsetzen. Am nächsten kamen dem noch Googles und Facebooks Bemühungen, das „Anmelden mit ...“ einzuführen.

Dabei bestätigt dann etwa Google dem gerade entdeckten Whiskey-Shop, dass ich der User „ju123“ mit der Mail-Adresse „ju123@gmail.com“ bin und liefert bei Bedarf auch gleich die Postanschrift und die Bezahloption – und das alles ohne zusätzliches Passwort. Doch

diese sogenannte Single-Sign-on-Technik bedeutet eine neue Dimension der Abhängigkeit, die man sich unbedingt ersparen sollte. Mehr dazu erklärt der Kasten „Teufelszeug“.

Besser löst das die FIDO-Allianz. Das Kürzel steht für Fast IDentity Online. Unter diesem Dach arbeiten unter anderem Google, Microsoft, Facebook, Amazon, Paypal, Visa und Mastercard zusammen am Passwort-Nachfolger. Seit März 2019 ist es beschlossene Sache: Gemeinsam mit dem World Wide Web Consortium (W3C) verkündete man „einen Web-Standard für sichere, passwortlose Logins“. Gemeint war FIDO2 mit seiner Internet-Komponente WebAuthn.

Das kann man jetzt schon ausprobieren und teilweise sogar praktisch nutzen (was schon alles geht, erklärt der folgende Artikel auf S. 20). Konkret macht man das derzeit am besten mit einem sogenannten Token, das man an den Schlüsselbund hängt und überall zur Online-Anmeldung nutzen kann. Man kann diesen persönlichen Sicherheitsschlüssel zur Internet-Identität via USB, NFC oder Bluetooth mit dem PC oder Smartphone

verbinden und auch an mehreren Geräten nutzen. Solche Token gibt es ab circa 10 Euro.

Viele Anwender kommen aber auch schon ganz ohne zusätzliche Hardware in den Genuss von FIDO2. Denn Windows 10 und Android können ebenfalls als FIDO2-Sicherheitsschlüssel agieren. Sie nutzen dazu in allen halbwegs modernen Geräten ohnehin eingebaute Security-Hardware in Form eines TPM oder Secure Element, um einen virtuellen Sicherheitsschlüssel anzubieten. Mit dem können dann alle Apps und insbesondere der Browser auf diesem Gerät eine FIDO2-Anmeldung durchführen.

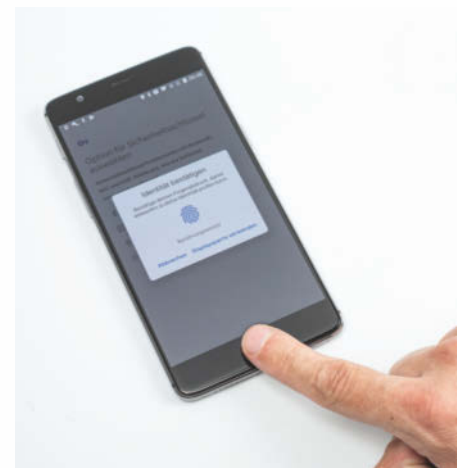
Bequem, sicher und meins

FIDO2 vereint drei überaus wünschenswerte Eigenschaften einer Anmeldung. Erstens: Es ist sehr komfortabel. Besser als das Antippen eines Buttons oder ein Blick in die Kamera wird es nicht mehr. Zweitens: Es ist sehr sicher. Mit den Passwörtern verschwinden auch all die damit verbundenen Probleme. Millionenfacher Identitätsdiebstahl durch Servereinträge oder Trojaner und auch Phishing gehören mit FIDO2/U2F der Vergangenheit an. Das alles wird nicht nur viel schwieriger, sondern konzeptbedingt komplett unmöglich – abgehakt. Wie FIDO dieses Kunststück vollbringt, erklärt der Artikel zur Funktionsweise von FIDO2/U2F auf Seite 30.

Und schließlich Drittens: Anders als beim Konzept eines Online Identity Providers wie Google oder Facebook bleibt der Anwender sein eigener Herr. Nicht nur irgendwie theoretisch, sondern ganz real und physisch. PC respektive



Am einfachsten geht FIDO2 mit einem kleinen Token für den Schlüsselbund. Das rote von Solo ist sogar komplett Open Source.



Bei Android bestätigt man den Anmeldevorgang nur mit seinem Fingerabdruck.



Teufelszeug

Von Jürgen Schmidt

Bei Smartphone-Apps, aber auch bei Diensten im Social-Media-Umfeld sieht man immer öfter die Option „Anmelden mit Google“ oder „Anmelden mit Facebook“. Und jüngst hat auch Apple das ganz groß als tolle, neue und angeblich sogar Privacy-freundliche Funktion angekündigt. Diese Lüge könnte kaum dreister sein.

Die Idee dieser Single-Sign-On-Konzepte ist, dass man sich nur einmal und zwar bei seinem Identitäts-Provider anmelden muss und damit Zugang zu quasi beliebigen weiteren Diensten bekommt. Ganz ohne Ausfüllen von Adressdaten, Bestätigungs-Mails und vor allem: ohne weiteres Passwort. Das ist komfortabel und dank der Technik im Hintergrund (bei Google etwa OAuth 2.0) auf den ersten Blick recht sicher – also zumindest wenn Sie Ihr Google-, Facebook- oder Apple-Konto sicher halten.

Natürlich bekommt dabei dann etwa Google auch ganz genau mit, welche Dienste Sie wie oft nutzen. Man kann einwenden, dass die das ohnehin

sehen, über die eingebettete Werbung, Analysedienste oder die Anmeldebestätigung ans Google-Mail-Konto. Das eigentlich neue an diesem Konzept ist jedoch, dass im Internet nicht mehr ich nachweise, wer ich bin, sondern ein Dritter mir das bestätigt – mein „Identity Provider“.

Schon der Name macht klar, dass es sich dabei um eine neue Dimension von Macht handelt. Es geht hier nicht nur um irgendeinen weiteren kostenlosen Dienst; Sie lassen sich dabei von Google oder Facebook Ihre **Identität** im Internet bestätigen. Für ein bisschen Bequemlichkeit verkaufen Sie hier nicht nur Ihre Seele, sondern Ihre komplette virtuelle Existenz an einen internationalen Mega-Konzern.

Nahezu jedes Unternehmen mit wertvollen Daten – so auch Google – hatte bereits Elite-Hacker im eigenen Netz. Dann sind da noch die National Security Letter und Begehrlichkeiten von FBI, BKA & Co. Die Erfahrungen der jüngeren Vergangenheit lassen nur

einen Schluss zu: Es ist praktisch unmöglich, einen so eminent wichtigen Datenbestand auf Dauer vor allen Zugriffen Dritter abzuschotten.

Doch auch ganz ohne Missbrauch durch Dritte stinkt das Konzept: Für einen solchen Konzern ist nicht Ihr persönliches Wohlergehen das Maß aller Dinge, sondern das Geldverdienen. Facebook, Google und natürlich auch Apple wollen bei möglichst vielen Geschäften im Internet Provision kassieren. Und das geht viel besser, wenn man die Identität der Anwender kontrolliert. Und wenn der Konzern Sie aus irgendwelchen Gründen nicht (mehr?) mag, dann sind Sie plötzlich nichts, nada, ein Niemand.

So viel Macht will man nicht an einen Konzern abgeben – nicht als Individuum und schon gar nicht als Gesellschaft. Zentrale Identity Provider im Internet sind Teufelszeug und man sollte davon die Finger lassen. Dann doch lieber Passwörter – oder eben FIDO2.

Smartphone oder das Token enthalten bei diesem Konzept ein Geheimnis, ohne das kein Anmeldevorgang möglich ist. Dieses Geheimnis lässt sich konstruktionsbedingt auch nicht auslesen.

Wer sich als Inhaber einer FIDO2-Identität ausweisen will, braucht also den Zugang zu diesem Stück Hardware, also Token, Smartphone oder PC. Wer das nicht an Dritte weitergibt, bleibt sein eigener Herr. Daran kann auch kein richterlicher Erlass oder National Security Letter etwas ändern. Wer meine Online-Identität will, muss zu mir kommen und mir meinen Sicherheitsschlüssel abnehmen.

Die nahe Zukunft

Es bleibt nur zur hoffen, dass möglichst bald alle Internet-Dienste zumindest optional auch eine FIDO2-Anmeldung ermöglichen. Die müssen dazu für Registrierung und Login das vom W3C standardisierte Verfahren WebAuthn umsetzen.

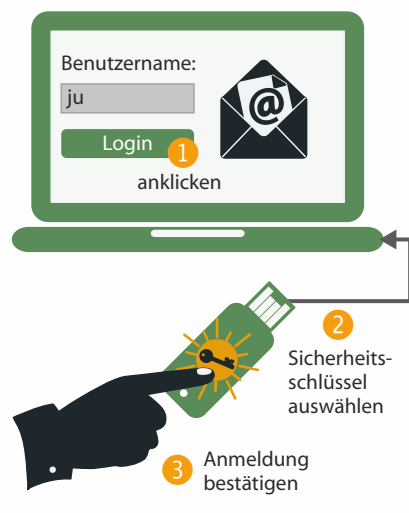
Leider haben noch nicht sonderlich viele Sites FIDO2 eingeführt. Wie man das macht, erklärt ein eigener Artikel für Web-Entwickler auf Seite 26.

Auf der Anwenderseite sieht es bereits recht gut aus. Mit Windows, Android, Chrome, Edge, Firefox unterstützen fast alle wichtigen Komponenten die erforderlichen Standards. Die wichtigsten Ausnahmen sind alles Apple-Produkte. Weder Safari noch macOS oder iOS spricht derzeit mit FIDO2-Diensten.

Apple hat offenbar andere Prioritäten: Erst im Juni stellte Apples CEO Tim Cook noch mit großen Worten „Login mit Apple“ als Lösung des Passwort-Problems vor; die Web-Standards FIDO2 oder WebAuthn hingegen erwähnte er nicht einmal (siehe auch den Kommentar Teufelszeug). Doch auch Apple wird hoffentlich diesen FIDO-Boykott nicht lange durchhalten. In den aktuellen Entwickler-Previews finden sich jedenfalls bereits erste Hinweise auf FIDO2-Unterstützung. (ju@ct.de) **ct**

Passwortloses Anmelden mit FIDO2

Bei Windows oder Android braucht man nicht einmal das USB-Token.



Definitiv kein kalter Kaffee

NEU!

Jetzt bei STRATO: Root Server
mit Intel® Coffee Lake Prozessoren

- ✓ Bis zu 6 Kerne mit 3,7 GHz Taktfrequenz
- ✓ Intel Turbo Boost bis zu 4,7 GHz Taktfrequenz
- ✓ 1 GBit/s Anbindung inklusive
- ✓ Auswahl zwischen SSD & HDD
- ✓ Bis zu 58 % schneller als die Vorgänger-Prozessoren



Root Server Linux D520 HDD

- Intel® Xeon® E-2126G (Coffee Lake)
- 6 x 3.3 GHz (max. Turbo: 4.5 GHz)
- 2 x 4 TB HDD
- 32 GB DDR4 ECC RAM

nur **39,-**

€/Monat für 3 Monate,
danach 78,- €/Monat.
Einrichtung: 50,- €
Mindestlaufzeit: 12 Monate



Schlüssel zum Glück

Was schon heute mit dem Passwort-Killer FIDO2 geht

Klick, eingeloggt – ganz ohne Passwort. Mit FIDO2 klappt das schon heute. Die neue Technik ist nicht nur superkomfortabel, sondern auch supersicher. Windows- und Android-Nutzer können sofort loslegen, alle anderen brauchen nur einen kleinen USB-Stick.

Von Ronald Eikenberg

Mit FIDO2 ist der Traum von einem Leben ohne Passwörter zum Greifen nah. Das Einloggen bei Webdiensten geht damit denkbar leicht von der Hand: Statt ein maximal kompliziertes Passwort einzutippen, drücken Sie einfach auf einen Knopf und sind eingeloggt. Das ist nicht nur bequem, sondern auch sicher, denn das neue Login-Verfahren ist resistent gegen Phishing und viele weitere Online-Angriffe. FIDO2 ist keine Zukunftsvision, sondern funktioniert schon heute: Windows 10 bringt seit dem Upgrade auf Version 1903 alles mit,

was Sie brauchen. Mit dem Edge-Browser klappt es sogar schon vor dem Upgrade. Und auch Android ist ab Version 7 aufwärts bereits für die neue Login-Technik gerüstet. In beiden Fällen kommt ein Krypto-Chip zum Einsatz, der ohnehin in modernen PCs, Smartphones und Tablets steckt. Windows nutzt das Trusted Platform Module (TPM) des PCs. Android-Geräte haben einen ähnlichen Sicherheits-Chip, den man als Secure Element bezeichnet.

Wer ein System nutzt, das noch nicht fit für FIDO2 ist, der greift einfach zu

einem Sicherheitsschlüssel für den Schlüsselbund. Eine solide Wahl ist etwa der Yubico Security Key im USB-Stick-Format für rund 25 Euro. Etwas günstiger ist der Solokey, dessen Soft- und Hardware sogar unter einer Open-Source-Lizenz stehen. Dessen FIDO2-Zertifizierung steht zwar noch aus, in unserem Test funktionierte er aber bereits einwandfrei. Alle Schlüssel verstehen sich nicht nur mit Windows, sondern auch mit Linux, macOS und Chrome OS. Geeignete Exemplare gibt es in allen Formen und Farben mit etlichen Anschlussmöglichkeiten: Es gibt Modelle für das klassische USB-A, USB-C, NFC und Bluetooth. In Kürze erscheint zudem der YubiKey 5Ci – ein FIDO2-Schlüssel für Apples Lightning-Anschluss. Einige dieser Geräte sind so kompakt, dass man sie einfach im Notebook oder Smartphone stecken lassen kann.

Ein Login mit FIDO2 läuft im besten Fall wie folgt: Sie drücken den Login-Knopf auf einer Webseite und werden aufgefordert, den Sicherheitsschlüssel mit dem Rechner zu verbinden. Dann beginnt der Schlüssel zu blinken und Sie drücken dessen Knopf – fertig! Auf Microsoft.com und den daran angeschlossenen Diensten wie OneDrive und Office 365 klappt das schon jetzt. Wenn Sie den eingebauten Sicherheitsschlüssel von Android oder Windows nutzen, dann entfällt das Anschließen natürlich. Stattdessen authentifizieren Sie sich lokal, bevor es losgeht; entweder mit Ihrem Entsperrcode oder noch besser per Fingerabdruck oder Gesichtsscan. Dies dient ausschließlich dazu, den virtuellen FIDO2-Schlüssel zu entsperren, weder Ihre PIN noch Ihre biome-

trischen Merkmale verlassen zu irgendeinem Zeitpunkt Ihr System.

Damit das Einloggen ohne Passwort funktionieren kann, benötigen Sie einen aktuellen FIDO2-Sicherheitsschlüssel, der das CTAP2-Protokoll unterstützt. Viele derzeit erhältlichen Geräte werden noch mit FIDO U2F beworben, was dem Vorgängerstandard aus dem Jahr 2014 entspricht (CTAP1). Diese Modelle können Sie zwar mit FIDO2 nutzen, allerdings nur als zweiten Faktor – also um Ihre Accounts besser zu schützen. Damit ist beim Login weiterhin das Passwort gefragt, zusätzlich muss der Sicherheitsschlüssel betätigt werden.

Das ist nicht ganz so schick, schützt Sie aber noch besser vor Phishing & Co. Wenn Sie bereits einen oder mehrere U2F-Schlüssel besitzen, müssen Sie diese also nicht ausmustern. Bei Neuanschaffungen empfiehlt es sich aber, auf FIDO2-Unterstützung zu achten, um für die passwortfreie Zukunft gerüstet zu sein. Die neuen FIDO2-Schlüssel funktionieren als zweiter Faktor auch auf Websites, die noch mit U2F arbeiten – das ist wichtig zu wissen, denn U2F trifft man aktuell noch wesentlich häufiger an als FIDO2.

Ersatzschlüssel

Wenn der Sicherheitsschlüssel ausfällt, können Sie sich nicht mehr in die damit verknüpften Accounts einloggen. Daher ist es ratsam, stets einen Backup-Mechanismus einzurichten. Das können Backup-Codes sein, die man sich bei vielen Diensten ausdrucken kann – oder auch ein zweiter Sicherheitsschlüssel, den man an einem sicheren Ort verwahrt. Wer ohnehin mehrere Geräte mit den Accounts ver-



Unter Android hat man die Qual der Wahl. Bei der untersten Option ist keine externe Hardware nötig, da das Smartphone als Sicherheitsschlüssel dient.

knüpft, etwa den PC und das Smartphone, der muss sich wenig Sorgen machen. Die Wahrscheinlichkeit ist gering, dass beide Geräte gleichzeitig abhandenkommen oder den Geist aufgeben.

Browserwahl

Beim Browser haben Sie fast die freie Auswahl. Entscheidend ist, dass er die

Einloggen ohne Passwort

Mit FIDO2 kann die Eingabe eines Passworts wegfallen. Nach einem Klick auf den Login-Button authentifiziert man sich einfach über einen externen oder internen Sicherheitsschlüssel.



mit FIDO2 eingeführte JavaScript-Schnittstelle WebAuthn unterstützt. Fast alle wichtigen Browser für Desktop-Betriebssysteme können mit einem USB-Sicherheitsschlüssel sprechen, darunter Chrome, Firefox, Edge und Opera. Die prominenteste Ausnahme von dieser Regel ist Apples Safari-Browser, der bisher nur in der Technology-Preview-Version externe FIDO2-Schlüssel rudimentär unterstützt. Dass es auch anders geht, beweist Google: Mit Chrome funktioniert FIDO2 unter macOS sogar per Fingerabdruck-Scan (Touch ID).

Unter Windows 10 kümmert sich seit dem Upgrade auf 1903 der Windows Authenticator, sobald es um FIDO2 und WebAuthn geht. Die Windows-Funktion kann einen USB-Sicherheitsschlüssel ansprechen, aber auch das TPM-Modul des Rechners nutzen. In letzterem Fall muss man sich lokal über Windows Hello authentifizieren, also über PIN, Fingerabdruck oder Gesichtsscan. Wer den Edge-Browser mag, der kann FIDO2 und WebAuthn auch schon vor dem 1903-Upgrade ohne Zusatzhardware benutzen. Edge unterstützt außerdem NFC, sofern der Rechner damit ausgestattet ist.

In der mobilen Welt liegt Android klar vorn. Während iOS noch nichts mit WebAuthn anfangen kann, gibt es bei Android das volle Programm: Das Google-Betriebssystem spricht externe Sicherheitsschlüssel über USB, Bluetooth und NFC an. Darüber hinaus kann Android wie Windows 10 selbst als FIDO2-Schlüssel arbeiten, ganz ohne Zusatzhardware. Diese Funktion trägt die etwas in die Irre führende Bezeichnung „Sicherheitsschlüssel mit Fingerabdruck verwenden“. Wie bei Windows Hello authentifiziert man sich dabei lokal mit einem Fingerabdruckscan oder der Geräte-PIN, um den virtuellen Sicherheitsschlüssel scharf zu schalten.

Was geht?

Um herauszufinden, ob und wie Sie WebAuthn mit Ihrem System nutzen können, rufen Sie am besten eine Demoseite wie <https://webauthn.io> auf. Tippen Sie oben einen beliebigen Benutzernamen ein und klicken Sie anschließend auf „Register“, um die Authentifizierung zu starten. Wenn Ihr Browser auf Ihrem System WebAuthn unterstützt, öffnet sich daraufhin ein spezieller Dialog mit weiteren Instruktionen. An diesem Dialog erkennen Sie Webdienste, die bereits für WebAuthn

gerüstet sind. Versucht eine Website, ohne dieses Fenster mit einem Sicherheitsschlüssel zu sprechen, dann kommt höchstwahrscheinlich noch U2F zum Einsatz. Folgen Sie den Anweisungen, um die fiktive Registrierung abzuschließen.

Wenn Sie einen externen Sicherheitsschlüssel nutzen, müssen Sie das Gerät jetzt mit dem Rechner verbinden und anschließend die Taste auf dem Schlüssel drücken, um Ihre Einwilligung zu signalisieren. Windows Hello wird Sie nach der erfolgreichen Identifizierung mit Ihrem Vornamen ansprechen und Sie auffordern, den Vorgang mit dem OK-Knopf zu bestätigen. Wenn alles geklappt hat, können Sie über den Login-Knopf auf der Demoseite auch das Einloggen ausprobieren. Sie haben gerade Ihre erste Authentifizierung mit FIDO2 durchgeführt – Willkommen in der passwortlosen Zukunft!

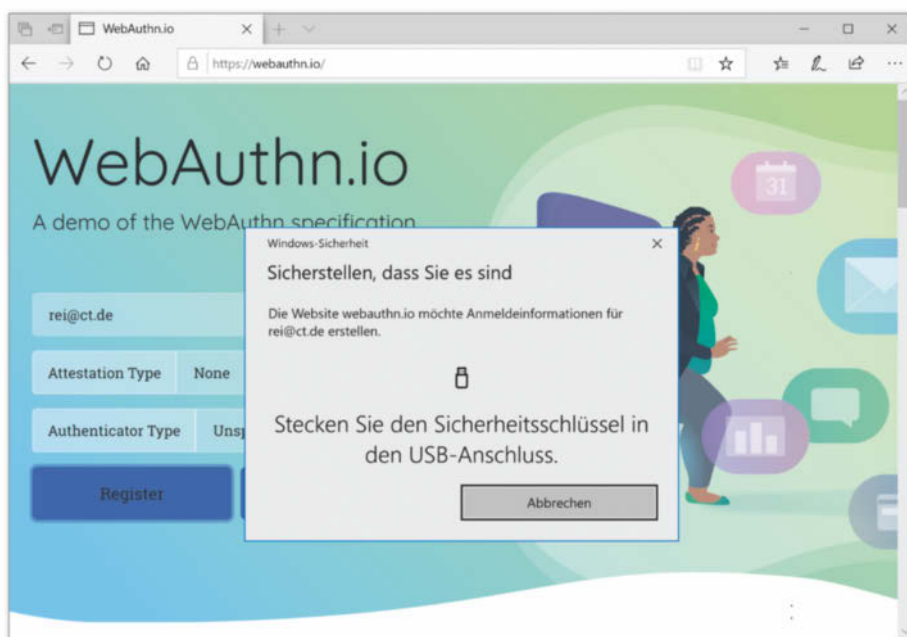
Auf der Demoseite können Sie die Daten einsehen, die ein Dienst über Sie speichern würde, um Sie nach der Registrierung wiederzuerkennen. Das ist interessant, aber auf Dauer doch etwas langweilig. Daher ist es jetzt an der Zeit, FIDO2 mit echten Diensten auszuprobieren. Microsoft.com ist die erste große Website, bei der Sie sich ganz ohne Passwort einloggen können. Das bezieht auch die daran angeschlossenen Dienste wie Outlook.com und OneDrive mit ein.

Einen kleinen Dämpfer gibt es allerdings: Es funktioniert derzeit nur mit Edge.

Login ohne Passwort

Um die passwortlose Authentifizierung einzurichten, loggen Sie sich zunächst mit Ihrem Passwort unter accounts.microsoft.com ein. Klicken Sie in der Menüleiste oben anschließend auf „Sicherheit“ und dann rechts auf „Weitere Sicherheitsoptionen“. Da Sie in einen sicherheitskritischen Bereich wechseln, müssen Sie eventuell noch mal Ihr Kennwort eingeben. Außerdem wird der Dienst Ihre Identität überprüfen, etwa indem er Ihnen einen Sicherheitscode per Mail zuschickt, den Sie eintippen müssen. Klicken Sie im Anschluss unter „Windows Hello und Sicherheitsschlüssel“ auf „Anmeldemethoden verwalten“. Der Direktlink lautet: <https://account.live.com/proofs/fido/manage>.

Dort können Sie überprüfen, ob bereits ein Sicherheitsschlüssel mit dem Account verknüpft wurde. Um das passwortlose Einloggen zu aktivieren, klicken Sie entweder auf „Sicherheitsschlüssel einrichten“ oder „Windows Hello einrichten“ und folgen den eindeutigen Instruktionen. Wenn die Prozedur abgeschlossen ist, können Sie sich mit Edge fortan ohne Kennwort bei Microsoft einloggen. Melden Sie sich ab und klicken Sie im Login-Formular auf „Mit Windows Hello oder einem Sicherheitsschlüssel anmelden“, um die WebAuthn-Authenti-



Auf Demosites wie WebAuthn.io findet man heraus, ob und welche WebAuthn-Verfahren das Betriebssystem und der Browser unterstützen.

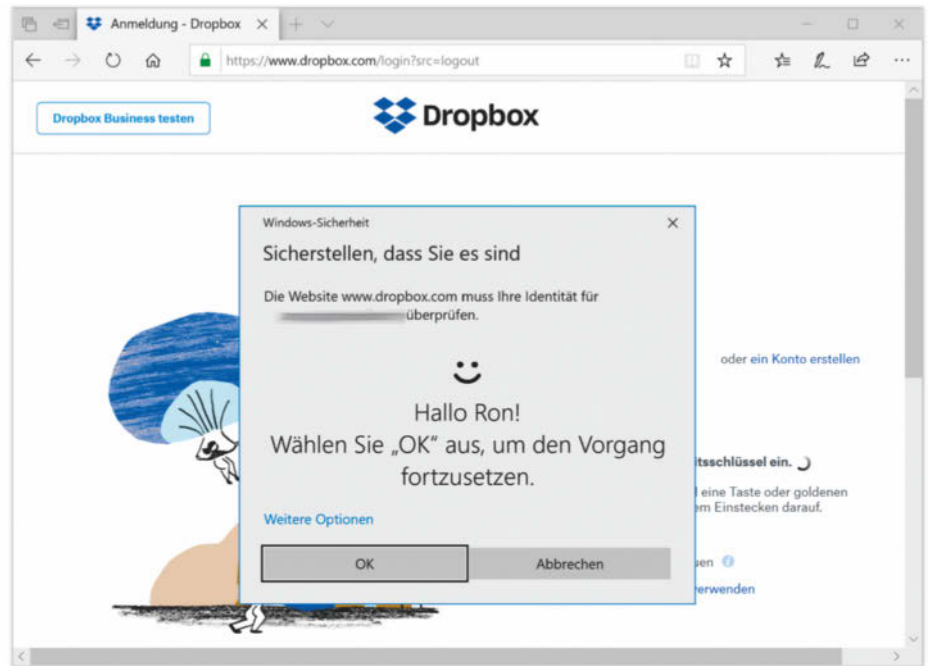
fizierung zu starten und einen Vorge-schmack auf eine Zukunft ohne Passwörter zu bekommen.

Es bleibt zu hoffen, dass der Windows-Hersteller die zukunftsweisende Technik bald auch für andere Browser aktiviert – unter Chrome & Co. funktioniert WebAuthn schließlich ebenso gut, wie die oben erwähnte Demoseite beweist. Die neue Login-Funktion ist übrigens nur ein Schritt auf Microsofts Feldzug gegen die antiquierte Passwort-Authentifizierung. In der Insider Preview von Windows 10 testet das Unternehmen gerade die Option „Make your device passwordless“. Ist diese aktiv, kann man sich ausschließlich über Windows Hello mit dem im System eingerichteten Microsoft-Account einloggen. Das nimmt unbefugten Personen die Chance, das potenziell unsichere Nutzerpasswort zu erraten.

Zwei Faktoren

Mit dem Single-Factor-Login auf Microsoft.com möchte das Unternehmen demonstrieren, dass es beim Kampf gegen die leidigen Passwörter an vorderster Front steht. Gleichzeitig beweist es damit aber auch großes Vertrauen in FIDO2 und WebAuthn – schließlich hängt die Sicherheit der Nutzerkonten und Dienste nun daran. Die Betreiber anderer prominenter Websites sind noch nicht ganz so mutig und unterstützen FIDO2 wenn überhaupt als zweiten Faktor. Das erspart zwar nicht die Eingabe des Passworts, man profitiert in puncto Sicherheit aber dennoch gewaltig: Ist ein Account mit einem Stück Hardware verknüpft, ist er resistent gegen Cyber-Angriffe wie Phishing. Ein Online-Angreifer kann zwar Ihr Passwort „klauen“, nicht aber Ihren FIDO2-Schlüssel. Im Multi-Factor-Modus funktioniert FIDO2 genauso wie U2F, nur über die moderne und flexible WebAuthn-Schnittstelle.

Ganz vorn dabei ist neben Internetriesen wie Twitter und Dropbox auch die Augsburger Firma Secomba mit ihrem Cloud-Verschlüsselungsdienst BoxCryptor. Google ist ebenfalls bemüht, WebAuthn in seine Webdienste einzubauen. Fertig ist das Unternehmen damit jedoch noch nicht, was zu einer skurrilen Situation führt: WebAuthn funktioniert zwar auf der Login-Seite, nicht aber in den Einstellungen, wo man neue Sicherheitsschlüssel mit dem Account verknüpft. Dort kommt noch U2F zum Einsatz. Da FIDO2-Schlüssel beides können, kann man sie über das alte U2F zum Account hinzufügen und sich



Hallo Dropbox: Über WebAuthn kann man Windows Hello als zweiten Faktor nutzen. Ein so geschützter Account ist resistent gegen Phishing.

dann anschließend über das moderne WebAuthn einloggen. Schön ist das aber nicht.

Kommen wir aber zurück zu den Positivbeispielen. Dropbox ist ein interessantes Beispiel, um zu zeigen, wie man WebAuthn als zweiten Faktor aktiviert und welche Hürden man dabei manchmal nehmen muss. Loggen Sie sich auf Dropbox.com ein, klicken Sie oben rechts auf Ihr Profilfoto und „Einstellungen“. Anschließend wählen Sie in der Menüleiste oben „Sicherheit“ und legen den Schalter bei „Zweistufige Überprüfung“ um. Daraufhin verlangt Dropbox erneut nach dem Passwort. Jetzt folgt eine Überraschung: Der Dienst fragt, ob Sie Ihren Sicherheitscode per SMS erhalten wollen oder über eine Authenticator-App selbst generieren möchten. Das hat mit WebAuthn offensichtlich noch nichts zu tun – bevor man einen FIDO2-Schlüssel verknüpfen kann, muss man zunächst einmal eines der altgedienten Verfahren einschalten.

Einrichtungshürde nehmen

Das ist nicht unbedingt verkehrt, denn auf diese Weise haben Sie gleich einen Backup-Mechanismus, mit dem Sie auf Ihren Account zugreifen können, wenn der Sicherheitsschlüssel streikt. Diese Rechnung geht natürlich nur auf, wenn Sie die Authenticator-App nicht auf dem gleichen

Gerät installieren, das Sie auch als FIDO2-Schlüssel nutzen. Das wäre so, als würden Sie Ihren Ersatzschlüssel an den gleichen Schlüsselbund wie den Haustürschlüssel binden.

Da SMS kein besonders sicherer Übertragungsweg ist, wählen Sie am besten die Option rechts „Über eine mobile App“. Anschließend starten Sie eine Authenticator-App, die den verbreiteten OATH-Standard unterstützt – im einfachsten Fall den Google Authenticator. Scannen Sie mit der App den von Dropbox angezeigten QR-Code. Beim Google Authenticator drücken Sie hierzu auf das Plus-Symbol unten rechts und „Barcode scannen“. Dann klicken Sie in der Dropbox-Oberfläche auf „Weiter“ und tippen zur Bestätigung den sechsstelligen Zahlencode ein, den der Google Authenticator anzeigt. Anschließend versucht Dropbox noch, die SMS-Übertragung als Backup-Mechanismus einzurichten. Das können Sie überspringen, indem Sie einfach auf „Weiter“ klicken. Jetzt zeigt Dropbox zehn Backup-Codes an, mit denen Sie Ihren Account retten können, wenn alle eingerichteten Zwei-Faktor-Methoden versagen. Notieren Sie diese Codes, um auf Nummer sicher zu gehen.

Jetzt folgt der spannende Teil der Übung: FIDO2 kommt ins Spiel. Klicken Sie unter „Sicherheitsschlüssel“ auf „Hinzufügen“ und im darauffolgenden Dialog auf

Kleine FIDO-Fibel

FIDO steht für Fast IDentity Online. Dahinter steckt die FIDO Alliance, ein Zusammenschluss zahlreicher namhafter Technikkonzerne. Die Alliance hat 2014 zwei moderne Authentifizierungsverfahren spezifiziert, die den Umgang mit Online-Accounts sicherer machen. Darunter befindet sich U2F, das einen Sicherheitsschlüssel als zweiten Faktor einsetzt. Teil der Spezifikation ist auch die notwendige Kommunikation zwischen Website, Browser und Sicherheitsschlüssel.

Der **Sicherheitsschlüssel** (auch **Authenticator**) ist eine vertrauenswürdige Instanz, die über einen geheimen Krypto-Schlüssel wacht und ihn nach außen hin nutzbar macht, ohne ihn zu verraten. Es kann sich um eine externe Hardware handeln, etwa im Format eines USB-Sticks. Als Nutzer müssen Sie eine Authentifizierung in irgendeiner Form am Sicherheitsschlüssel bestätigen – etwa, indem Sie einen Knopf drücken.

Ein Sicherheitsschlüssel lässt sich auch in Software umsetzen, wenn der geheime Schlüssel sicher auf einem TPM-Chip oder einem Secure Element

gespeichert werden kann. Unter Windows 10 und ab Android 7 sind solche virtuellen Sicherheitsschlüssel bereits eingebaut.

U2F steht für Universal Second Factor. Es handelt sich dabei um eine durch die FIDO-Alliance spezifizierte Methode zur Zwei-Faktor-Authentifizierung. Die meisten Webdienste setzen derzeit noch auf U2F. Diese können Sie auch mit einem FIDO2-Sicherheitsschlüssel benutzen.

FIDO2 ist die zweite Ausgabe der FIDO-Spezifikation, die offener und flexibler als die erste gestaltet ist. FIDO2 ist kompatibel zur ersten Version: U2F-Sicherheitsschlüssel funktionieren also auch mit FIDO2-Diensten, und FIDO2-Schlüssel lassen sich mit U2F-Diensten nutzen.

Bei **WebAuthn** handelt es sich um ein definiertes JavaScript-Interface, über das der Webdienst mit dem FIDO2-Modul des Browsers spricht. Das Protokoll ist offen, es kann also von jedem eingesetzt werden.

CTAP1 steht für Client to Authenticator Protocol 1. Es handelt sich um das



Die meisten Sicherheitsschlüssel werden aktuell noch mit „FIDO U2F“ beworben. Wer sich in Zukunft ohne Passwort einloggen möchte, muss zu einem FIDO2-Sicherheitsschlüssel greifen.

von U2F genutzte Protokoll, über das der Browser mit dem Sicherheitsschlüssel spricht. Es ist auch über das neue WebAuthn-Interface von FIDO2 nutzbar, damit allerdings nur zur Zwei-Faktor-Authentifizierung.

CTAP2 ist das aktuelle Verbindungsprotokoll von FIDO2, über das der Browser mit dem Sicherheitsschlüssel kommuniziert. Es erlaubt nicht nur Zwei-Faktor-Authentifizierung, sondern auch das Einloggen ohne Passwort. Achten Sie beim Kauf eines Sicherheitsschlüssels darauf, dass er FIDO2 mit CTAP2 unterstützt.

„Setup starten“. Nachdem Sie Ihr Kennwort noch mal eingegeben haben, werden Sie aufgefordert, den Sicherheitsschlüssel mit dem Rechner zu verbinden. Haben Sie das erledigt, klicken Sie auf den Knopf „Schlüssel eingesteckt“. Wenn Sie den in Windows eingebauten FIDO2-Schlüssel nutzen möchten, drücken Sie einfach auf den Button. Anschließend meldet sich der WebAuthn-Dialog, über den Sie den Sicherheitsschlüssel ansprechen. Bei einem externen Gerät drücken Sie auf dessen Knopf, beim Windows Authenticator authentifizieren Sie sich über Fingerabdruck, Gesichtsscan oder Windows-PIN. Abschließend müssen Sie dem frisch verknüpften FIDO2-Schlüssel nur noch einen Namen verpassen. Wenn Sie sich das nächste Mal bei Dropbox einloggen, können Sie sich über WebAuthn authentifizieren.

Zwischenfazit

FIDO2 mit WebAuthn hat das Potenzial, ein Hit zu werden und die ebenso ungeliebten wie anfälligen Passwörter langfris-

tig abzulösen. Bis dahin trägt es als zweiter Faktor zur Absicherung von Online-Accounts bei. Die nötige Technik ist schon da und funktioniert einwandfrei. Anders als bei U2F muss man sich zur Nutzung keine Hardware mehr kaufen – Google und Microsoft haben den Sicherheitsschlüssel einfach in Software umgesetzt und nutzen den ohnehin vorhandenen Security-Chip zur Authentifizierung. Damit können sich schon heute Abermillionen, wenn nicht gar Milliarden Nutzer online über WebAuthn authentifizieren. Auch für Linux gibt es bereits Experimente, den TPM-Chip für FIDO2 nutzbar zu machen. Langfristig wird hoffentlich auch Apple seinen Kunden die Tür zur passwortlosen Zukunft öffnen. Mit der Secure Enclave, Touch ID und Face ID könnten die Rahmenbedingungen kaum günstiger sein. Dass es technisch geht, macht Google dem Mac-Hersteller mit Chrome vor.

Für einen Erfolg müssen natürlich auch die Betreiber der Online-Dienste mitspielen, indem sie die neue Authenti-

fizierungsmethode implementieren. Da WebAuthn nicht nur den Nutzern Vorteile bringt, sondern auch den Betreibern – der sichere Umgang mit Passwörtern ist für alle Beteiligten ein Krampf –, kann man davon ausgehen, dass mehr und mehr Dienste auf den FIDO2-Zug aufspringen werden. Optimistisch stimmt auch die Mitgliederliste der FIDO Alliance hinter FIDO2 und WebAuthn: Darauf stehen große Namen wie Amazon, American Express, Facebook, Google, Intel, Lenovo, Mastercard, Microsoft, Paypal, Samsung und viele weitere.

Schon jetzt ist es sinnvoll, sich mit der Zukunftstechnik auseinanderzusetzen. Wer sich heute einen FIDO2-Schlüssel kauft, kann ihn vielerorts bereits einsetzen und seine Accounts vor Phishing schützen – nicht unbedingt über WebAuthn, dafür aber als zweiten Faktor über das U2F-Protokoll. Wer seine Accounts konsequent damit absichert, der hat vor Hackern wenig zu befürchten.

(rei@ct.de) **ct**

Zollabwicklung? Logistik?
Reklamation? **Keine**
Sorge, wir sind
für Sie da.



Claudia Peter

Unsere Logistik-Heldin

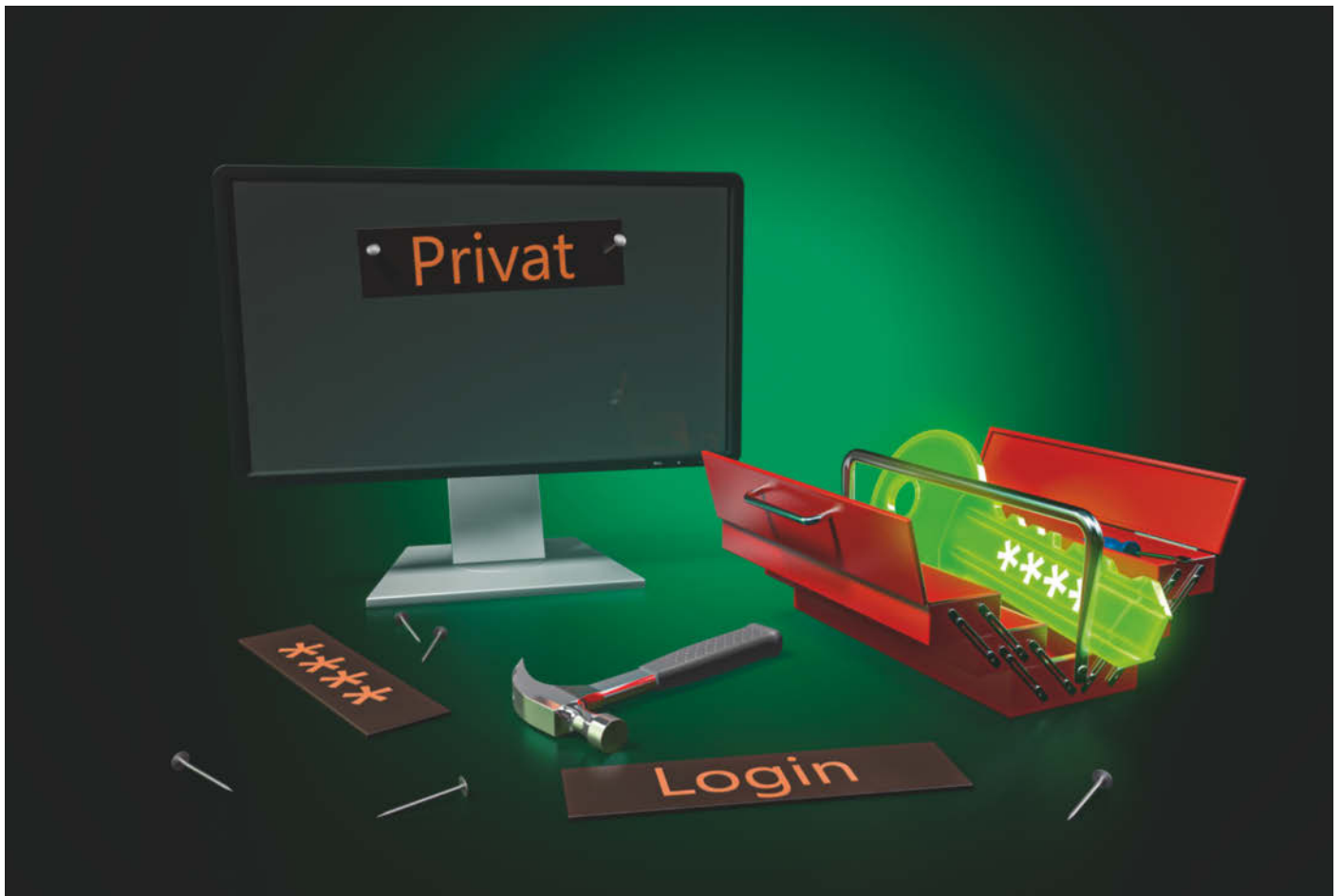
Die Koordination von Waren- und Informationsströmen stellt eine essenzielle Aufgabe innerhalb der Logistik unseres Unternehmens dar. Bei Claudia Peter, unserer Logistik-Heldin, laufen hier alle Fäden zusammen. Denn sie sorgt für eine kundenfreundliche und zeitnahe Abwicklung von Reklamationen, Speditionssendungen und Kurierfahrten. Ob professionelle Zollauftragsabwicklung in EFTA Länder oder Verwaltung von Ausfuhrpapieren und Rechnungen – zusammen mit ihrem Team ist sie dabei stets für unsere Kunden da.

+49 (0) 8551.9150-300

thomas-krenn.com/claudia



**THOMAS
KRENN®**



Anmelde-Baukasten

Logins für Websites mit WebAuthn

WebAuthn ist ein sehr junger Webstandard zur Anmeldung an Websites, aber in den verbreiteten Frameworks und Projekten noch nicht angekommen. Einige Bibliotheken gibt es aber bereits. Dafür müssen nur wenige Schritte implementiert werden – zumindest in der Theorie.

Von Jan Mahn

Kennwörter sind für die meisten Nutzer noch immer der einzig vorstellbare Weg, sich an einer Website anzumelden. Technisch gesehen handelt es sich um ein gemeinsames Geheimnis zwischen Nutzer und Server. WebAuthn, das Teil des FIDO2-Standards ist

(siehe S. 30), schafft dieses Prinzip ab und ersetzt es durch öffentliche und private Schlüssel. Der Nutzer besitzt einen Authenticator (zum Beispiel einen U2F-Stick) und gibt dem Server den öffentlichen, aber niemals den privaten Schlüssel. Um WebAuthn in Aktion zu erleben, und zwar nicht nur in einer Online-Demo, sondern auf einem eigenen Server, muss man selbst Hand anlegen.

Das Beispiel-Projekt für diesen Artikel ist als Zusammenstellung von Microservices, verpackt in zwei Container, aufgebaut. Das bringt den Vorteil mit sich, dass Sie Frontend und Backend später unabhängig voneinander in anderen Projekten einsetzen können.

Das Frontend besteht aus statischen HTML-Seiten, die ein nginx-Webserver ausliefert. So weit, so unspektakulär. WebAuthn funktioniert mit reinem JavaScript. Um die nötigen HTTP-Aufrufe etwas schö-

ner zu verpacken, kommt im Beispiel aber die JavaScript-Bibliothek jQuery zum Zug, die zwar etwas aus der Mode gekommen, aber leicht zu lesen ist. Nutzer von modernen Frontend-Frameworks wie Vue.js oder React können die entscheidenden Stellen schnell in ihre Welt übertragen.

Die Wahl der Programmiersprache für das Backend fiel auf Go, weil die kürzlich von Cisco aufgekauften Duo Labs bereits eine vollständige Open-Source-Bibliothek anbieten, zu finden über ct.de/yvzq. Der Backend-Server soll seine Benutzer und die öffentlichen Schlüssel ihrer Authenticatoren bei der Registrierung in einer SQLite-Datenbank speichern. Beim Login soll er prüfen, ob der Benutzer den passenden privaten Schlüssel besitzt. Ist die Anmeldung erfolgreich, stellt er ein JSON Web Token (JWT) aus, das der Client bei anderen Anwendungsservern zur Anmeldung nutzen kann. Hier wird ausgenutzt,

dass ein anderer Server die Gültigkeit eines JWT unabhängig vom ausstellenden Server prüfen kann.

Startklar

Um die fertige Anwendung hochfahren zu können, brauchen Sie einen Computer mit aktuellem Docker unter Windows, Linux oder macOS, einen aktuellen Browser und einen Authenticator. Die Beispiel-Anwendung ist darauf ausgelegt, auf dem lokalen Rechner unter der Adresse „localhost“ zu laufen. Wenn Sie das Projekt später auf einem Server im Internet betreiben möchten, müssen Sie die Seite über HTTPS veröffentlichen – die Browser unterstützen WebAuthn nämlich, wie im Standard gefordert, nur entweder mit HTTPS oder über localhost.

Laden Sie das Beispiel-Projekt von github.com/jamct/webauthn-start herunter und navigieren Sie in den Ordner. Auf der Maschine darf kein anderer Dienst oder Container den Port 80 blockieren. Mit `docker-compose up` fahren Sie die Zusammenstellung hoch. Unter der Adresse „localhost/register/“ sehen Sie die Registrierung.

Anfrage-Odyssee

Das Formular verlangt einen Benutzernamen, einen Vor- und Nachnamen. Was beim Abschicken passiert, finden Sie im JavaScript am Ende der Datei `frontend-container/html/register/index.html` im Projektordner. Um die Nutzer von veralteten Browsern, die den Webstandard noch nicht beherrschen, direkt zu informieren, wird die Eigenschaft `window.PublicKeyCredential` abgefragt:

```
if (!window.
  PublicKeyCredential) {
  //der Browser versteht WebAuthn nicht
}
```

Beim Klick auf den Registrieren-Button wird nach einer Validierung des Formulars ein HTTP-Aufruf ausgelöst. Rechts sehen Sie die Schritte, die bei der Registrierung ablaufen. Der Endpoint im Backend heißt `/auth/register/begin/`. Er bekommt als JSON-Objekt die Werte aus dem Formular.

Serverseitig ist die Funktion `RegisterBegin()` in der Datei `backend-container/src/register.go` für diesen Schritt zuständig. Sie dekodiert das übergebene JSON-Objekt und legt den Nutzer in der Datenbank an. Das geschieht in der Datei `src/user/user.go` im Backend. Zuständig für die Kommunikation mit der Daten-

bank ist die Datenbank-Abstraktionsbibliothek „Gorm“. Wer darüber nachdenkt, auf Basis des Beispiels eine Anwendung mit einer vollständigen Datenbank wie MySQL zu starten, muss in der Datei `src/database/database.go` den SQLite-Adapter für MySQL ersetzen.

Zusätzlich zum Benutzernamen erhält der Nutzer eine 8 Byte lange zufällige ID – eine solche fordert der WebAuthn-Standard.

Den größten Teil der Arbeit, nämlich das Vorbereiten des JSON-Objekts, übernimmt jetzt `webAuthn.BeginRegistration()` aus der bereits erwähnten Go-Bibliothek. Sie generiert eine Challenge, die der Authenticator später signieren soll und packt ein Objekt zusammen, das dem Webstandard entspricht. Aus der Datenbank benötigt sie noch eine zusätzliche Information: Die Methode `newUser.CredentialExcludeList()` gibt alle bereits für einen Nutzer registrierten Authenticatoren zurück – diese Information kann der Browser später nutzen, um sich zu weigern, dasselbe Token mehrmals für einen Benutzer zu registrieren.

Alle fertig vorbereiteten Rückgaben kommen in die Funktion `jsonResponse()`, die einen Text oder ein Objekt und einen

HTTP-Statuscode erwartet. Beides verpackt sie in ein JSON-Objekt und schickt es an den Browser zurück. Neben dieser Ausgabe an den Client muss `RegisterBegin()` eine Session anlegen und ein Cookie ausstellen. Zum Abschließen der Registrierung ist ja später ein weiterer HTTP-Request erforderlich und der Server muss in der Lage sein, den Client wiederzuerkennen.

Ist die Session bereit, bekommt der Browser sein erwartetes JSON-Objekt:

```
jsonResponse(w, ⌘
  credentialCreationOptions, ⌘
  http.StatusOK)
```

Wie das aussieht, können Sie im Browser beobachten, wenn Sie den Debug-Schalter rechts aktivieren. Das Objekt enthält eine Challenge, die Informationen zur „relying party“ (WebAuthn-Terminologie für den Anmeldeserver) und dem Nutzer. Den angezeigten Namen können Sie übrigens in der Docker-Compose-Datei ändern.

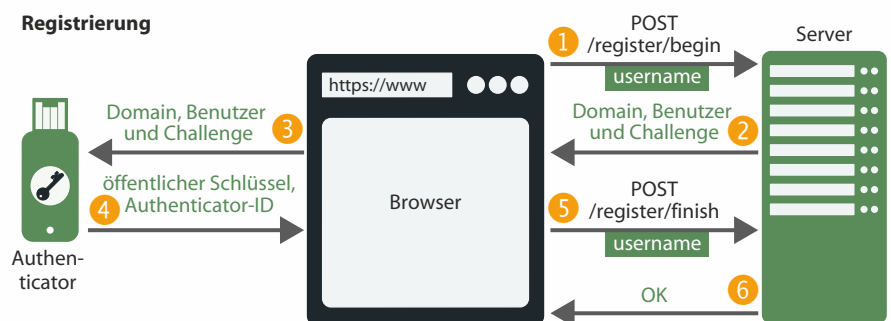
Der JavaScript-Code, der dieses JSON-Objekt entgegennimmt und verarbeitet, beginnt mit der Zeile

```
then((credentialCreationOptions) => {
  });
```

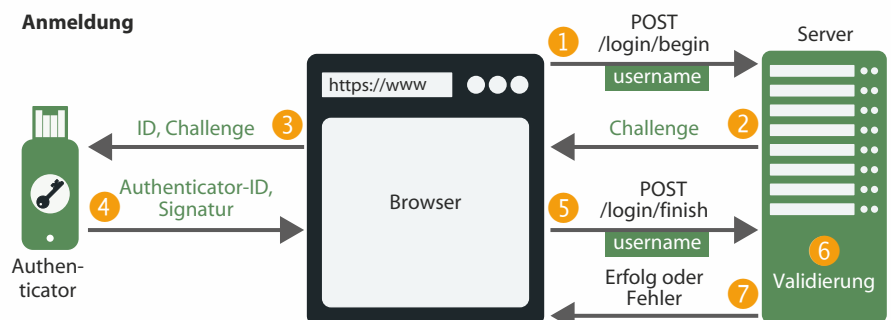
Anmeldung mit WebAuthn

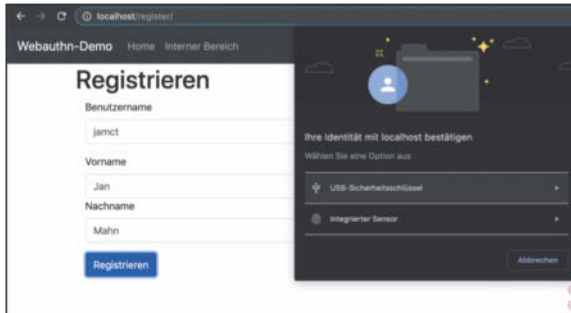
Bei der Registrierung generiert der Authenticator einen öffentlichen Schlüssel. Der private Schlüssel verlässt den Authenticator nicht.

Registrierung



Anmeldung





Der Benutzer wird aufgefordert, einen Authenticator auszuwählen und das Knöpfchen zu drücken.

Die Variablennamen sind etwas länglich, weil sie sich an den Begriffen aus dem Webstandard orientieren. Challenge und Benutzer-ID werden beide Base64-kodiert übertragen und müssen zunächst in Byte-Arrays zurückkonvertiert werden.

Nutzerinteraktion

Es folgt das eigentliche Herzstück der Registrierung (in der WebAuthn-Terminologie wird sie als „Attestation“ bezeichnet):

```
return navigator.credentials.create({
  publicKey:
    credentialCreationOptions.publicKey
})
```

Das WebAuthn-API des Browsers wird aufgerufen und bekommt die Challenge übergeben. Sie als Nutzer bemerken den Aufruf von `credentials.create()` durch das Fenster, in dem Sie aufgefordert werden, einen Authenticator auszuwählen und einen Knopf zu betätigen. Haben Sie das getan, kann der Registrierungs-Prozess im JavaScript weiterlaufen. Vorbereitet wird ein JSON-Objekt, das im Kern das `attestationObject` mit dem öffentlichen Schlüssel des Authenticators enthält:

```
{
  id: credential.id,
  rawId: arrayToBase64(rawId),
  type: credential.type,
  response: {
    attestationObject:
      arrayToBase64(attestationObject),
    clientDataJSON:
      arrayToBase64(clientDataJSON),
  },
}
```

Die gesammelten Informationen bekommt der Server an die Adresse `/auth/register/finish/` geschickt, zuständig ist serverseitig die Funktion `RegisterFinish()`. Sie ist schnell erklärt: Der übergebene Benutzername wird aus der Datenbank herausgesucht, das Session-Cookie ausgewertet und Teil 1 der Registrierung aus der Session ausgelesen. `webauthn.FinishRegis-`

`tration()` übernimmt mal wieder den größten Teil der Arbeit und pflückt die benötigten Informationen zum Authenticator und den öffentlichen Schlüssel aus dem JSON-Objekt.

Die Funktion `AddCredential()` auf dem Benutzer-Objekt fügt eine Zeile für den Authenticator in die Datenbank ein. Wer sich vergewissern möchte, dass das funktioniert hat, kann die SQLite-Datei `„/data/gorm.db“` in einem SQLite-Viewer seiner Wahl öffnen (siehe `ct.de/yvzq`). Die Registrierung ist abgeschlossen und Sie können zum Login wechseln.

Wiedererkennung

Im Frontend ist die Datei `frontend-container/html/login/index.html` dafür verantwortlich und viele Elemente im JavaScript-Code sind aus der Registrierung schon bekannt. Der Server bekommt auf dem Endpunkt `/auth/login/begin/` den Benutzernamen als JSON. Im Backend verarbeitet die Funktion `LoginBegin()` in der Datei `„backend-container/src/login.go“` die Anfrage. Sie prüft die Existenz des Benutzernamens und holt das Benutzer-Objekt aus der Datenbank. `webauthn.BeginLogin()` bereitet dann ein JSON-Objekt mit einer Challenge vor, die nur der Authenticator mit seinem privaten Schlüssel lösen kann. Außerdem gibt es wieder eine Session zur Wiedererkennung des Clients in Schritt 2.

Dieser Schritt beginnt clientseitig mit dem zweiten Aufruf des WebAuthn-APIs des Browsers:

```
return navigator.credentials.get({
  publicKey:
    credentialRequestOptions.publicKey
})
```

Es öffnet sich wieder ein Fenster und Sie als Nutzer dürfen das Knöpfchen betätigen. Damit hat der Authenticator die sogenannte „Assertion“ erledigt – mit dem privaten Schlüssel hat er die Challenge signiert. Zusammen mit reichlich Beiwerk gelangt diese `assertion.response.signature`,

verpackt als JSON zum Endpoint `/auth/login/finish/`.

Serverseitig kommt jetzt `LoginFinish()` in der Datei `backend-container/src/login.go` an die Reihe. Auch sie ähnelt ihrer Schwester-Funktion aus der Registrierung. `webauthn.FinishLogin()` aus der Bibliothek kümmert sich wie gewohnt um den unangenehmen Teil der Arbeit. Sie überprüft, ob die Challenge korrekt beantwortet wurde.

Eine zusätzliche Sicherheitshürde wurde noch eingebaut. Einige Authenticatoren haben einen eingebauten Counter, der bei jedem Anmeldevorgang hochzählt. Dieser wird immer mitgeschickt. Der jeweils letzte bekannte Wert wird in der Datenbank gespeichert und kann abgeglichen werden. Ist der mitgeschickte Wert kleiner, könnte der Nutzer Opfer einer – extrem unwahrscheinlichen – Replay-Attacke sein.

Damit das Beispiel-Projekt mit anderen Diensten zusammen genutzt werden könnte, wird zum Abschluss ein JSON Web Token ausgestellt und signiert. Den Inhalt des Tokens sehen Sie beim Klick auf „Interner Bereich“ – hier endet die Reise durch die WebAuthn-Welt und andere Programmierprobleme beginnen.

Problembewusstsein

Die Beispiel-Implementierung sollte nur als Inspiration für eigene Dienste genutzt werden.

Der Benutzer wird früher oder später seinen Authenticator verlieren. Handelt es sich um ein firmeninternes System, kann man damit leben, sofern er einen Administrator kontaktieren kann.

Sehen Sie Ihre Nutzer nicht persönlich, braucht es einen Weg, über den Sie selbst ihren Token bei Verlust ab- und einen neuen anmelden können. Vergleichsweise einfach zu implementieren ist ein Rücksetzcode, wie ihn auch Google und GitHub anbieten. Generieren Sie ein kurzes Schlüsselpaar, speichern Sie den öffentlichen Schlüssel in der Datenbank und zeigen Sie dem Nutzer den privaten Schlüssel mit der Aufforderung, ihn auszudrucken und an einen sicheren Ort zu legen. Mit dieser Lösung verlieren Sie nicht die wichtigste Errungenschaft von WebAuthn: Gelangt jemand an Ihre Datenbank, kann er mit den dort hinterlegten öffentlichen Schlüsseln keine Anmeldung vollziehen. (jam@ct.de) **ct**

Beispielprojekt: ct.de/yvzq

BRAUCHE ICH EINE FRONTPLATTE?

Ich mag Technik

NEIN

I love it

NEIN

Sie brauchen keine Frontplatte. Niemals.

Na vielleicht mal ein Klingelschild ...

Merkste selber, oder?

SCAN MICH



Oder URL eingeben:
www.schaeffer-ag.de/noch_besser

Boh!

Doch!

Nein!

Gewiss

Ja kann es denn noch besser werden?

Flash

24h-Service

Flotter

2-3 Werkstage

Flott

5-8 Werkstage

WICHTIG

Schaeffern lassen

Fertigung ab einem Stück

CNC-Fertigung

Online bestellen

Komplette Frontplatte mit Gravur und Druck im Programm entwerfen

Industrie 4.0 Workflow



LEGO Technic?

NEIN

STANDARDLÖSUNGEN reichen mir

NEIN

JA

Der nächste Elektrofachmarkt freut sich auf Ihren Besuch!

Das kann nicht alles sein ...

Nicht ohne meine Bauanleitung

Forscher
Erfinder
Nerds
Ingenieure
Tech-Bastler
Audio-Freaks

Meine Projekte mache ich selber!

NEIN

JA

Planen, Programmieren, Löten, Schrauben, Verkabeln

Respekt

ICH MACH'S! FERTIG!



JA

JEIN

Ehrenmann Ehrenfrau

FRONTPLATTEN

GEHÄUSE

FRÄSTEILE

SCHILDER

FRONTPLATTEN DESIGNER



Ich installiere nur Software mit KI und Blockchain

NEIN

JA

Work oh ...

WARNING
Deadlines are much closer than they appear

*No animals were harmed during the making of this advertisement!

Message received

Schon mal an eine Karriere als Schlangenöl-Verkäufer* gedacht?



ICH LASS DAS JETZT SO ...



Unbestimmte Stunden der Pein & Qual

Mit Klarlack fixieren

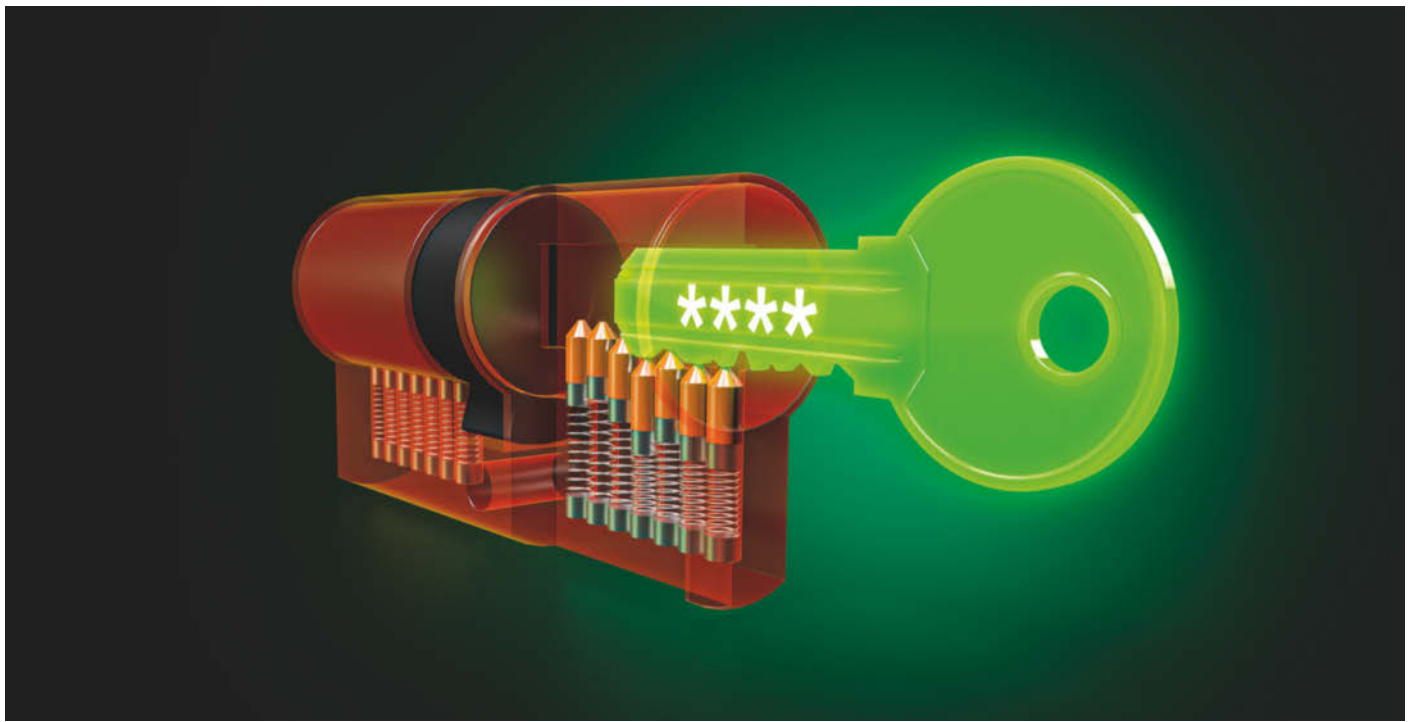
Rubbelbuchstaben anbringen

Noch mehr feilen

Ausbrüche nachfeilen

Bohrlöcher bohren

Blech zurechtsägen



Verschlossen, nicht verrammelt

So funktioniert der passwortlose Login mit FIDO2

Passwörter sind bisher der wichtigste Schutz für unsere Online-Identität. Doch die neuen Sicherheitsschlüssel der FIDO-Allianz sind in jeder Hinsicht besser und komfortabler. Ein Blick hinter die Kulissen von FIDO2 und U2F (mit ganz wenig Krypto-Kauderwelsch).

Von Jürgen Schmidt

Ja – das Anmelden mit FIDO2 ist äußerst komfortabel. Und ja – das Anmelden mit FIDO2 ist auch sehr sicher. Da kommen ausnahmsweise zwei Eigenschaften zusammen, bei denen Fortschritte der einen typischerweise zu Lasten der jeweils anderen gehen: hochsicher, aber im Alltag quasi unbenutzbar, oder superbequem, aber nicht mal bei wohlwollender Betrachtung sicher.

Der seltene Glücksfall resultiert aus der Entscheidung der FIDO-Allianz, nicht das althergebrachte Konzept der Passwörter aufzuboahren, wie es etwa Passwort-Safes und klassische Zweifaktor-Authentifizierung tun. FIDO2 und der Vorgänger U2F setzen bei der Authentifizierung auf einen Sicherheitsschlüssel, der den Zugang zur digitalen Identität beschützt – ähnlich wie der Wohnungsschlüssel zum realen Zuhause. Für den Anwender völlig unsichtbar kommen dabei Krypto-Verfahren zum Einsatz, die in anderen Bereichen der IT schon seit vielen Jahren Stand der Technik sind.

Beim Anmelden mit Passwörtern weise ich meine Identität („ich bin wirklich ja“) dadurch nach, dass ich ein Geheimnis, das einzig und allein ich kennen darf, übers Internet an einen Dritten schicke, und dann hoffe. Also hoffe, dass ich das Geheimnis nicht vergesse. Dass ich es nicht aus Versehen mal an den Falschen schicke. Dass es unterwegs auf dem Weg durchs Internet nicht irgendwer abgreift. Und schließlich

muss ich hoffen, dass der Dienstbetreiber auf mein identitätsstiftendes Geheimnis gut aufpassen wird. Ganz schön viel Hoffnung – und sehr wenig Sicherheit.

Asymmetrische Kryptografie

Damit räumt die FIDO radikal auf. Sie setzt auf Sicherheitsschlüssel, die aus einem Security-Chip und etwas Software bestehen. Weil der Sicherheitsschlüssel den kompletten Anmeldevorgang weitgehend autonom durchführt, spricht die FIDO dabei von einem Authenticator. Das ist dann entweder ein externes Token für den Schlüsselbund oder ein sogenannter Platform Authenticator, wie ihn Windows 10 und Android bereitstellen.

Kern der FIDO-Identität ist ein fest mit dem Sicherheitsschlüssel verbundenes Geheimnis, also eine zufällige Zahl, die bei jedem Sicherheitsschlüssel anders ist und sich nicht auslesen oder sonst wie extrahieren lässt. Aus diesem Geheimnis baut der Authenticator für jeden Dienst ein eigenes asymmetrisches Schlüsselpaar (Public + Secret Key), indem er es mit der Server-Domain kombiniert (die Details erklärt der Kasten auf S. 32). Der Sicherheitsschlüssel muss die dienstspezifischen Krypto-Keys dazu nicht speichern; er berechnet sie einfach bei jedem Authentifizierungsvorgang neu.

Wenn ich mich bei einem modernen Dienst mit FIDO2 registriere, dann hinterlege ich dort letztlich nur einen öffentlichen Schlüssel (Public Key). Den zugehörigen geheimen Schlüssel (Secret Key) behalte ich sicher verwahrt bei mir. Genauer verwahrt den mein Sicherheits-

schlüssel für mich, der auch gleich die komplette Kryptografie für mich abwickelt.

Für die spätere Anmeldung schickt mir der Server eine Challenge in Form einer zufälligen Zahl. Diese versehe ich – beziehungsweise mein Sicherheitsschlüssel – mithilfe des zum Dienst passenden geheimen Schlüssels mit einer digitalen Unterschrift. Das geht dann gemeinsam mit der Challenge quasi als signiertes Dokument zurück an den Server. Der kann die digitale Unterschrift mit dem hinterlegten öffentlichen Schlüssel prüfen. Hat das Erfolg, kann er sicher sein, dass am anderen Ende der Leitung tatsächlich der Besitzer des zugehörigen geheimen Schlüssels sitzt. Mission erfüllt: ein Login ganz ohne Passwort.

Nie wieder Phish

FIDO2 sieht noch einige weitere Schutzmaßnahmen wie zufällige Nonces und einen ständig hochgezählten Transaktionszähler vor, die ich im Folgenden jedoch außen vor lasse. Denn schon mit diesem einfachen Konzept macht FIDO2/U2F die wichtigsten Angriffe auf den Anmeldevorgang komplett unmöglich. Wer in den Server einbricht und dort wie bei eBay, Yahoo, LinkedIn oder Equifax Millionen von Zugangsdatensätzen rausträgt, kann damit genau gar nichts anfangen. Mit dem hinterlegten Public Key lassen sich keine digitalen Unterschriften erstellen und somit auch keine Anmeldevorgänge durchführen. Nicht einmal in den Account auf dem gehackten Server käme der Angreifer damit rein.

Auch ein Lauscher an der Leitung kann die übertragenen Daten nicht missbrauchen. Ganz abgesehen davon, dass – anders als bei herkömmlicher Zweifaktor-Authentifizierung mit TOTP-Codes und der Nutzung von Passwort-Safes – keine geheimen Daten über die Leitung gehen, wird der nächste Anmeldevorgang mit einer anderen Challenge erfolgen. Also kann der Lauscher auch keine Daten für Replay-Attacken recyceln.

Phishing ist ein Riesenproblem – wenn man Passwörter einsetzt. Überzeugt mich ein Phisher, mein Passwort auf der Web-Seite www.paypal.com einzugeben, dann kann er zukünftig seine Einkäufe mit meinem Paypal-Konto bezahlen. Bei FIDO2 erzeugt mein Sicherheitsschlüssel für die Phishing-Site www.paypal.com einen anderen Datensatz als für das Original. Mit den erbeuteten Daten könnte

sich der Phisher nur auf seinem eigenen Server anmelden. Soll er doch.

Bleibt als weitere Gefahr ein möglicher Trojaner, der sich etwa auf dem PC eingenistet hat und dort heimlich Passwörter klagt. An den geheimen Schlüssel, aus dem der Authenticator alle Zugangsdaten errechnet, kommt er nicht ran. Der lässt sich nämlich konstruktionsbedingt gar nicht auslesen.

Er könnte zwar versuchen, mithilfe des Sicherheitsschlüssels heimlich im Hintergrund einen Anmeldevorgang durchzuführen. Doch das scheitert an der vom Standard zwingend vorgeschriebenen Überprüfung, ob der Anwender zustimmt. Dazu blinken U2F/FIDO2-Tokens, wenn sie eine Anforderung erhalten, eine Anmeldung durchzuführen. Die führt es dann erst durch, nachdem der Anwender das Token angetippt und damit seine Zustimmung signalisiert hat (User Present, UP).

Fortgeschrittenere Exemplare wie die virtuellen Sicherheitsschlüssel von Android und Windows 10 verlangen sogar eine PIN, einen Fingerabdruck oder einen Gesichtsscan, um zu überprüfen, ob der richtige Anwender das Gerät benutzt. Diese User Verification (UV) schreibt der Standard zwar nicht vor; sicherheitskritische Dienste können allerdings eine erfolgreiche User Verification anfordern, um zu verhindern, dass ein gestohlener Sicherheitsschlüssel einfach missbraucht werden kann.

Übrigens gehen die zur User Verification genutzten Merkmale wie PIN oder Fingerabdruck nicht in den eigentlichen Anmeldevorgang ein. Der Authenticator benutzt sie in seiner Kommunikation mit dem Server gar nicht. Zwar sieht es aus Sicht eines Anwenders mit dem Sicherheitsschlüssel in Android so aus, als melde er sich mit dem angeforderten Fingerabdruck bei einem Dienst an. Doch das täuscht. Der Fingerabdruck beweist nur dem Authenticator, dass wirklich sein Besitzer ihm den Befehl gibt, die eigentliche Anmeldeprozedur auf Basis der geschilderten kryptografischen Verfahren durchzuführen.

Der gefährliche Rest


Man kann nur hoffen, dass sich FIDO2, also der Einbau von WebAuthn auf Server-Seite und der Einsatz von FIDO2-Sicherheitsschlüsseln beim Anwender, möglichst schnell und großflächig durchsetzt. Denn die Internet-Nutzung wird damit deutlich sicherer und sogar komfortabler.

Es bleiben letztlich vor allem zwei Sicherheitsrisiken, die auch die FIDO-Schlüssel nicht aus der Welt schaffen: Hintertüren und der Diebstahl des Sicherheitsschlüssels. Hintertüren zum Account sind zum einen Sicherheitslücken beim Betreiber des Dienstes. Aber auch die auf absehbare Zeit erforderlichen Legacy-Passwörter, die man benötigt, um


FIDO2/U2F im Browser

Fast alle wichtigen Browser unterstützen FIDO2/U2F bereits. Nur Apple hat offenbar andere Prioritäten.


■ fertig ■ in Entwicklung ■ nicht unterstützt

 **Chrome Desktop**
Windows, macOS und Linux


U2F API	WebAuthn API
---------	--------------

 **Firefox**
Windows, macOS und Linux


U2F API	WebAuthn API
---------	--------------

 **Chrome Android**


U2F API	WebAuthn API
---------	--------------

 **Edge**

U2F API	WebAuthn API
---------	--------------

 **Safari macOS**

U2F API	WebAuthn API
---------	--------------

 **Safari iOS**

U2F API	WebAuthn API
---------	--------------


etwa mit einem Mail-Programm wie Thunderbird seine Mail zu lesen, obwohl dieses bisher kein U2F/FIDO2 beherrscht. Auch die obligatorische Hilfsfunktion „Ich hab meinen Sicherheitsschlüssel verloren“ etwa in Form von Backup-Codes ist ein möglicher Hintergrund für Hacker.

Der Diebstahl des Sicherheitsschlüssels ist eine besonders beunruhigende Gefahr. Immerhin hängt irgendwann die ganze digitale Identität an diesem Ding. Was hindert einen Langfinger daran, mit

diesem Token all meine Accounts auszulündern? Wer sich davor fürchtet, sollte die Tokens nur im Rahmen von U2F als zweiten Faktor einsetzen. Stellen Windows 10 oder Android den Sicherheitsschlüssel bereit, schützt zumindest die Zugangssperre mit PIN oder Biometrie vor einfachem Missbrauch durch Dritte.

Man sollte diese Diebstahlgefahr aber auch nicht überbewerten. Denn anders als Passwörter lassen sich solche Sicherheitsschlüssel nicht übers Netz und schon gar nicht automatisiert in großer Zahl klauen.

Der Täter muss vor Ort sein und sich bei der Tat dem Risiko einer Entdeckung aussetzen. Das macht das Ganze zumindest für internationale Cybercrime-Banden recht unattraktiv.

Außerdem: Wir alle haben uns an den Gedanken gewöhnt, dass jemand unseren Wohnungsschlüssel klauen und damit die komplette Wohnung ausräumen könnte. Also passen wir darauf auf, machen uns jedoch deshalb nicht verrückt. Ähnlich sollten wir den Sicherheitsschlüssel auch behandeln. (ju@ct.de) 

FIDO im Überblick

In der Allianz für Fast IDentity Online (FIDO) arbeiten unter anderem Google, Microsoft und Mozilla gemeinsam an neuen Standards für die Anmeldung an Online-Diensten. Das FIDO2-Verfahren hat mittlerweile auch den Segen des World Wide Web Consortiums (W3C) erhalten. Eigentlich fehlt nur Apple im Reigen der Großen – was sich auch in fehlender FIDO-Unterstützung in Safari und vor allem iOS niederschlägt. Apple hat offenbar andere Prioritäten.

Die FIDO-Architektur besteht aus insgesamt vier aktiven Parteien. Das sind einmal die Server, die einen Dienst bereitstellen. Sie bezeichnen die Spezifikation als „Relying Party“. Der Server muss das vom W3C als Web-Standard spezifizierte WebAuthn-API implementieren. Über das spricht nämlich der Client – also im Allgemeinen der Browser des Anwenders – mit dem Dienst.

Der Browser muss FIDO2 ebenfalls kennen und unterstützen. Er vermittelt

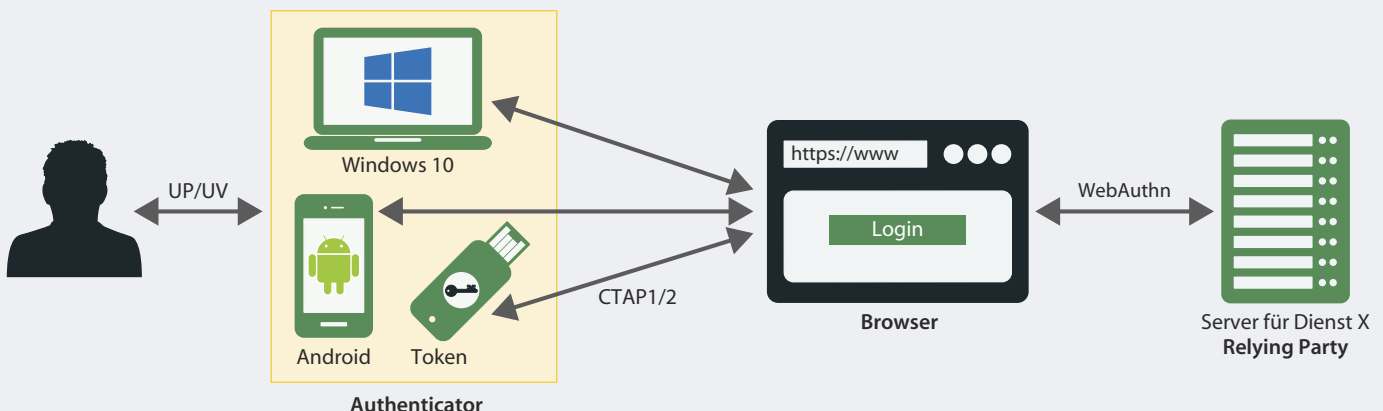
nämlich zwischen der Relying Party und dem zentralen Element der Online-Anmeldung – dem Authenticator. Jener herbergt das identitätsstiftende Geheimnis, das nicht an Dritte weitergegeben werden muss und darf. Auf Geräten mit speziell gesicherter Hardware (TPM oder Secure Element) kann das System den Authenticator bereitstellen, wie das Windows 10 und Android bereits vor machen; macOS und iOS könnten das ebenfalls.

Alternativ kann der Browser über das Client to Authenticator Protocol (CTAP) mit einem externen Authenticator sprechen (Roaming Authenticator). Das sind dann zumeist sogenannte Tokens für den Schlüsselbund; sie lassen sich an mehreren Geräten nutzen. Die Kommunikation erfolgt dann wahlweise via USB, NFC oder Bluetooth.

Die Hoheit über den Anmeldevorgang hat immer und ausschließlich der Anwender. Er muss zumindest seine An-

wesenheit durch ein Antippen des Tokens kundtun (User Present, UP). Für höhere Sicherheitsansprüche erfordert der Anmeldevorgang eine Überprüfung des Anwenders (User Verification, UV) etwa durch PIN-Eingabe oder biometrische Merkmale (Fingerabdruck, Gesicht).

Für Anmeldung und Registrierung bei einem Dienst erzeugt der Authenticator ein asymmetrisches Schlüsselpaar (Public + Secret Key). Den geheimen Schlüssel errechnet er als Keyed-Hash Message Authentication Code (HMAC-SHA256) mit seinem internen Geheimnis aus der Domain des Dienstes. Daraus lässt sich der zugehörige öffentliche Schlüssel dann trivial errechnen. Als Signatur-Verfahren kommt in der Regel das auf elliptischen Kurven in der NIST beruhende ECDSA P-256 zum Einsatz. Die FIDO-Standards fordern, dass auch noch das veraltete RSA unterstützt wird. Das modernere EdDSA auf Basis der DJB-Kurven ist nur optional vorgesehen, was ein klei-



Der Browser vermittelt die passwortlose Anmeldung zwischen dem Server und dem Authenticator.

MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.



#CODING

FOLGE DEINER BERUFUNG.

[bundeswehr
karriere.de](https://bundeswehr.karriere.de)



BUNDESWEHR

Sampling-Streit ohne Ende

Was das Urteil des EuGH für die Produktion von Musik bedeutet

Sampling gehört zum Handwerkszeug von Produzenten elektronischer Musik. Stets bewegen sie sich dabei im urheberrechtlichen Graubereich. Macht ein Urteil des Europäischen Gerichtshofs nun endlich klare Vorgaben für die Verwendung von Musikausschnitten?

**Von Joerg Heidrich
und Dr. Henrike Maier**

Für die Beteiligten geht es wohl vor allem ums Prestige, für die Musikwelt aber um eine fundamentale Weichenstellung: Seit 20 Jahren streiten sich Mitglieder der Elektro-Pioniere Kraftwerk mit dem Produzenten Moses Pelham vor Gericht. Letzterer hatte eine markante, zwei Sekunden lange Sequenz aus dem Kraftwerk-Song „Metall auf Metall“ für den von ihm produzierten Titel „Nur mir“ von Sabrina Setlur verwendet. Die Sequenz wird im Song fortlaufend wiederholt und bildet als Loop das rhythmische Grundgerüst. Die Kraftwerk-Mitglieder stören sich vor allem daran, dass Pelham nicht um Erlaubnis gefragt hatte, bevor er die Sequenz einbaute.

Inhaltlich geht es bei der Auseinandersetzung also um die grundsätzliche Frage, inwieweit man Teile von fremden Songs für eigene Projekte benutzen darf und vor allem, ob man beim Schöpfer beziehungsweise dem „Tonträgerhersteller“ als Rechteinhaber eine Erlaubnis oder eine kostenpflichtige Lizenz einholen muss.

Pelham und die Kraftwerk-Mitglieder gingen über die Jahre durch viele Instanzen – alleine der Bundesgerichtshof (BGH) beschäftigt sich derzeit zum dritten Mal mit dem Fall. Im Juni 2017 hatte das oberste deutsche Gericht dazu dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) Fragen zu einer Verletzung der Rechte des Tonträgerherstellers durch Sampling vorgelegt.

In den Fragen geht es um mögliche Auslegungen der EU-Urheberrechtsrichtlinie in der noch gültigen Version aus dem Jahre 2001 (2001/29/EG).

Audiofragmente

Der EuGH (Urteil vom 29.07.2019 – C-476/17) kommt zunächst zum Ergebnis, dass die Weiterverwendung eines – auch nur sehr kurzen – Audiofragments grundsätzlich als eine urheberrechtlich relevante Vervielfältigung anzusehen ist. Daher kann ausschließlich der Tonträgerhersteller bestimmen, ob diese Nutzung erlaubt ist – er muss also befragt und auf Wunsch auch entlohnt werden. Die gesetzlichen Vorgaben sollen dem EuGH zufolge ein hohes Schutzniveau für das Urheberrecht gewährleisten. Sie dienen demnach dem Ziel, finanzielle Investitionen des Tonträgerherstellers zu schützen.

Beim Musik-Sampling gibt es jedoch nach der Entscheidung des EuGH zwei Ausnahmen von der harten Regel. Die erste liegt dann vor, wenn ein Künstler „in Ausübung der Kunstfreiheit einem Tonträger

ein Audiofragment“ entnimmt, um es in „geänderter und beim Hören nicht wiedererkennbarer Form in einem neuen Werk zu nutzen“. Dann nämlich liege keine Vervielfältigung vor, sodass der Künstler grundsätzlich auch ohne Zustimmung und Vergütung mit dem Sample arbeiten darf. Ergo: Erstellt also der Künstler ein Sample und macht es zum Teil eines neuen Audiowerks, so darf er das, wenn er das Fragment so verwendet, dass das Original im neuen Werk nicht erkennbar ist.

Doch wie genau bestimmt sich diese „Nichterkenntlichkeit“ und wer entscheidet darüber? Der EuGH erläutert diesen wichtigen Punkt in seiner Entscheidung nicht und scheint die nähere Prüfung den nationalen Gerichten überlassen zu wollen. Offen bleibt auch, ob die Beurteilung einem Hörer obliegen soll, der das genutzte fremde Werk ebenfalls kennt und gar Musikprofi ist – oder ob es sich bei diesem Hörer um einen „Durchschnittshörer“ handelt, sodass auch ein Gericht aus eigener Anschauung und Sachkunde entscheiden kann.



Bild: Ulf Deck/dpa

Der Produzent Moses Pelham sieht sich vom EuGH bestätigt: „Musik braucht die künstlerische Auseinandersetzung mit anderen Werken.“

Wie erwähnt erkennt der EuGH noch eine zweite Möglichkeit für die Verwendung fremder Werkteile ohne Erlaubnis an: das Zitat. Es kommt dann in Betracht, wenn das verwendete Fragment beim Hören des neuen Werks eindeutig wiedererkennbar ist. Beim Zitat im rechtlichen Sinn muss laut EuGH die Nutzung „den anständigen Gepflogenheiten“ entsprechen und „in ihrem Umfang durch den besonderen Zweck gerechtfertigt“ sein.

Die Nutzung für Zitate dürfe daher nicht die Grenzen dessen überschreiten, was „zur Erreichung des mit dem fraglichen Zitat verfolgten Ziels erforderlich ist“. Dieses Ziel könne darin liegen, „Aussagen zu erläutern, eine Meinung zu verteidigen oder eine geistige Auseinandersetzung zwischen dem Werk und den Aussagen des Nutzers zu ermöglichen“. Entscheidend sei, dass der Nutzer eines geschützten Werks das Ziel verfolgen muss, mit diesem Werk zu interagieren. An diesen Passagen wird deutlich, dass das Zitatrecht eigentlich auf Textpassagen gemünzt und hier notdürftig auf Musik übertragen ist.

Es spricht auf Basis des EuGH-Urteils immerhin einiges dafür, dass die Voraussetzungen für das „künstlerische Interagieren“ nicht allzu hoch anzusetzen sind. Hierfür spricht schon, dass das Gericht Sampeln klar als Kunstform anerkennt, sodass die erforderliche Interaktion regelmäßig gegeben sein wird.

Im vorliegenden Fall von „Metall auf Metall“ hatte der BGH in seiner Entscheidung aus dem Jahr 2017 übrigens klargestellt, dass Pelhams Verwendung des Kraftwerk-Beats den Ansprüchen an ein Musikzitat nicht genügt: „Erforderlich ist aber auch in einem solchen Fall, dass die Hörer das Musikzitat als fremden Bestandteil erkennen können“, woran es beim verwendeten Kraftwerk-Fragment fehle. Maßgeblich ist demnach, ob der Hörer das Sample erkennen und der Originalquelle zuordnen kann.

In „Nur mir“ hat Pelham das Kraftwerk-Sample unter anderem dem Tempo und der Tonart des Songs angepasst – eine in der Musikproduktion meist notwendige Technik, bei der das Sample aber nicht unkenntlich gemacht wird. Zu klären wäre nun, ob solche üblichen Anpassungen bei einem Musikzitat künftig erlaubt sind oder ob das Sample unverändert übernommen werden muss.

Das EuGH-Urteil enthält noch ein weiteres praxisrelevantes Detail: Wer zi-



Dieses 2,2 Sekunden lange Sample verwendete Moses Pelham, ohne Kraftwerk um Erlaubnis zu fragen.

tiert, muss die Quelle angeben – soweit dies möglich ist. Das gilt auch bei der offenen Nutzung von Samples. Doch wann und wo genau muss bei der Verwendung fremder Audiosequenzen in welchem Umfang die Quelle angegeben werden? Packt man das Ergebnis auf einen Datenträger wie CD oder Vinyl, so mag man dort ja einen Platz für derartige Angaben finden. Was aber ist bei der Verbreitung von Songs über Streaming-Dienste? Schwierig könnte es zuweilen werden, überhaupt herauszufinden, wer die Rechte an dem gesampelten Abschnitt hält – vor allem, wenn bereits die vermeintliche Quelle Samples eingebaut hat.

Paragraf 24 gekippt

Quasi im Vorübergehen erklärt der EuGH dann auch noch die sogenannte „freie Benutzung“ aus Paragraf 24 des deutschen Urheberrechtsgesetzes (UrhG) für europarechtswidrig. Dieser erlaubt etwa die freie Nutzung von Fotos für Kollagen, schließt eine freie Verwendung von Melodien aber explizit aus. Unter diese Regelung fielen bislang solche Fälle, bei denen aus einer Kombination von geschützten Werken etwas Neues entsteht.

Die „freie Benutzung“ ist im vorliegenden Rechtsstreit sehr umstritten. 2016 etwa kassierte das Bundesverfassungsgericht ein Urteil des BGH in der Metall-auf-Metall-Sache, weil dieser den Paragrafen 24 zu eng ausgelegt und Pelham die Nutzung des Kraftwerk-Samples untersagt hatte. Das Verfassungsgericht sah jedoch eine künstlerische Auseinandersetzung von Pelham mit dem Kraftwerk-Sample und stellte fest, dass das Sample als freie Benutzung erlaubt sein könnte.

Diese Ausnahme des deutschen Rechts ist jedoch nach Ansicht des EuGH nicht mit den in den europäischen Vorgaben enthaltenen Ausnahmebestimmungen vereinbar und stelle daher eine unzu-

lässige Beschränkung der Rechte der Tonträgerhersteller dar. Deshalb muss nun die freie Benutzung nach Paragraf 24 ersetzt werden durch die europäisch vorgesehenen Regelungen für ausnahmsweise gesetzlich erlaubte Nutzungen fremder Werke.

Rechtskonformes Sampling

Für Musiker führt die Entscheidung des EuGH bis zur Klärung der offenen Fragen nur begrenzt zu mehr Rechtssicherheit. Das Gericht hat zwei Möglichkeiten für die Nutzung von fremden Sequenzen ohne Erlaubnis des Rechteinhabers vorgegeben.

Erlaubt ist sie zum einen, wenn das Sample „in geänderter und beim Hören nicht wiedererkennbarer Form“ in einem neuen musikalischen Werk verwendet wird. Alternativ kann sie auch unter das Zitatrecht fallen, wenn das übernommene Audiosegment „beim Hören des neuen Werks wiedererkennbar ist“. Allerdings muss „die Nutzung zum Ziel haben, mit dem Werk, dem das Audiofragment entnommen wurde, zu interagieren“. Zudem muss in diesem Fall das Zitat durch einen Quellennachweis gekennzeichnet werden, was im Audiobereich zu erheblichen Problemen führen kann. Von einem „Recht auf Remix“ und einem Freibrief für neue kreative Prozesse ist die Entscheidung noch weit entfernt.

Dennoch sieht sich Produzent Pelham bestätigt: „Die Entscheidung ist eine wichtige Stärkung der Kunstfreiheit“, kommentierte er das EuGH-Urteil. Und: „Musik braucht die künstlerische Auseinandersetzung mit anderen Werken.“ Im konkreten Fall von „Metall auf Metall“ hat nun erneut der BGH zu entscheiden. Drei Möglichkeiten stehen zur Wahl: Entweder hat Pelham das Kraftwerk-Sample durch seine Bearbeitung unkenntlich gemacht oder er hat den Beat rechtskonform zitiert – was wegen der fehlenden Quellenangabe kaum der Fall sein dürfte. Verlieren würde er sicher, wenn die Richter entscheiden, dass seine Bearbeitung eine unzulässige Veränderung eines Musikzitats ist – dann würden die Kraftwerk-Mitglieder Recht behalten. (hob@ct.de) **ct**

Joerg Heidrich ist Justiziar von Heise Medien und Rechtsanwalt in Hannover. Die Juristin Dr. Henrike Maier forscht zum Thema deutsches, europäisches und U.S.-amerikanisches Urheber- und Medienrecht und promovierte zum Thema Remixe auf Hosting-Plattformen.

Fremde Ohren

Amazon, Google und Apple zu mehr Datenschutz bei ihren Sprachassistenten gezwungen

Die Debatte um den Datenschutz bei Mitschnitten von Sprachassistenten ist erneut hochgekocht. Auslöser waren diesmal Berichte über Leaks und Auswertungen der Mitschnitte durch Mitarbeiter im Home Office. Die Hersteller haben nun reagiert.

Von Nico Juran

Gerne fällt beim Jubel über maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz unter den Tisch, dass Menschen die Systeme weiterentwickeln. Bei den Sprachassistenten bedeutet dieser menschliche Faktor, dass sich Mitarbeiter gezielt die Mitschnitte der Nutzer anhören, um der KI durch Bestätigung beziehungsweise Korrekturen den richtigen Weg zu weisen.

Weil diese jahrelange Praxis aber bis vor wenigen Monaten der Öffentlichkeit weitestgehend unbekannt war, schlugen vor einigen Wochen Meldungen über die manuelle Auswertung von Sprachaufzeichnungen bei Amazons Alexa hohe Wellen. Nach und nach wurde dann bekannt, dass das Anhören von Mitschnitten durch Mitarbeiter auch bei Apple Siri und Google Assistant gang und gäbe ist, ebenso bei Microsoft hinsichtlich der automatischen Skype-Übersetzungsfunktion.

Die Anbieter von Sprachassistenten bemühen sich seither um Schadensbegrenzung und verweisen darauf, dass ihre Systeme generell nur Mitschnitte von Sätzen anfertigen, denen das spezifische Aktivierungswort vorausgeht. Nur selten und unbeabsichtigt würden Privatgespräche aufgezeichnet und übermittelt. Unwidersprochen blieb, dass in den Aufzeichnungen mitunter Details wie Namen oder Ortsbezeichnungen zu hören sind, die Rückschlüsse auf die Identität des Sprechers erlauben.

Laut Google werden rund 0,2 Prozent der Aufzeichnungen nachträglich angehört, Apple und Amazon zufolge sind es weniger als ein Prozent.

Neue Eskalationsstufe

Nun mag man akzeptieren, dass sich diese Systeme nur durch manuelle Auswertung weiterentwickeln und optimieren lassen. Kritik hagelt es jedoch auch wegen der Art und Weise, wie die Unternehmen mit den besagten Mitschnitten umgehen.

Bei Amazon sollen nach einem Bericht der Welt am Sonntag befristete Angestellte die Daten teilweise von zu Hause aus auswerten. Einen im Programm tätigen Zeitarbeiter zitiert die Zeitung mit der Aussage, er arbeite wie viele seiner Kollegen vom Küchentisch aus. Amazon erklärte darauf, dass es einigen Mitarbeitern gestattet sei, von anderen Orten aus zu arbeiten. „Dabei gelten strenge Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien, an die sich jeder Mitarbeiter halten muss“, heißt es in der Stellungnahme des Konzerns laut des Zeitungsberichts. Insbesondere die Arbeit an öffentlichen Orten sei untersagt.

Für Google kam es noch schlimmer: Der belgische Sender VRT berichtete, von einem Whistleblower über 1000 Mitschnitte von Google Assistant erhalten zu haben. Aus den aufgezeichneten Gesprächen ließen sich zum Teil sensible personenbezogene Informationen aus der Privat- und Intimsphäre der Betroffenen entnehmen. Ferner sei ein nicht unerheblicher Teil der Aufnahmen aufgrund einer fehlerhaften Aktivierung der Lauschkfunktion entstanden. Weltweit sollen mehrere tausend Personen – auch bei Vertragsfirmen – damit beschäftigt sein, Audioschnipsel von Google-Home-Lautsprechern und der Google-Assistent-App auszuwerten.

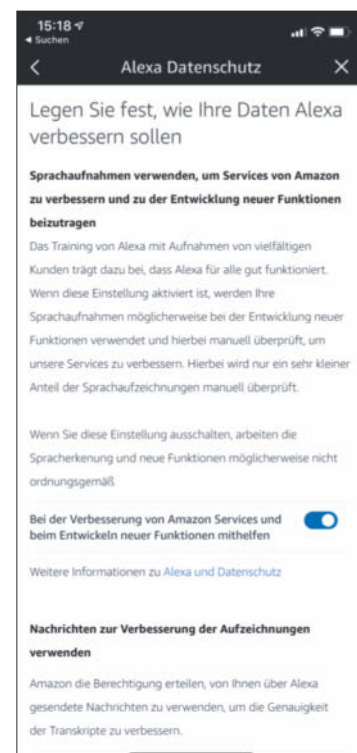
Auswertungsstopp

Der Hamburger Datenschutzbeauftragte Johannes Caspar äußerte daraufhin „erhebliche Zweifel“, ob diese Praxis mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) vereinbar ist und leitete ein Verwaltungsverfahren gegen den Internetkonzern ein. Die kalifornische Firma, die ihren Deutschlandsitz in Hamburg hat, reagierte laut Caspar prompt und erklärte sich bereit, ab dem 1. August die umstrittenen Transkriptionen von Sprachaufnahmen

für die Dauer von mindestens drei Monaten zu unterlassen. Diese Zusage beziehe sich auf die gesamte EU.

Auch Apple hat die Überprüfungen von Sprachaufnahmen seines Assistenzsystems Siri durch Mitarbeiter ausgesetzt (siehe S. 54). Das Unternehmen will künftig ausdrücklich eine Erlaubnis des Kunden dazu einholen. Zuvor hatte das Unternehmen die Transkriptionen nur in einem Sicherheitsdokument für Entwickler erwähnt. Wie Amazon und Google wies Apple bei der Einrichtung seiner Assistenzsysteme nicht ausdrücklich darauf hin, dass auch Mitarbeiter oder Dienstleister die Aufnahmen zu hören bekommen könnten.

Auch in der Alexa-App findet sich unter den Datenschutz-Einstellungen mittlerweile die Anmerkung, die Sprachaufnahmen werden „möglicherweise bei der Entwicklung neuer Funktionen verwendet und hierbei manuell überprüft, um unsere Services zu verbessern“. Davon sei nur ein „sehr kleiner Anteil“ der Mitschnitte betroffen. Doch Amazon lässt das Gängeln nicht ganz sein: Über dem Software-Schalter, der das ablehnt, prangt ein Warnhinweis, dass das Ausschalten möglicherweise Funktionen einschränkt. (nij@ct.de) **ct**



In den Datenschutz-Einstellungen der Alexa-App gibt es mittlerweile einen Hinweis auf die manuelle Auswertung von Sprachaufzeichnungen – und einen Schalter, um dieser zu widersprechen.

Einmalig(?) günstig

Bei Edeka kann man stark verbilligte Lizenzen für Windows und MS Office kaufen. Bitte helfen Sie uns herauszufinden, wie sauber diese Microsoft-Lizenzen aus dem Supermarkt sind.



Bei Edeka kann man zum Beispiel Microsoft Office als sogenannte Lizengo-Card kaufen und dann herunterladen.

Dieses Geschäftsmodell ist prinzipiell legal, sofern einige einleuchtende Voraussetzungen erfüllt sind. Dazu zählt, dass der Zwischenhändler, also Lizengo, überhaupt gültige Nutzungsrechte anzubieten hat, und dass durch den Weiterverkauf nicht mehr scheinbare Nutzungsrechte bei Käufern zustandekommen als Microsoft ursprünglich verkauft hat.

Nach unserer Berichterstattung erhielten wir zahlreiche Hinweise, die ausgelieferten Aktivierungsschlüssel seien sogenannte MAKs (Multiple Activation Keys), die Lizengo womöglich parallel an mehrere Kunden herausgebe. Das wäre illegal, weil es die Kontrolle über die Zahl der Aktivierungen untergräbt.

Mit Leserhilfe konnten wir dem amerikanischen Microsoft-Support die Auskunft entlocken, dass es sich zumindest bei einem Schlüssel, den uns Lizengo bei einem Testkauf geliefert hat, um einen MAK handelt. Das ist womöglich kein Einzelfall. Um das aufzuklären, benötigen wir Ihre Hilfe: Wenn Sie in der letzten Zeit Microsoft-Software von Lizengo erworben haben, starten Sie bitte in der Windows-Eingabeaufforderung das von uns entwickelte Skript Hash-MS-Key und geben Sie den fraglichen Aktivierungsschlüssel ein. Das Skript überträgt keinerlei Daten von Ihrem Rechner; es errechnet lediglich aus dem Schlüssel lokal einen SHA256-Hash, aus dem sich der Schlüssel nicht rekonstruieren lässt. Mailen Sie uns diesen Hash an die im Skript angegebene Adresse. Wir sammeln die Zusendungen und prüfen, ob sich darin Dubletten finden. Das Ergebnis lesen Sie in einer der nächsten c't-Ausgaben. (hps@ct.de)

c't-Skript: ct.de/y79f

Wir berichteten, dass einige Edeka-Supermärkte verdächtig billige Lizenzen für Windows und MS Office in Gestalt sogenannter Lizengo-Cards anbieten (heise.de/-4483497). Das Angebot schlägt hohe Wellen.

Kaufinteressenten fragen sich, ob sie damit legale Nutzungsrechte erwerben, Microsoft-Distributoren sind stocksauer über vermeintlich unlautere Konkurrenz, und Microsoft mauert. Quelle dieser Angebote ist kein suspekter Schwarzmarkt-Händler mit Sitz in Übersee, sondern die seriös anmutende Kölner Firma Lizengo. Sie vertreibt nach eigener Aussage nicht benutzte Microsoft-Lizenzen, die sie aus Überbeständen von Microsoft-Unternehmenskunden erworben hat.

Neu bei dpunkt

M. Knoll

Praxisorientiertes IT-Risikomanagement

Konzeption, Implementierung und Überprüfung

2. Auflage
2019, 452 Seiten
€ 46,90 (D)
ISBN 978-3-86490-655-8



U. Vigenschow · B. Schneider · I. Meyrose

Soft Skills für Softwareentwickler

Fragetechniken, Konfliktmanagement, Kommunikationstypen und -modelle

4. Auflage
2019, 376 Seiten
€ 36,90 (D)
ISBN 978-3-86490-697-8



P. Koning

Toolkit für agile Führungskräfte

Selbstorganisierte Teams zum Erfolg führen

2019, 192 Seiten
€ 26,90 (D)
ISBN 978-3-86490-628-2



A. Rüping

Gute Entscheidungen in IT-Projekten

Unbewusste Einflüsse erkennen, Hintergründe verstehen, Prozesse verbessern

2019, 204 Seiten
€ 29,90 (D)
ISBN 978-3-86490-648-0



R. Preißel · B. Stachmann

Git

Dezentrale Versionsverwaltung im Team Grundlagen und Workflows

5. Auflage
2019, 360 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-649-7



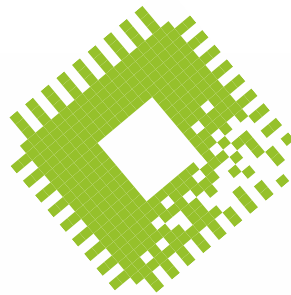
dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40
e-mail: bestellung@dpunkt.de
www.dpunkt.de

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

Bit-Rauschen

Intel verdaut den Epyc-Hieb, Alibaba setzt auf RISC-V



Jetzt muss AMD nur noch liefern: Der Epyc 7002 hält, was versprochen war – und Intel versucht, den Schaden zu begrenzen. Der chinesische Cloud-Gigant Alibaba wendet sich von AMD, Intel und ARM ab.

Von Christof Windeck

Jetzt ist er da und glänzt mit enormer Leistung: AMD hat den Epyc 7002 herausgebracht, siehe Seite 110. Eine Fülle neuer Epyc-„Rome“-Server (S. 45) macht Intels Xeons nun das Leben schwerer, auch Google greift zu. Als Rome-Konter aus dem Handgelenk kündigte Intel-Managerin Lisa Spelman für das erste Halbjahr 2020 einen 56-Kern-Xeon der neuen 14-nm-Generation Cooper Lake an. Der soll dann nicht mehr – wie der bisherige 56-Kerner Xeon Platinum 9200 – nur als fertiges Modul erhältlich sein, sondern in Wechselfassungen passen und auch weniger als 400 Watt verheizen. Doch Intel schneidet auch Zöpfe ab: Die hauseigene Omni-Path-Architecture (OPA), letztlich eine Abwandlung von Infiniband, kommt weg. Das trifft die angekündigte Version OPA 200, die eigentlich gegen Infiniband HDR mit 200 GBit/s vor allem in Super-

computern antreten sollte. Intel wollte OPA 200 in teure „F“-Xeons (F für Fabric) einbauen – aber PCIe-Karten sind flexibler. Nun dominiert die von Nvidia gekaufte Firma Mellanox den Infiniband-Markt, die längst schon PCIe-4.0-Karten für Infiniband und 100-Gbit/s-Ethernet liefert, die wiederum gut zu den neuen Epyc-Servern mit PCIe 4.0 passen – während die Xeons bei PCIe 3.0 festkleben.

IBM und die Partner in der Openpower Foundation entwickeln derzeit ihre OpenCAPI-Schnittstelle weiter: Microsemi stellt einen Speicher-Adapterchip für das Open Memory Interface (OMI) vor, der RAM über einen x8-Link mit rund 25 GByte/s anbindet. Ein solcher Speicherriegel heißt abgekürzt OMI-DDIMM, letzteres steht für Differential Dual Inline Memory Module. Damit lässt sich der Arbeitsspeicher kommender Power9-Server enorm erweitern.

RISC-V für China

Noch weit entfernt von solchen High-End-Geschwindigkeiten, aber trotzdem viel diskutiert ist die RISC-V-Technik. Der chinesische Handels-gigant Alibaba, der Amazons Vorbild auch mit einer riesigen Cloud-Dienstleistungssparte folgt, kündigt einen hauseigenen RISC-V-Prozessor mit 16 Kernen an. Alibaba hatte sich 2018 den Chipentwickler C-Sky aus Hangzhou einverleibt und daraus die Tochterfirma Pingtou Ge geschmiedet, zu deutsch Honigdachs. Die hat das bisher angeblich schnellste RISC-V-Design entwickelt: Die 16 Kerne des Black Iron 910 (Xuan Tie 910) sollen bis zu 2,5 GHz schaffen und mit einem ARM Cortex-A72 vergleichbar sein – letzteren kennt man beispielsweise aus dem Raspberry Pi 4. Beim Black Iron 910 handelt es sich allerdings nicht um einen kompletten Prozessor, sondern um einen sogenannten IP-Kern, der zur Integration in Systems-on-Chip gedacht ist. Ob solche dann dereinst auch außerhalb von Alibaba-Rechenzentren zu finden sein sollen, ist unklar. Auch Huawei ist Mitglied der RISC-V Foundation und entwi-

ckelt eigene Server-Chips, bisher aber noch mit ARM-Kernen.

Andere Experten tüfteln derzeit an einer Erweiterung der RISC-V-Befehlssatzarchitektur (ISA) für 3D-Grafik. Die Projektgruppe hat noch keinen Namen, aber die chinesische Firma Gowin und die US-amerikanische Pixilica haben erste Ideen auf der SIGGRAPH 2019 vorgestellt, und zwar im Rahmen der CHIPS Alliance. Letztere wiederum arbeitet unter dem Dach der Linux Foundation an RISC-V.

Personalwechsel bei AMD

Neu bei AMD ist nicht nur der Epyc 7002, sondern auch Ex-ATI-Mann Rick Bergmann als Chef der Sparte „Computing and Graphics“. Er ist der dritte auf diesem Posten in nur zwei Jahren: Er folgt auf Sandeep Chennakeshu, der nur wenige Monate durchhielt; davor war Saeid Moshkellani am Ruder, der es wiederum erst im August 2018 von Jim Anderson übernommen hatte. Die Webseite Wccftech spekulierte bereits, Lisa Su wolle Rick Bergman als Thronfolger aufbauen, um ihren eigenen Wechsel zu IBM einzuleiten, doch Lisa Su dementierte innerhalb kürzester Zeit: „Ich liebe AMD und das beste kommt noch“, ließ sie per Twitter wissen.

Intel ist unter anderem mit der neuen Spectre-Sicherheitslücke „Swaps“ beschäftigt, die sich nur unter Windows ausnutzen lässt, aber dort sämtliche bisherigen Patches umgeht. Das berichten Experten von Bitdefender auf der Black Hat USA 2019. Microsoft liefert neue Patches bereits aus, diesmal sind keine Microcode-Updates nötig.

Ansonsten stehen bei Intel erst einmal Notebooks im Fokus, zur IFA dürfte man die ersten mit Ice-Lake-U-Prozessoren sehen. Außerdem sind 15-Watt-Sechskerner alias Comet Lake-U zu erwarten. Der Comet Lake-S mit 10 Kernen für Desktop-PCs scheint eher ins nächste Jahr zu driften – bisher sind noch keine der üblichen „Leaks“ wie zufällig entschlüpfte Geekbench-Ergebnisse und versehentliche Online-Angebote zu finden, die neuen Prozessoren für gewöhnlich vorausseilen. Auch der zur Computex als lascher Ryzen-3000-Konter avisierte Core i9-9900KS mit 5 GHz Turbo auf allen Kernen materialisierte sich bisher nicht. Nur zu neuen Billigheimern tauchen Hinweise auf: Eine zweite „Refresh“-Generation der Gemini Lakes soll etwa als Celeron N4120 oder auch Pentium J5040 kommen.

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



Bild: Intel

Einige Xeon-SP liefert Intel auch als „F“-Version mit eingebautem OPA-Fabric (Anschluss unten), das nun aussterben wird.

Du hast ein Faible für Sicherheit? Wir auch.

Höchste Sicherheit für Deine Dateien – dank Zero-Knowledge-Verschlüsselung.



100%

**SERVERSTANDORT
DEUTSCHLAND**

Cloud Speicher HiDrive 1 TB

- ✓ Inklusive Zero-Knowledge-Verschlüsselung im Wert von 2,- €/Monat
- ✓ 1 TB Cloud Speicher
- ✓ Inklusive Basic-Protokolle im Wert von 4,- €/Monat

nur **1,-**

€/Monat für 6 Monate,
danach 7,50 €/Monat.
Einrichtung: 0,- €, statt 10,- €
Mindestlaufzeit: 12 Monate

Nur bis zum
30.09.2019:
Du sparst 121,- €
im ersten Jahr!

BIOS-Update repariert Ryzen-3000-Zufallsgenerator

AMD liefert Mainboard-Herstellern neuen Firmware-Code, sodass moderne Linux-Distributionen und das 3D-Spiel Destiny 2 nun auch mit der dritten Ryzen-Generation fehlerfrei laufen.

Die seit Anfang Juli erhältlichen Ryzen-3000-Prozessoren haben einen Fehler im Zufallsgenerator, der schwerwiegende Folgen nach sich zieht. So startet unter Windows das 3D-Spiel Destiny 2 nicht

und Linux-Distributionen, die eine aktuelle Version des System- und Service-Managers Systemd verwenden, hängen sich beim Systemstart auf.

Beim Anfordern von Zufallszahlen per RDRAND liefert der Prozessor ausschließlich mit 1-Bits besetzte Werte zurück, obwohl er zugleich die erfolgreiche Ausführung dieser x86-Instruktion per Carry-Flag bestätigt. Durch den immer identischen statt zufälligen Wert geraten Anwendungen und Betriebssystemkom-

ponenten so stark aus dem Tritt, dass sie sich festfahren.

Ursprünglich sollten BIOS-Updates von PC- und Mainboard-Herstellern den Fehler beheben, die Version 1.0.0.3ABA der AMD Generic Encapsulated Software Architecture (AGESA) enthalten. Beim Testen stellte sich allerdings heraus, dass diese Version den Durchsatz der PCIe-Verbindung zwischen CPU und Chipsatz ausbremst.

Mit **AGESA-Version 1.0.0.3ABB** sollen all diese Probleme der Vergangenheit angehören: Wir haben deshalb zunächst auf dem AM4-Mainboard Gigabyte X570 Aorus Master mit einem Ryzen 9 3900X die BIOS-Version F5g (AGESA 1.0.0.3AB) getestet, mit der Fedora 30 nach wenigen Sekunden mit zahlreichen Fehlermeldungen den Startvorgang abbrach. Nach dem Firmware-Update auf F5I (AGESA 1.0.0.3ABB) lief die Linux-Distribution fehlerfrei.

Bei älteren Mainboards mit Serie-300- und -400-Chipsatz unterbindet die neue AGESA-Version die Nutzung von PCI Express 4.0 mit Ryzen-3000-Prozessoren. Einige Hersteller hatten diese Funktion freigeschaltet, obwohl AMD sie von vornherein X570-Boards vorbehalten hat. (chh@ct.de)



Aktuelle Linux-Distributionen laufen nach einem BIOS-Update nun endlich auch auf Ryzen-3000-Systemen.

Superschnelle externe USB-SSD

Die SSD **SE800 von A-Data** richtet sich an Nutzer, die große Datenmengen auf einem externen Datenträger speichern wollen, ohne viel Zeit zu verlieren. Der externe Datenträger ist mit einem USB-C-Anschluss ausgestattet und erreicht an einem Desktop-PC oder Notebook mit USB 3.2 Gen 2 beziehungsweise SuperSpeed USB 10Gbps laut Hersteller einen Durchsatz von 1 GByte/s. Während des Transports sind die Daten durch das wasser- und staubdichte sowie stoßfeste Gehäuse gesichert (Schutzklasse IP68).

Die SE800 ist 44 Millimeter breit, 73 Mil-

limeter lang und 12 Millimeter dick. Erhältlich ist die 40 Gramm leichte SSD in Blau oder Schwarz. Mit 500 GByte Kapazität kostet die SE800 inklusive USB-C- und USB-A-Kabel 120 Euro. Für die 1-TByte-Variante verlangt A-Data 170 Euro. (chh@ct.de)



Klein, aber schnell: Die USB-SSD A-Data SE800 lässt sich mit bis zu 1 GByte/s beschreiben.

Kurz & knapp

Nvidia schaltet bei Version 431.70 des Studio-Treibers die 10-Bit-Ausgabe bei **GeForce-Grafikkarten** frei. Bisher ließ sich auf passenden Monitoren der größere Farbraum von 10 Bit pro Kanal bei Profi-Programmen wie Adobe Photoshop, Adobe Premiere oder Autodesk RV lediglich mit Karten der Quadro-Serie nutzen.

Der leistungsfähigste AM4-Prozessor **Ryzen 9 3900X** (3,8 GHz, Turbo: 4,6 GHz) mit 12 Kernen und 24 Threads war rund einen Monat nach Vorstellung bis Redaktionsschluss bei keinem deutschen Händler lieferbar. Größere Mengen erwarten die Händler erst für Ende August.

FPGA-Board (auch) als Flash-Emulator

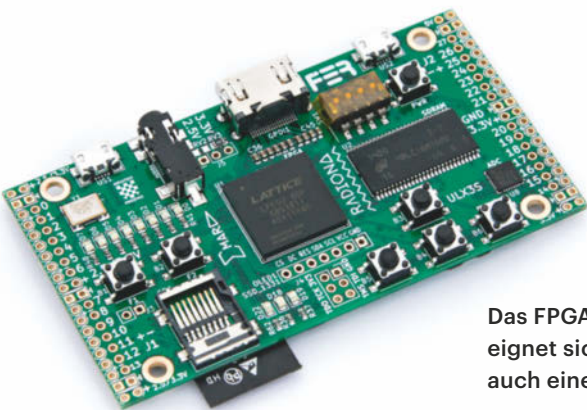
Das Open-Source-Entwicklerboard ULX3S kombiniert einen programmierbaren Logikchip (FPGA) mit 32 MByte DRAM, 16 MByte Flash-Speicher und mehreren I/O-Controllern für komplexe Projekte. Der Makerspace Radiona aus Zagreb kooperiert beim ULX3S mit der dortigen Uni und lässt es in Kleinserie fertigen.

Herzstück ist das FPGA Lattice ECP5 mit bis zu 84.000 logischen Elementen und 312 MHz Taktfrequenz. Darin lässt sich beispielsweise ein RISC-V-Prozessor oder ein FPGArduino realisieren. Es gibt 56 GPIO-Pins (28 differenzielle Paare, einige bis 1,5 A belastbar), einen 12-Bit-Analog-Digital-Wandler mit 1 MSample/s, Antennen für Frequenzen zwischen 27 und 433 MHz, eine batteriegepufferte Echt-

zeituhr sowie eine MicroSD-Fassung für Massenspeicher. Ein USB-2.0-Port, eine Klinkebuchse und ein schneller Digitalausgang (GPDI) sind direkt mit dem Lattice ECP5 verbunden. Der FTDI-Chip FT231XS bindet einen USB-Port zur JTAG-Programmierung an. Wer WLAN braucht, kann dazu ein ESP32-Modul auflöten.

ULX3S-Projekte finden sich bei GitHub ([ct.de/ytpm](https://github.com/ytpm)). Der Firmware-Experte Trammell Hudson hat den ULX3S in einen Emulator für SPI-Flash-Chips verwandelt (SPIspy). Je nach FPGA-Version kostet das ULX3S zwischen 60 und 200 US-Dollar. (ciw@ct.de)

ULX3S-Projekte: [ct.de/ytpm](https://github.com/ytpm)



Das FPGA-Entwicklerboard ULX3S eignet sich für FPGArduino oder auch einen SPI-Flash-Emulator.

Bild: Radiona

Kurz & knapp

Congatec liefert neue Prozessormodule im Format COM Express Type 6: Die Serie **Conga-**



TS370 ist mit Sechskern-Xeons mit 25 Watt lieferbar, aber auch mit stärkeren 45-Watt-Typen oder billigeren Dual-Core-Celerons. Bis zu 64 GByte DDR4-Speicher sind möglich, bei den Xeon-Versionen mit ECC-Fehlerschutz.

PCIe-Mini-Cards **erweitern kompakte Industrie-PCs um Schnittstellen** wie SATA, Gigabit Ethernet, RS-232, RS-422, RS-485 und WLAN. ICP Deutschland liefert solche Kärtchen vom Hersteller Cervoz für Betriebstemperaturen von bis zu 85 Grad Celsius.

ST Microelectronics erweitert die **Chip-Baureihe ST31 für Smartcards**: Der ST31P450 ist für kontaktlose Geld- und Bezahlkarten, digitale Ausweise und Pay-TV-Systeme gedacht. Dem ARM SecurCore SC000 auf Basis eine Cortex-M0 mit 55 MHz stehen 10 KByte RAM und 450 KByte Flash-Speicher zur Seite.

IHR INDIVIDUELLES SMART HOME. FLEXIBEL UND SICHER



Raumklima

Sicherheit & Alarm

Wetter & Umwelt

Licht & Schatten

- ✓ Über 90 Produkte aus verschiedenen Themenbereichen
- ✓ Anonyme Einrichtung und Nutzung des Systems lokal im Heimnetzwerk
- ✓ Fernzugriff über VPN oder Partnerlösungen
- ✓ VDE-Zertifizierung aller Hutschienengeräte

homematic IP
www.homematic-ip.com

Abschalten am Strand



Fernschalten über das Netzwerk mit den digitalen **Web-IOs** von Wiesemann & Theis.

- Zugriff über Web & App
- 24V oder 230V
- **Jetzt neu:**

230V-Fernschalter
mit bis zu
8 Kanälen



wut.de/abschalten

W&T
www.WuT.de

SSDs schneller und schlauer

Der Ausblick vom Flash Memory Summit

Rasante SSDs kombinieren PCIe-4.0-Controller mit superschnellen Flash-Chips. Als Computational Storage rechnen SSDs selbst – und die Preise fallen vielleicht bald langsamer.

Von Lutz Labs

Die Speicherchip-Hersteller stapeln bei ihren NAND-Flash-Chips immer höher: Samsung und SK Hynix fertigen jetzt 3D-Flash mit 136 beziehungsweise 128 Lagen, SK Hynix will es auf bis zu 800 Lagen bringen – aber wohl erst 2030. Aktuell entwickelt SK Hynix erst einmal Flash-Chips mit 176 Lagen. Die zusätzlichen Lagen steigern vor allem die Kapazität des einzelnen Chips beziehungsweise Silizium-Dies, von denen dann wiederum mehrere als Stapel in einem Gehäuse sitzen – bei microSD-Karten bis zu 16 Stück.

Toshiba will die Speicherkapazität zunächst auf andere Weise steigern: Das Unternehmen arbeitet an Penta Level Cells (PLC). Eine solche Speicherzelle soll 5 Bit speichern, also 32 verschiedene Zustände; aktuell sind Quad Level Cells (QLC) mit 4 Bit (16 Zustände).

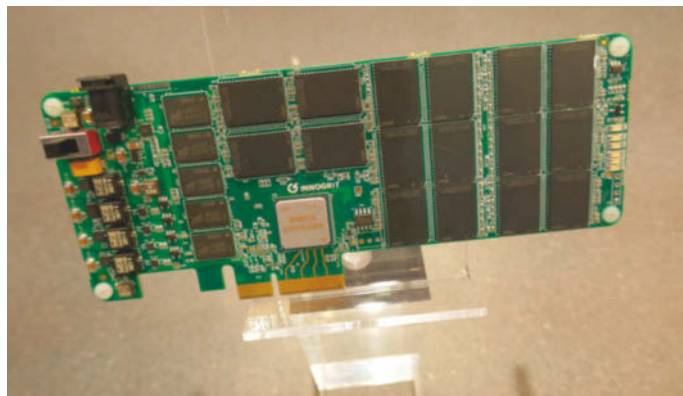
Wächst die Speichermenge pro Chip, sinken die Fertigungskosten pro Gigabyte und folglich die SSD-Preise. Doch die Flash-Firmen wol-

len ihre Fertigungskapazitäten nicht mehr so schnell ausbauen wie bisher – die Preise fielen für ihren Geschmack zu schnell. Derzeit ist eher ein Trend in Richtung High-End-SSDs zu sehen, nicht nur durch PCI Express (PCIe) 4.0, was Ryzen-3000-PCs und Epyc-7002-Server nun bereitstellen. Außer höherer Transferleistung sind auch kürzere Latenzen gefragt, die Toshiba XL-Flash für Storage Class Memory (SCM) bringen soll. Wie Intels Optane und Samsungs Z-NAND soll XL-Flash die Lücke zwischen DRAM und Flash füllen: günstiger als DRAM, haltbarer als Flash und nichtflüchtig.

XL-Flash speichert pro Zelle nur 1 Bit (Single Level Cell, SLC). Das allein reicht jedoch nicht, um die hohe Geschwindigkeit zu erreichen, sagte Jeff Ohshima von Toshiba: Man teilt den Speicher auch anders auf. Ein XL-NAND-Die besteht aus 16 sogenannten Planes; damit soll ein weit höherer Grad der Parallelisierung bei der Ansteuerung möglich sein als bei klassischen Dies. Zudem hat XL-Flash 4-KByte-Blöcke – sie sind kleiner als üblich und deshalb beim Überschreiben schneller. Die Serienfertigung von XL-Flash soll 2020 starten; während Samsung sein Z-NAND nur in eigene SSDs steckt, will Toshiba XL-Flash auch an andere SSD-Hersteller wie Memblaze verkaufen.

SSD-Controller

Auf dem Flash Memory Summit präsentieren sich erwartungsgemäß auch die Entwickler von



Das chinesische Unternehmen BiWin nutzt für seine PCIe-4.0-SSD den neuen SSD-Controller von Innogrit.

SSD-Controllern, großes Thema in diesem Jahr ist PCIe 4.0. Theoretisch sind damit 8 GByte/s Transferrate möglich, die ersten PCIe-4.0-SSDs schaffen aber erst rund 5 GByte/s. Phisons PS5018-E18 soll 2020 sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben bis zu 7 GByte/s erreichen.

Marvell betonte bei drei neuen SSD-Controllern die Energieeffizienz – aber sie erreichen in der Spitze nicht einmal 4 GByte/s und maximal 690.000 IOPS – das klappt auch mit PCIe 3.0. Interessant für künftige Billigrechner ist das Modell 88SS1323 für nur zwei PCIe-Lanes. Silicon Motions SM2264 soll 6,5 GByte/s beim Lesen erreichen, beim Schreiben noch 3,9 GByte/s. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen soll er bis zu 700.000 IOPS bewältigen.

Als Neuling kam Innogrit hinzu, ein Unternehmen, das vor rund drei Jahren von einigen ehemaligen Marvell-Experten gegründet wurde. Gleich vier Controller stellte Innogrit vor, darunter Rainier (IG5636) und Tacoma (IG5668) für SSDs mit PCIe 4.0.

PCIe-4.0-SSDs

Das chinesische Unternehmen BiWin zeigte zwei Modelle mit Innogrit-Controllern: eine PCIe-Steckkarte und eine U.2-SSD. Beide sollen beim Lesen rund 7 GByte/s erreichen, beim Schreiben noch 6 GByte/s – solche Werte hat Innogrit auch selbst versprochen. BiWin ist in Deutschland eher unbekannt, liefert aber SSDs für einige Workstations von HP.

Toshiba stellte die CM6 vor. Sie kommt im 2,5-Zoll-Gehäuse mit Doppelport-U.2-Anschluss und bis zu 30 TByte Speicherkapazität. In der Spitze soll sie rund 6,7 GByte/s schaffen.

Von SK Hynix stammt die Dualport-Serie PE8000, die bis zu 6,4 GByte/s sowie 1 Million IOPS erreichen soll. Im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2-Anschluss sind bis zu 64 TByte Kapazität geplant. Samsung will eine erste PCIe-4.0-SSD für Server noch 2019 liefern: Die PM1733 soll beim Lesen volle 8 GByte/s bringen und im U.2-Format bis zu 30 TByte speichern.

Das von Intel ins Leben gerufene Ruler-Format EDSFF kommt weiter in Fahrt. AIC zeigte einen Rack-Server mit zwei Xeons, der 32 kurze E1.S-SSDs fasst. Letztere stellten Adata und WD vor, SK Hynix brachte eine kundenspezifische SSD im langen E1.L-Format mit.

Eine weitere Bauform bringt Toshiba ins Spiel: XFMEExpress, kurz XFMe. Die winzigen SSDs sind potenziell viel schneller als MicroSD-Karten, weil sie ein, zwei oder vier PCIe-Lanes nutzen können. Anders als aufgelötete BGA-SSDs lassen sie sich aber auswechseln: Die Halterung mit Klappmechanismus ähnelt den SIM- und MicroSD-Fassungen in älteren Mobiltelefonen. Eine XFMe-SSD ist 18 mm × 14 mm groß und 1,4 mm dick.



Sogenannte NoLoad-Prozessoren (hier im EDSFF-Format) geben sich gegenüber dem Hostsystem als SSD aus und sollen die CPU entlasten.

Computational Storage

Für manche Aufgaben ist es sinnvoll, Daten nicht permanent zwischen SSD und CPU hin und her zu schaufeln, etwa beim Suchen oder Sortieren. Computational Storage hat eigene Rechenleistung, meldet sich aber gegenüber dem Hostsystem als SSD.

NGD Systems entwickelt SSDs mit bis zu 32 TByte Flash-Speicher und einem ARM-Prozessor. Dieser kann verschiedene Aufgaben mit den dort gespeicherten Daten erledigen, beispielsweise für Machine Learning.

Die NoLoad-Prozessoren von Eideticom wiederum unterstützen den Prozessor bei hoher Last durch Lesen und Schreiben zufällig verteilter Daten, die komprimiert werden sollen. Letzteres erledigen dann die NoLoad-Prozessoren. Das ist laut Eideticom wirtschaftlich, weil die Storage-Prozessoren günstiger sind als CPUs.

Die Flash-Experten verfeinern auch NVMe-over-Fabrics (NVMeoF) für verteilte Speichersysteme, disaggregierte Server und die sogenannte Composable Infrastructure immer weiter. Die Systeme sind per Ethernet (25/50/100 GBit/s) oder Infiniband angebunden, auch hier hilft PCIe 4.0. Über Zoned Namespaces bekommen Anwendungen einen exklusiven Zugang zu bestimmten Teilen einer SSD. Sie umgehen damit den Flash Translation Layer und schreiben direkt in die Flash-Zellen. Das soll nicht nur schneller sein, sondern auch die Write Amplification eliminieren: Garbage Collection ist unnötig, die SSDs brauchen weniger Overprovisioning und werden dennoch weniger beansprucht. Zoned Namespaces sollen in die Mitte 2020 erwartete Version 2.0 der NVMe-Spezifikation aufgenommen werden, die die Spezifikationen für NVMe und NVMeoF zusammenführen wird.

(ll@ct.de) **ct**

Kentix MultiSensor® SmartMonitoring Schützt Ihre IT Infrastruktur



Data-Center + IT-Rack +
kritische Infrastruktur



KLIMA



MONITORING



BRAND



E-MAIL / SMS / SNMP



EINBRUCH



APP

Komplette
Software integriert!

kentix.com

Neue Lücken verzögern neue WLAN-Verschlüsselung

Die ersten Lücken im kommenden WLAN-Verschlüsselungsstandard WPA3 wurden im April unter dem Namen Dragonblood bekannt (ct.de/-4393108). Die Wi-Fi Alliance (WFA) hat zwischenzeitlich ihre WPA3-Spezifikation nachgebessert. Aber Anfang August legten die Sicherheitsforscher Mathy Vanhoef und Eyal Ronen nach (ct.de/yn7m): **Zwei neue Lücken erlauben es Angreifern wieder Informationen auszulesen**, die bei den Krypto-Operationen des Protokolls entstehen, und daraus unter bestimmten Umständen das WPA3-Passwort zu ermitteln (Brute-Force-Angriff).

Die erste Lücke (CVE-2019-13377) trifft den Schlüssel-Austauschmechanismus, das Dragonfly-Protokoll: Im Frühjahr empfahl die WFA als Gegenmaßnahme zu Dragonblood, im WPA2/3-Mischbetrieb bestimmte elliptische Kurven bei der kryptografischen Schlüsselermittlung zu meiden und auf andere auszuweichen. Wie sich nun herausstellt, sind auch diese Kurven (Brainpool) für einen Seitenkanalangriff anfällig. Vanhoef und Ronen stellten dabei auch fest, dass die WLAN-Firmware des Chipherstellers Cypress für Embedded-Controller nachlässig arbeitet: Sie drehe im Algorithmus zur Seitenkanalabwehr im ungünstigsten Fall gerade mal 8 Runden, was Angriffe zwar erschwere, aber nicht verhindere. Eine SAE-Implementierung von Microsoft (ct.de/yn7m) macht mindestens 40 Runden.

Die zweite neue Lücke (CVE-2019-13456) trifft das seltener verwendete EAP-PWD-Verfahren (Extensible Authentication Protocol mit Passwort) in der Umset-

zung des Open-Source-Softwareprojekts FreeRADIUS. Hier schafften es Vanhoef und Ronen ebenfalls über einen Seitenkanalangriff, kritische Informationen zu gewinnen.

Die Forscher kritisieren die für die Entwicklung und Zertifizierung des WPA3-Standards verantwortliche Wi-Fi Alliance heftig. Ihr Vorgehen sei „im besten Fall unverantwortlich, im schlimmsten Fall unfähig“, weil WPA3 hinter verschlossenen Türen entwickelt wurde, statt die Security-Gemeinde öffentlich zu beteiligen.

Zwischenzeitlich erschien zwar schon ein Vorschlag, wie sich WPA3 gegen Seitenkanalangriffe besser rüsten ließe (ct.de/yn7m). Nach Einschätzung von Vanhoef kommt die WFA aber nicht um eine neue Fassung 3.1 des WPA-Verschlüsselungsstandards herum, die inkompatibel zu bestehenden 3.0-Implementierungen sein dürfte.

WLAN-fähige Geräte, die die Wi-Fi-6-Zertifizierung für den neuen WLAN-Standard IEEE 802.11ax erhalten wollen, müssen seit August 2019 WPA3 unterstützen. Ab Juli 2020 soll WPA3 Pflicht für alle neuen WLAN-Geräte werden. Ob die WFA diese Forderung auch für ein mögliches WPA 3.1 aufrecht erhält, wird für die Gerätehersteller spannend, weil dann unter Umständen eine neue, kostenträchtige Zertifizierung nötig werden könnte.

(Fabian Scherschel/ea@ct.de)

WPA3-Angriffe, Seitenkanalschutz:
ct.de/yn7m



c't-Sonderheft für Admins

Wenns im Netz mal nicht rund läuft, ist der Admin gefordert: Klemmt der Server? Hakt es bei den Clients? Oder spinnt der Router? Das neue Sonderheft für Administratoren von kleinen und größeren Netzen umfasst aktualisierte c't-Beiträge, die sich um Fehlerdiagnose, Reparatur, Ertüchtigung und Erweiterung der Infrastruktur sowie Netzwerk-Monitoring drehen. **c't Admin 2019** ist ab dem 19. August für 12,90 Euro im Handel zu haben.

(ea@ct.de)

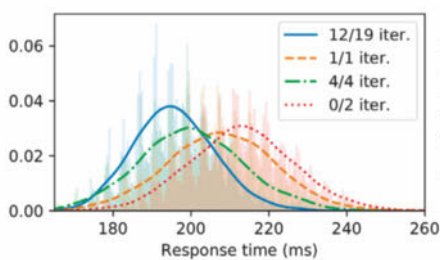
Kurz & knapp: Netze

Der VPN-Provider **NordVPN** nimmt das **WireGuard-Protokoll** ins Programm: Das Eigengewächs „NordLynx“ soll mit doppelter Adressumsetzung (Double NAT) das Problem der festen Client-Adressen von WireGuard lösen und so die Privatsphäre der Nutzer besser schützen. Die Technik lässt sich mit dem NordVPN-Client für Linux erproben.

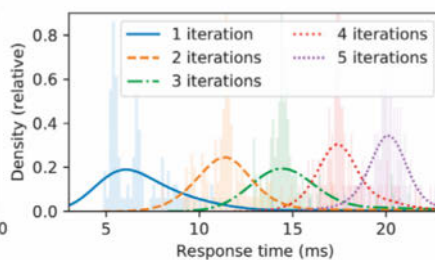
An **LiFi**, dem optischen Pendant zu **WiFi (WLAN)**, arbeiten Forscher schon länger. Mit 6 Millionen Euro Förderung soll nun ein Konsortium von Unternehmen und Wissenschafts-Partnern im EU-Projekt ELIoT (Enhance Lighting for the Internet of Things) über die nächsten drei Jahre Massenprodukte entwickeln und LiFi zum Durchbruch verhelfen.

Der neue WPA3-Crack

Mathy Vanhoef und Eyal Ronen hatten auch beim nachgebesserten WPA3 Erfolg mit Timing-basierten Seitenkanalangriffen, desgleichen bei der in APs verwendeten EAP-PWD-Implementierung von FreeRADIUS.



(b) WPA3 AP with Brainpool curve 29.



(c) EAP-pwd client with curve P-256.

Neue Server mit AMD Epyc 7002 „Rome“

Mit der neuen Generation „Rome“ der Epyc-Serverprozessoren stößt AMD in wesentlich höhere Leistungsbereiche vor und ermöglicht PCI-Express-4.0-Erweiterungen, siehe S. 110. Die Neulinge laufen zwar auch auf bisherigen Mainboards mit einer oder zwei LGA4094-(SP3-)Fassungen. Doch **für PCIe 4.0 und DDR4-3200 sind neue Server-(Mainboards)** nötig, die viele Hersteller ankündigen. Darunter sind mehr Server-(boards) für zwei Prozessoren, bisher gab es eher „Single-Socket“-Hardware für nur je einen Epyc.

Gigabyte bringt gleich 17 neue Server-Varianten heraus sowie die für PCIe 4.0 und DDR4-3200 überarbeitete Version MZ32-ARO des Serverboards MZ31-ARO. Single- und Dual-Epyc-7002-Server baut Gigabyte als Rack-Einschübe mit 1 oder 2 Höheneinheiten (1/2 HE) und mit bis zu 24 Hotswap-Plätzen für 2,5-Zoll-NVMe-SSDs oder SATA-/SAS-Platten. Besonders dicht gepackt sind die Vier-Knoten-Chassis der Serie H262-Z60, die vier Dual-Epyc-Maschinen auf 2 HE unterbringen: Das ermöglicht bis zu 256 Kerne beziehungsweise 512 Threads pro HE, also mehr als 10.000 Kerne in einem einzigen Rack.

Asus verkauft ab September das Serverboard KRPA-U16 für einen Epyc 7002 sowie den 1-HE-Server RS500A-E10 in einer Version für zwölf 2,5-Zoll-Laufwerke oder NVMe-SSDs. Später sollen billigere Versionen des RS500A für vier 3,5-Zoll-Platten kommen sowie die RS720A- und RS700A-Maschinen für je zwei Epycs.

Tyan bringt das neue Single-Socket-Serverboard S8036 und setzt es auch im Server-Barebone TS65-B8036 ein.

Supermicro überarbeitet die Epyc-Palette, die Neulinge heißen H12. Wie bei Gigabyte gibt es außer klassischen 1- und 2-HE-Einschüben auch 2-HE-Chassis für vier Knoten, die bei Supermicro H12 BigTwin heißen. Supermicro gehört zu den wenigen Anbietern, die jetzt schon 4 TByte RAM pro CPU beziehungsweise 8 TByte für Dual-Socket-Systeme erwähnen. Dafür sind aber sehr teure 256-GByte-DIMMs nötig. Quanta Cloud Technologies (QCT) hat ebenfalls 1- und 2-HE-Epyc-Server im Angebot sowie das 4-Knoten-System Quantaplex mit 2 HE. Viele der neuen Server nehmen Netzwerkadapter im Open-Compute-(OCP)-Mezzanine-Format auf.

Besonders wichtig für AMD sind Epyc-Systeme der großen Servermarken

Cisco, Dell, HPE und Lenovo. HPE und Lenovo melden jeweils Rekordwerte für ihre Epyc-7002-Maschinen, insgesamt in über 30 (Teil-)Benchmarks und auch bei der Energieeffizienz.

Lenovo offerierte bisher keine Epycs und steigt nun mit den Single-Socket-Maschinen ThinkServer SR635 (1 HE) und SR655 (2 HE) ein. Mit zunächst bis zu 2 TByte RAM sowie vielen NVMe-SSDs und PCIe-4.0-Karten können sie laut Lenovo Dual-Xeon-Systeme ablösen und Software-Lizenzkosten sparen, etwa für den VMware-Hypervisor. Außerdem empfiehlt Lenovo die Maschinen für den Einsatz in großen Videoüberwachungssystemen. HPE bestückt die schon lieferbaren Server ProLiant DL325 (1 HE, Single Socket) und DL385 (2 HE, Dual Socket) jetzt auch mit Epyc 7002. Dell bringt seine Epyc-Neuheiten erst später im Jahr heraus. (ciw@ct.de)

Gigabyte bringt 17 Server-Varianten für den AMD Epyc Rome mit PCIe 4.0 auf den Markt, darunter 2-HE-Chassis mit vier dicht gepackten Dual-Socket-Servern.

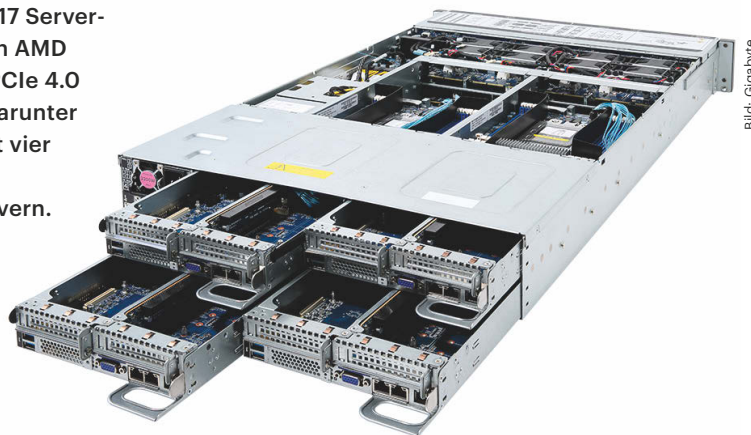


Bild: Gigabyte



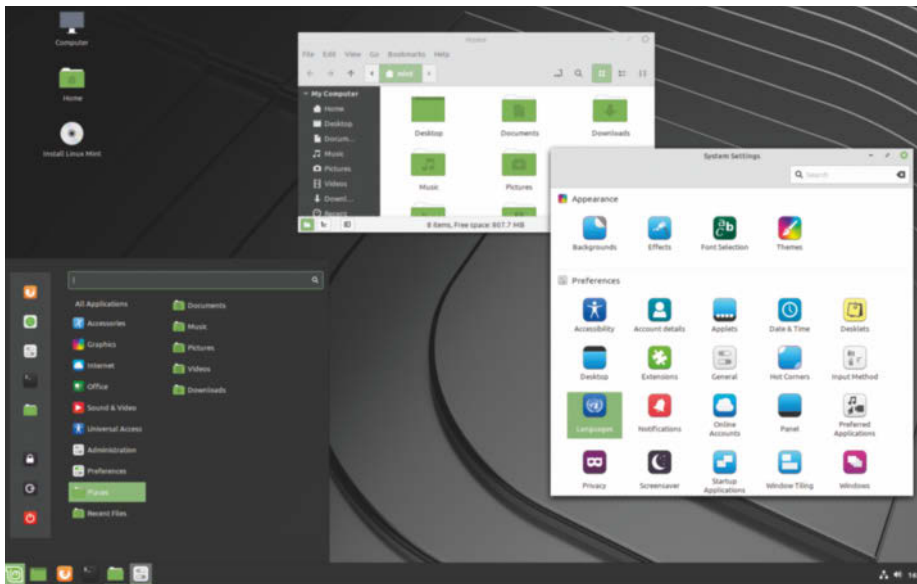
USB-Geräte über das Netzwerk verfügbar machen – mit der USB Deviceserver Reihe

Ihre Vorteile

- Umfassendes Sicherheitspaket: Verschlüsselung, Passwortschutz, Zugangskontrolle
- Unterstützt eine Vielzahl an USB-Geräten, z.B. Scanner, externe Festplatten, Kamera uvm.
- myUTN-2500: Isochroner USB Modus zur Übertragung von Audio-Videodaten
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Bis zu 60 Monate Garantie
- Kostenlose Updates und weltweiter Support



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



Feinschliff

Linux Mint 19.2 „Tina“

Das neue Linux Mint 19.2 bringt die aktuelle Version des Cinnamon-Desktops mit. Gefeuert wurde außerdem an vielen Stellen der Linux-Distribution und an den eigenen Mint-Tools.

Von Liane M. Dubowy

Große Neuerungen fehlen in der Anfang August veröffentlichten Version 19.2 der Linux-Mint-Distribution. Stattdessen haben die Entwickler das solide Linux weiter verfeinert, einige Kanten abgeschliffen und hier und da eine neue Funktion ergänzt.

Linux Mint 19.2 „Tina“ nutzt die solide Paketbasis des langzeitunterstützten Ubuntu 18.04, das mittlerweile mit dem

zweiten Point-Release 18.04.2 einen neuen Kernel und aktuellere Treiber erhalten hat. Unter der Haube arbeitet daher der Linux-Kernel 4.15. Linux Mint 19.2 ist ebenfalls ein Release mit Langzeitunterstützung und wird bis 2023 Updates erhalten.

Jedes der drei verfügbaren ISO-Images startet ein Live-System – wahlweise mit Cinnamon-, Mate- oder Xfce-Desktop. Der Ubuntu-Installer verfrachtet das System bei Bedarf auf die Festplatte oder SSD. Das englischsprachige Live-Linux bringt ebenso wie das installierte System eine Rundum-Ausstattung mit und ist damit vielseitig einsetzbar, unter anderem sind das LibreOffice-Büropaket, die Bildbearbeitung Gimp, der Mailclient Thunderbird, der Firefox-Browser und ein Mediaplayer dabei. Statt Canonicals Paketformat Snap richtet Mint zusätzlich Unterstützung für das konkurrierende Flatpak ein, was weitere Software von Flathub bereitstellt. Das Live-System bringt mit Boot-Repair ein neues Tool mit, das bei Boot-Konfigurationsproblemen helfen soll. Übrigens: Der Live-System-Benutzer heißt „mint“ und hat kein Passwort.

Linux Mint 19.2 macht es jetzt noch leichter, den passenden Linux-Kernel auszuwählen. Das Tool mintupdate bringt dafür eine eigene Oberfläche mit, die nicht nur alle verfügbaren Kernel auflistet, sondern jetzt auch zeigt, wie lange diese noch unterstützt werden. Das Tool installiert oder entfernt mehrere Kernel in einem Rutsch. Ein neuer „Kernel entfer-

Sie sind **Artificial Intelligence Spezialist (m/w/divers)** und erwecken gern Dinge zum Leben?



Artificial Intelligence hat das Potenzial, Unternehmensprozesse und Geschäftsmodelle radikal zu verändern. Als IT-Beratungsunternehmen unterstützen wir unsere Kunden beim sinnvollen Einsatz künstlicher Intelligenz und treiben Prozessoptimierungen voran.

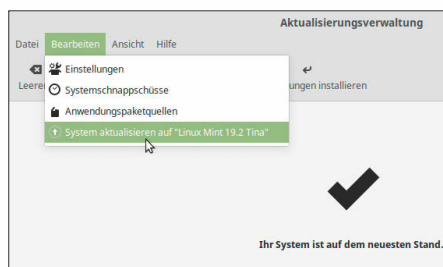
nen“-Button soll das Deinstallieren überflüssiger Kernel erleichtern, auf Wunsch passiert das auch automatisch. Diese Version führt außerdem Kernel-Varianten (kernel flavors) ein, zwischen denen man wechseln kann. Neu in mintupdate ist, dass man vor dem Einspielen von Aktualisierungen einzelne Pakete per Kontextmenü auf die „Negativliste“ setzen und sie damit vom Update ausnehmen kann.

Der Software-Manager mintinstall zeigt in der neuen Version einen Ladebildschirm beim Aktualisieren des Caches. Manuell installierte Software sollte das Tool jetzt ebenfalls erkennen. Fehlt ein Signatur-Key, hilft ein neuer Menüpunkt dabei, diesen herunterzuladen. Optisch etwas überarbeitet wurde auch das Tool „Systemberichte“, wie mintreport auch heißt. Die hier versammelten Systeminformationen lassen sich beispielsweise bei der Fehleruche leicht in Foren übertragen.

Die Mint-Entwickler haben die Zeit seit dem letzten Release außerdem dazu genutzt, um die XApps der Distribution zu verfeinern, darunter auch den Bildbetrachter Pix, den Texteditor Xed und den PDF-Betrachter Xreader.

Bessere Performance mit Cinnamon 4.2

Die Cinnamon-Edition der Linux-Distribution kommt mit der neuesten Version 4.2 der im Mint-Team entwickelten Desktop-Umgebung Cinnamon. Diese wurde auf Performance optimiert und soll deut-



Sind alle Updates in Mint 19.1 eingespielt, kann man auf 19.2 upgraden.

lich weniger Arbeitsspeicher beanspruchen – allerdings ist das auch noch abhängig vom installierten Grafiktreiber. Verbessert wurde auch der Windowmanager Muffin. Das An- oder Abschalten von Vsync erfordert jetzt keinen Neustart des Desktops mehr.

Heißen zwei Einträge im Anwendungsmenü gleich – beispielsweise „Text Editor“ – dann ergänzt Cinnamon nun weitere Informationen (etwa „(Gedit)“ oder „(Flatpak)“). Zu schmale oder anderweitig nervende Scrollbars sind über die Systemeinstellungen konfigurierbar, können also breiter gezogen werden.

Der Dateimanager Nemo kann häufiger genutzte Ordner und Dateien anpinnen, sodass sie oben erscheinen und fett hervorgehoben sind. Auch die Samba-Unterstützung des Cinnamon-Desktops wurde verbessert, beim Einrichten von Shares sollen bessere Hinweise bei der Fehlerbehebung helfen, wenn die Verbindung nicht klappt.

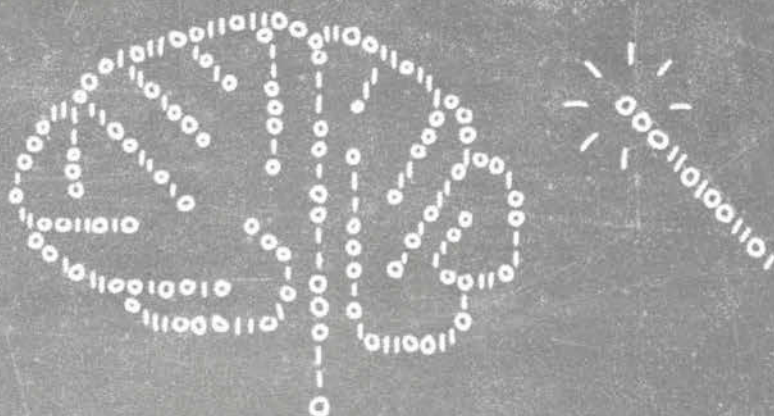
Cinnamon 4.2 merkt sich standardmäßig die zuletzt verwendeten Dokumente. Wer das nicht will, kann die Option in den Einstellungen unter „Datenschutz“ deaktivieren. Wie gewohnt bringt auch diese Mint-Ausgabe eine Reihe neuer Hintergrundbilder mit, die die Community beigesteuert hat. Das Standard-Desktop-Theme wurde überarbeitet, zeigt bessere Kontraste und nutzt statt der bisherigen Standardschrift Noto die Ubuntu-Schriftart.

Mint-Installation

Ein bereits installiertes Linux Mint 19.1 lässt sich bequem mit der Aktualisierungsverwaltung auf den aktuellen Stand bringen. Unter „Bearbeiten“ findet sich dazu nach dem Einspielen aller verfügbaren Updates der Menüpunkt „System aktualisieren...“.

Für die Neuinstallation stellt die Projekt-Website Installationsmedien für Linux Mint 19.2 zum Download bereit. Anders als Ubuntu liefern die Mint-Entwickler zur Installation nicht nur ein ISO-Image für 64-Bit-x86-Systeme, sondern auch eines für ältere 32-Bit-Systeme. Doch nur ersteres bootet auch mit UEFI. Mindestens 1 GByte Arbeitsspeicher, 15 GByte Platz auf der Festplatte oder SSD und eine Bildschirmauflösung von 1024 × 768 sind für die Installation erforderlich. Empfohlen werden 2 GByte RAM und 20 GByte Speicherplatz.

(lmd@ct.de) **ct**



**Lufthansa
Industry Solutions**

LHIND.de



Kommen Sie an Bord: www.lhind.de/ki-jobs

Be who you want to be
Be **Lufthansa.com**

Mobil mit Stift

Samsung Galaxy Note 10 und Tab S6 mit Stift und verbesserter Kamera

Mit einem Stift malt, schreibt, notiert, korrigiert, skizziert und kritzelt man schneller und präziser auf dem Display als mit dem Finger. Für Android finden Stift-Fans nur bei Samsung passende Geräte – und die nun mit aktueller Hardware und verbesserter Kamera.

Von Alexander Spier und Jörg Wirtgen

Bisher bekam jedes Smartphone der Note-Serie ein größeres Display als der Vorgänger, jetzt erscheint das Stift-Handy erstmals in zwei Größen: als Note 10 mit 6,3- und als Note 10+ mit 6,8-Zoll-Display. Letzteres übertrifft damit und auch mit der Auflösung von 3040 × 1440 Pixel den Vorgänger Note 9 und die meisten anderen Smartphones auf dem Markt.

Das Note 10 hingegen hat abgespeckt und liegt aufgrund des nahezu vollflächigen und an den langen Seiten abgerundeten Displays angenehmer in der Hand als das Note 10+ und der Vorgänger Note 9. Mit 7,2 cm × 15,1 cm und 170 Gramm ist es sogar knapp kleiner als Samsungs stiftloses Flaggschiff Galaxy S10+. Die Displayauflösung sinkt auf 2280 × 1080 Punkten, was immer noch 401 dpi ergibt, sodass keine einzelnen Pixel zu sehen sind. Das Note 10+ wiegt 200 Gramm und misst 7,7 cm × 16,2 cm – ähnlich breit und etwas kürzer sind das Apple iPhone Xs und Huawei P30 Pro, die haben aber nur 6,5-Zoll-Displays.

Die Bildschirme leuchten mit 800 bis 1200 cd/m² besonders hell, sie dürften auch im Sonnenlicht ablesbar sein. Die Frontkamera sitzt hinter einem kleinen Loch mittig oben im Display; auch der Fingerabdruckscanner ist nun im Display statt beim Note 9 auf der Rückseite untergebracht. Der Knopf zum Aktivieren

des hierzulande wenig nützlichen Sprachassistenten Bixby entfällt. Für Stereoklang im Querformat dienen der Lautsprecher zwischen Stiftgarage und USB-C und ein weiterer am gegenüberliegenden Rand.

Kameras und Prozessor

Die Kamera entspricht weitgehend der des Galaxy S10+. Auf der Rückseite liegen drei Linsen für Tele-, Normal- und Weitwinkelaufnahmen mit zweimal 12-Megapixel- und einmal 16-Megapixel-Sensor dahinter. Die Telelinse ist etwas lichtstärker geworden (f/2,1 statt f/2,2), vergrößert aber weiter nur zweifach – an längere Teles wie das fünffache im Huawei P30 Pro traut Samsung sich weiter nicht heran. Die Hauptkamera bekommt eine zwischen f/1,5 und f/2,4 umschaltbare Blende. Beim Note 10+ gibt es zusätzlich eine Tiefenkamera für verbesserte künstliche Unschärfe und ein paar AR-Spielchen.

Die amerikanischen Note-Varianten stattet Samsung mit dem Prozessor Snapdragon 855 von Qualcomm aus. Die für Europa vorgesehenen Varianten laufen

mit dem nagelneuen Exynos 9825 von Samsung selbst. Er hat acht Kerne: zwei schnelle von Samsung designte, zwei Cortex A75 von ARM und vier stromsparende Cortex A55. Der Chip wird in 7 nm Strukturbreite gefertigt und soll sparsamer sein als die Vorgänger. Vor allem gibt es eine Variante mit 5G-Modem Exynos 5100. Dadurch ist Samsung nicht mehr wie beim Galaxy S10 5G auf 5G-Modems von Qualcomm angewiesen; dort musste dem Exynos 9820 als 5G-Modem noch das Snapdragon X50 zur Seite stehen.

Samsung steckt ins Note 10 üppige 8 GByte RAM und 256 GByte Flash. Ins 10+ kommen gar 12 GByte und optional 512 GByte Flash. Die LTE-Versionen sind Dual-SIM-fähig, das Note 10+ 5G allerdings nicht, es ist zudem auf 256 GByte Flash beschränkt. Eine eSIM (siehe c't 3/2019, S. 104) ist nicht eingebaut. Das Note 10+ hat einen MicroSD-Slot, allerdings passt dann die zweite SIM nicht mehr. Beim Note 10 ist der MicroSD-Slot entfallen.

Ebenfalls unerfreulich: Anders als bei den Vorgängern gibt es keine 3,5-mm-Audiobuchse, Kopfhörer finden nur per USB-C Anschluss. Samsung begründet das mit einem Platzgewinn für den Akku und legt drahtlose In-Ears bei, aber keinen Adapter von USB-C auf Audio. Der Akku des Note 10+ fasst 4300 mAh, tatsächlich etwas mehr als beim Note 9 und S10+; der des Note 10 fällt deutlich kleiner aus, nur 3500 mAh. Beiden liegt ein 25-Watt-Netzteil bei. Das Note 10+ lädt mit einem stärkeren Netzteil sogar mit bis zu 45 Watt. Drahtlos sind mit dem passenden Dock bis zu 20 Watt drin. Beide laden wie



Das Note 10 (links) gibt es in Schwarz, Rosa und einem Aura Glow genannten Schimmereffekt. Das 10+ (rechts) kommt in Schwarz, Weiß oder Aura Glow.

das Galaxy S10 andere Geräte per Qi, etwa eine Smartwatch.

Stift mit Gesten

Wie gehabt erkennt der ins Display integrierte Digitizer den S Pen genannten Stift samt Druckstufen. Zusätzlich ist der Stift seit dem Note 9 per Bluetooth LE mit dem Handy gekoppelt, er signalisiert darüber eine Betätigung seiner seitlichen Taste. Das funktioniert auch aus ein paar Metern Entfernung, sodass der Stift beispielsweise als Foto-Fernauslöser dient. Neu ist ein Gyrosensor im Stift, der (bei gedrückter Taste) auch Gesten erkennt. Bewegt man den Stift oder macht eine Kreisbewegung, führt das Smartphone eine verknüpfte Aktion aus. Bisher funktioniert das nur in die Kamera-App, wo man beispielsweise durch die Zoomstufen schaltet. Die Befehle stehen aber auch anderen App-Entwicklern zur Verfügung. Beim ersten Ausprobieren hakte es hier und da, besonders die Drehbewegungen zum Zoomen waren gewöhnungsbedürftig. Der Stift hat einen

kleinen Kondensatorakku, der für Bluetooth und Gyrosensor benötigt wird – Schreiben klappt auch bei leerem Stift-Akku.

Das Note 10 kostet 950 Euro. Das Note 10+ startet bei 1100 Euro mit 256 GByte, mit 512 kostet es 1200 Euro. Die 5G-Variante mit 256 GByte ist ebenfalls für 1200 Euro erhältlich. Ausgeliefert wird ab dem 23. August. Installiert ist das aktuelle Android 9 mit Samsungs optisch angepasster Oberfläche. Updates aufs kommende Android Q sollen folgen, allerdings nannte Samsung keinen Zeitplan. Nach bisherigen Erfahrungen dürfte es im Frühjahr soweit sein.

Galaxy Tab S6

Auch das Tablet Galaxy Tab S6 hat Samsung aufgefrischt. Es tritt die Nachfolge des S4 an – den Namen S5 überspringt Samsung, obwohl es verwirrenderweise ein S5e gibt (siehe Test in c't 15/2019). Vor allem beim S Pen will Samsung nachgebessert haben. Er dient nun wie beim

Note auch als Fernbedienung, erkennt Gesten und ist per Bluetooth gekoppelt.

Bei Nichtbenutzung wird der Stift magnetisch in einer Mulde auf der Geräte rückseite gehalten – eine solche Option fehlte dem S4. Dort lädt er auch.

Erstmals bei einem Tablet hat Samsung auf der Rückseite zwei Kameras eingebaut, neben der Hauptkamera sitzt eine Ultraweitwinkelkamera. Beim Display handelt es sich wie beim Vorgänger um ein 10,5 Zoll großes OLED. Der optische Fingerabdrucksensor liegt unter dem Display. Angetrieben wird das Tab S6 von Qualcomms Snapdragon 855 mit 8 GByte Hauptspeicher.

Das Tab S6 ist laut Samsung ab Ende August in Grau, Blau und Rosa erhältlich. Mit 6 GByte Hauptspeicher und 128 GByte Flash kostet es 750 Euro, als LTE-Variante mit 8 GByte RAM und 256 GByte Flash 900 Euro. Der S Pen ist in beiden Varianten inklusive. Es gibt auch wieder eine Hülle mit Tastatur und Aufstellfuß – für 180 Euro. (jow@ct.de) **ct**



We are a one-stop battery supplier.

Berlin ruft Mildenberg

Wie das Chaos Communication Camp ins Internet kommt

Kabelsalat ist gesund – aber frei durch Wald und Flur verlegt, das hat der Chaos Computer Club leidvoll erfahren, können Kabel leicht Opfer aggressiver Nager werden. In diesem Jahr hat der CCC erstmals Helfer gefunden, die „mal eben“ zwei Richtfunkstrecken in die Brandenburger Provinz zum Chaos Communication Camp aufgesetzt haben.

Von Dušan Živadinović

Der Chaos Computer Club richtet vom 21. bis zum 25. August im Ziegeleipark Mildenberg das sechste Chaos Communication Camp aus (kurz CCCamp). Auch dieses Mal erwarten die Organisatoren tausende Hacker, Künstler und Maker aus aller Herren Länder zur weltweit größten Hacker-Veranstaltung unter freiem Himmel.

Etwas wird aber anders sein: Bisher war das CCCamp per frei über Stock und Stein verlegter Glasfaser ans Internet angebunden, doch unidentifizierte Nagetiere fanden Geschmack am Kabel. Nun sollen Richtfunkanbindungen als Backups Totalausfälle verhindern.

Die Mildenberger Ziegelei bietet mit ihren Schornsteinen gute Voraussetzungen für den Richtfunk, der direkte Sichtverbindung zwischen den Endstellen erfordert. Wie gut die Voraussetzungen sind, davon war selbst der Berliner Sponsor der Richtfunktechnik, serve-u, überrascht: Deren Mitarbeitern gelang es, eine Brücke über 57 Kilometer direkt bis zum Fernsehturm am Berliner Alexanderplatz zu schlagen. Üblich sind Strecken unter 20 Kilometern. In Google Maps findet man den Ziegelei-

park unter den Koordinaten 53.029666N und 13.304354E und den Turm am Alex unter 52.520829N, 13.409304E.

Wir haben Clemens Schrimpe und Phillip Sünderhauf von serve-u während der Aufbauphase gesprochen („Sind just im Feld, am Schornstein.“).

c't: Ihr habt viel Aufwand betrieben, um das kommende CCCamp zusätzlich per Richtfunk ans Internet anzubinden. Leuchtet jetzt der Himmel über Berlin heller als vorher?

Clemens Schrimpe: (lacht) Ich denke nicht – aber beim Camp sind ja viele Lichtkünstler am Start. Vielleicht können die uns noch was Buntes an den Richtstrahl hängen?

c't: Wie kam es dazu, dass ihr euch für das Camp engagiert?

Schrimpe: Wir wurden gefragt. Beim letzten Mal ging eine Glasfaser 2,5 Kilometer quer durchs Land und fiel prompt zwei Mal den Knabbergelüsten von Nagetieren zum Opfer. Also dachten sich die Veranstalter, sie fragen mal nach einem knabberfesten Backup für die Glasfaser der Internetmanufaktur.

c't: Von wem stammt die Hardware?

Schrimpe: Die Sender stammen von einer Firma aus dem lettischen Riga, die Schüsseln von Firmen aus Israel und den USA.

c't: Was gehört zum Equipment dazu?

Schrimpe: Es wird jede Menge Rigging-Zeug, also Rohre, Klemmschellen, Safeties et cetera benötigt, dann Outdoor-Netzwerk-Hardware wie Switches, Glasfaserkabel und natürlich fach- und arbeitsschutzgerechte Ausrüstung zum Klettern am Schornstein und auch zum Besteigen des Fernmeldeturms in Gransee.

c't: Was kostet die Ausstattung?

Phillip Sünderhauf: Das geht schnell in die Tausender. RiFu bei 80 GHz bis 10 Gigabit kostet rund 10.000 Euro. Das ist aber nur Hardware in der Kiste ohne alles.

c't: Womit fängt man an, wenn man eine Richtfunkstrecke aufsetzen will – Kaffee kochen und planen? Oder macht ihr das mittlerweile intuitiv?

Sünderhauf: Bei mir: Kaffee! Dann klären, ob eine Sichtverbindung besteht und welche Bandbreite gewünscht ist. Parallel Link mit 99,995 Prozent Verfügbarkeit berechnen und dafür Frequenz, Hardware, Sendeleistung und derartiges planen. Wenn alles passt, vor Ort die Montage und Leitungsführung abklären. Wir machen das routiniert, aber es bleibt ein Handwerk, das akribisch ausgeführt werden möchte.

c't: Bei wem stellt ihr den Antrag für die Funkfrequenzen?

Sünderhauf: Da muss man lizenzierte und nicht lizenzierte Funkbänder unter-



Bild: Andreas Buchholz, serve-u

Eine Schüssel, die die 57 Kilometer vom CCCamp zum Alexanderplatz überbrückt, ist bereits am Schornstein im Ziegeleipark angebracht.

scheiden. Die lizenzierten beantragen wir bei der Bundesnetzagentur in Berlin.

c't: Wie lange dauert das Genehmigungsverfahren?

Sünderhauf: Das hängt vom Antrag ab. Wenn er plausibel ist und ein Notfall vorliegt, kann die Fachabteilung noch am selben Tag zuteilen. Üblich sind etwa zwei Wochen. Bei fehlerhaftem Antrag kann es viel länger dauern.

c't: Wie richtet man die Schüsseln aus?

Schrimpe: Wir machen uns zuerst einen Plan mit Hilfe von Google Maps und Google Earth. So kann man die Blickrichtungen über Gebäude simulieren und sich Screenshots mit Markierungslinien als Orientierung mit hoch nehmen.

Im zweiten Schritt kann man bei dem von uns verwendeten System Kopfhörer mit 3,5-mm-Klinke in die Radios auf beiden Seiten einstecken und sich anhand eines Tonsignals orientieren. Das läuft wechselseitig: Zunächst richtet das Team auf der einen Seite so gut wie möglich aus, dann das andere – nie beide gleichzeitig. Ist man mit dem Ergebnis halbwegs zufrieden, fixiert man die eine Seite und die andere Seite optimiert weiter.

Am Ende dieser Grobausrichtung haben wir eine erste Verbindung mit symmetrisch circa 71 MBit/s, sodass man Daten beider Radios lesen kann. Zum Beispiel ist der Empfangspegel auf der ande-

Die zwei kleineren Schüsseln sind für die 11-km-Strecke nach Gransee gedacht.



Bild: Andreas Buchholz, serve-u

ren Seite ein guter Anhaltspunkt für die Genauigkeit der eigenen Ausrichtung. Dann wird wieder wechselseitig nach Absprache feinabgestimmt bis zum Optimum.

c't: 57 Kilometer, das klingt sehr weit. Welchen Öffnungswinkel hat der Richtstrahl?

Sünderhauf: Unsere Antennen haben Öffnungswinkel zwischen 60° bei 5 GHz und 0,5° bei Punkt-zu-Punkt und 80 GHz. Die Ausrichtung muss so genau sein, dass die geplanten Werte erreicht werden. Das kann Millimeterarbeit sein und erfordert Geschick und vor allem Übung. Die Strecke vom Alex zur Ziegelei spielt mit 1,3° Öffnungswinkel.

c't: Welche Sendeleistung setzt ihr ein?

Schrimpe: Die BNetzA genehmigt die beantragte Sendeleistung, die anhand der Geräte, der Strecke und atmosphärischen Grunddaten berechnet wird. Da fließen auch Antennengewinn und Verluste durch HF-Leitungen ein. Für die Langstrecke Berlin-Mildenberg sind wir von einer Ausgangsleistung von -8 dBW entsprechend 158 mW, einer Weichendämpfung von 1 dB und einem Antennengewinn von 43,5 dBi ausgegangen – pro Seite. Das ergibt einen maximalen EIRP von je 34,5 dBW oder 2818,38 W – Du hast gefragt (lacht).

c't: Prima – mit EIRP meint ihr wie üblich die Effective Isotropic Radiated Power, also die Strahlungsleistung bezogen auf einen idealen Kugelstrahler. Was ist schlechter für die Leitungskapazität: Ein Regenguss

**WIBU
SYSTEMS**

Denken Sie an Softwareschutz?

Denken Sie an CodeMeter!

- Lizenzen in HW, SW und Cloud
- PCs, Mobile, Embedded, SPS und Mikrocontroller
- x86, ARM und PPC
- ERP-, CRM- und e-Commerce-Integration



Warten Sie nicht länger!
Schützen Sie Ihre Produkte
jetzt s.wibu.com/sdk

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



30 YEARS
1989-2019
propelling your business to new heights

**SECURITY
LICENSING**
PERFECTION IN PROTECTION



LTE auf Rädern: Die Telekom bietet auf dem CCCamp Internet- und Telefonie über eine fahrbare Mobilfunkbasisstation.

oder eine steife Brise, die die Schlüssel verkantet?

Schrimpe: Jeder Guss senkt die Kapazität – abhängig von der Frequenz, hier 18 und 19 GHz, und von der Länge der Strecke: Je länger, desto wahrscheinlicher geht Regen auf den Strahl nieder. Die Geräte versuchen das mit mehr Power auszugleichen. Das berücksichtigen wir in der Rechnung. Reicht das nicht, schalten sie auf robustere Modulationen herunter, bis auf 71 MBit/s. Danach ist Feierabend – was extrem selten und auch nur kurz vorkommt.

Das Verhalten kann man ganz gut einschätzen und berechnen. Der Klimawandel schlägt sich jedoch auch hier schon nieder. Die noch vor ein paar Jahren gültigen Annahmen bezüglich des durchschnittlichen Niederschlags kann man heute fast vergessen. Wir beantragen inzwischen auf Basis tropischer Werte, was bei manchen Beamten der BNetzA Stirnrunzeln verursacht, dann aber auch Nicken nach sich zieht – auch die schauen ja mal aus dem Fenster.

Unser Zeug muss jedenfalls bombenfest montiert sein. Schon aus Sicherheitsgründen muss ein Verkanten so gut wie ausgeschlossen sein.

c't: Welche Modulationen verwenden die Sender?

Schrimpe: Die Radios adaptieren automatisch. Zum Alex hin läuft meist 512QAM, also 384 MBit/s oder 256QAM, das heißt,

334 MBit/s mit „vorausseilender“ Fehlerkorrektur (lacht). Mit Glück geht auch mal 2048QAM, also 472,6 MBit/s, was aber ob der dreckigen, nassen Luft nur kurz anhält.

Sünderhauf: Die 57-Kilometer-Strecke ist eine extreme Sonderlocke. Übliche Links liefern auch bei Starkregen, was gebucht wurde. Bei tropischen Güssen schalten sie einen Gang runter, aber Down sind sie nie.

c't: Wie hoch ist die Latenz vom Camp zu ct.de?

Schrimpe: Nun, dabei misst man das Internet mit und der Funkweg wirkt sich kaum aus: Der RTT dieser Anlagen liegt unter 1 ms, wobei auf dem 57-km-Funkweg alleine rund 380 µ-Sekunden zusammenkommen. WLANs schlagen mit Latenzen von mindestens 5 ms zu Buche. Pings zu ct.de liegen bei 15 ms.

c't: Müsst ihr eingreifen, wenn eine Leitung ausfällt?

Schrimpe: Teilweise bauen wir parallele Strecken auf. In Mildenberg kommen eine 10-Gigabit- und eine 472,6-MBit-Strecke nach Gransee zusammen. Und ja, je nach Ausstattung gibt es ein automatisches Fallback.

c't: Werden sie gebündelt, sodass eine IP-Session über zwei oder mehr Wege ins Internet kommt?

Schrimpe: Das kann in Mildenberg passieren. Der BGP-Router wählt aus den vorhandenen Leitungen die bestmöglichen Pfade für jedes Ziel im Internet.

Kurz vor dem Camp kommt hoffentlich noch die Glasfaser hinzu, an deren Ende andere Verbindungen und Peering-Partner und Sponsoren sitzen. Diese wird gleich nach dem Camp wieder einge- rollt. Der Richtfunk bleibt noch ein paar Wochen stehen, damit die Abbau-Crews auch noch Netz haben. Das Routing und Peering ändert sich im Verlauf des Ganzen mehrfach.

c't: Erhalten die Clients vom Camp private IPv4-Adressen?

Schrimpe: Naja. Beim CCC sind öffentliche IPv4-Adressen quasi Religion. Dies gilt auch auf dem Camp. Die User können selbst entscheiden, ob diese aus dem Internet zugänglich sind. Wegen des großen Scan-

Drucks aus dem „GBI“, dem großen bösen Internet, schalten wir aber das AufbauNetz auf „Outbound only“.

c't: Habt ihr auch das moderne IPv6?

Schrimpe: (lacht laut) Ist der Papst katholisch?

c't: Unsere Mobilfunkgiganten haben womöglich übersehen, dass der CCC auch 2019 in Mildenberg campet, so dass die LTE-Netze am Camp überlastet sein könnten.

Schrimpe: Nun, die Telekom hat zur Kapazitätssteigerung extra eine mobile Basisstation hergefahren – die anderen Netzbetreiber bisher nicht.

c't: Heißt also, auch die Telekom setzt am Camp Richtfunk ein, wenn gleich nur für ihre LTE-Basis. Kann man über eure Standleitung auch telefonieren?

Schrimpe: Ja, es ist normales Internet. Das heißt VoIP und auch das WLAN-Calling einiger Mobilfunkprovider funktioniert. Außerdem stehen den Teilnehmern wie bei jeder CCC-Veranstaltung die DECT- und GSM-Netze der Kollegen von Eventphone kostenlos zur Verfügung.

c't: Musstet ihr Urlaub nehmen für das Projekt oder verbucht eure Firma die geleisteten Stunden als Marketingaufwand?

Sünderhauf: Unsere Mitarbeiter haben das während der regulären Arbeitszeit sowie während bezahlter Überstunden gebaut. Der Marketingeffekt ist für uns relevant, klar, aber unser eigentlicher Antrieb ist: Wir haben einfach Bock drauf und 57 km sind

für uns der längste Link ever. Wir wollten wissen, ob es in der Realität so funktioniert wie errechnet. Es gibt kaum Firmen und Techniker, die sowas gebaut haben.

c't: Wie lange braucht ihr für den Abbau?

Sünderhauf: Einen Tag am Schornstein, halber Tag in Gransee, rund ein Tag prüfen und einlagern beziehungsweise woanders aufstellen.

Schrimpe: Für uns ist „nach dem Event vor dem Event“... Rein technisch gesehen ist das Camp bis auf die außergewöhnlich lange Strecke ein Standort von vielen – wenn auch ein besonders nerdiger. (dz@ct.de) **ct**

»Der Klimawandel schlägt sich auch hier bereits nieder.«

Bundesregierung will Radios digitalisieren

Das Bundeskabinett hat einen Gesetzentwurf befürwortet, der Radios mit Schnittstellen für digitale Inhalte den Weg bahnt.

Die Bundesregierung will den digitalen Hörfunk voranbringen. Sie hat dazu Anfang August im Kabinett einen Entwurf für die sechste Reform des Telekommunikationsgesetzes (TKG) auf den Weg gebracht. Autoradios und „höherwertige Empfangsgeräte“ sollen demnach nur noch gehandelt werden dürfen, wenn sich diese zum Empfang „normgerechter digitaler Signale“ wie DAB+ oder Internet-radio eignen.

Mit welcher Übertragungstechnik die Inhalte zum Hörer gelangen, schreibt der Entwurf nicht vor. Stattdessen will die Regierung die Entscheidung über die Standards dem Markt beziehungsweise dem Hörer überlassen. Zudem bezieht sie nur solche Geräte ein, die „überwiegend“ für den Hörfunkempfang ausgelegt sind. Dazu gehören etwa Autoradios, nicht aber Mobilfunkgeräte.

Nun steht der niedersächsische Landtag im Abseits, nachdem er Mitte Juni unerwartet beschlossen hatte, dem digitalen Hörfunk auf Basis der DAB+-Technik die Fördermittel zu entziehen. Die Parlamentarier hatten die Landesregierung aufgefordert, DAB+ zugunsten einer Hörfunk-

übertragung über 5G-Mobilfunk abzuschalten.

Tatsächlich könnte man dafür zwar den Further evolved Multimedia Broadcast Multicast Service einsetzen (FeMBMS), aber die dafür erforderliche 5G-Infrastruktur kann der Hörfunk mangels finanzieller Mittel nicht aufbauen, sodass er seinem staatlichen Auftrag der landesweiten Versorgung nicht per 5G-Mobilfunk nachkommen kann.

Die Bundesregierung hatte schon in der vergangenen Legislaturperiode einen ähnlichen Anlauf gestartet, der aber umstritten war und vom Bundestag nicht mehr aufgegriffen wurde. Das aktuelle Vorhaben leitete das Bundeswirtschaftsministerium Anfang 2019 mit einem Referentenentwurf ein, den die Regierung nun stärker mit EU-Vorschriften in Einklang brachte.

Gleichzeitig will das Kabinett mit der Novelle die Befugnisse der Bundesnetzagentur erweitern. Sie soll sicherstellen, dass neben den Auflagen zum Roaming auch die Auflagen für die preisgünstige Kommunikation innerhalb der EU eingehalten werden. Seit Mitte Mai kosten Ferngespräche zu Rufnummern in anderen Mitgliedsstaaten im Einklang mit dem Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation maximal 19 Cent pro Minute; für eine SMS gilt die Obergrenze von 6 Cent. Bei Verstößen kann die Bundesnetzagentur künftig Zwangs- und Bußgelder verhängen sowie bei Streitigkeiten zwischen Anbietern und Kunden schlichten. Der Regierungsentwurf wird nun dem Bundestag und dem Bundesrat zur Abstimmung vorgelegt.

(dz@ct.de)



Bild: Albet Coen

Das kommende Telekommunikationsgesetz könnte digitale Schnittstellen wie DAB+ an Geräten für den Hörfunkempfang zur Pflicht machen.

TDT® | Your experts in DATA COMMUNICATION.

VA1000 - VoIP Telefonanlage



- Über 100 Komfortfunktionen integriert
- Individuelle Ansagen & ABs
- Ideal für SOHO & KMU
- Zeitsteuerung & Konferenzen
- Callcenter-Funktionen
- Virtuelles Fax integriert
- Inkl. 10 Nebenstellen, max. 50 möglich

Meine Telefonie. Meine Daten. Mein Business.

Weitere Infos unter www.TDT.de

Nach Protesten: Apple stoppt Sprachanalysen für Siri

Apple hat eingeräumt, dass Mitarbeiter Aufnahmen seines Sprachassistenten Siri zu Prüfzwecken abgehört haben und stellt diese Praxis nach Kundenprotesten ein.

Das Unternehmen werde künftig eine Erlaubnis einholen und die dafür erforderliche Funktion in einem späteren Software-Update implementieren.

Auch für die digitalen Assistenten Amazon Alexa und Google Assistant werten Mitarbeiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilungen Mitschnitte der Kunden aus; die Unternehmen brauchen offenbar mehr Daten aus der Praxis, um ihre Spracherkennungen zu optimieren (siehe auch S. 36).

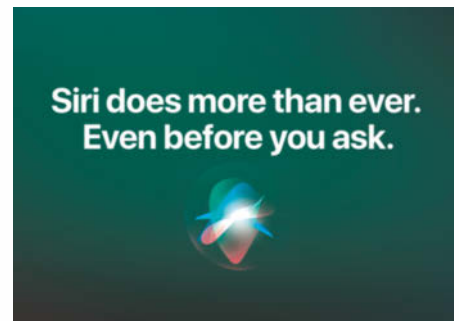
Dabei geht es um neue Sprachen, Dialekte und vor allem um irrtümliche Erkennung von Aktivierungswörtern. Die Anbieter betonen, dass die Aufnahmen anonymisiert werden. Mangels klarer Informationen war die Praxis den meisten Kunden aber nicht bewusst.

Fehlaktivierungen, bei denen die Software die Weckworte „Hey, Siri“ irrtümlich erkennt, sind ein heikles Problem. Denn für die Optimierung werden gerade die Sound-Schnipsel gebraucht, die nicht an Siri gerichtet sind. Doch wie ein Mitarbeiter eines Apple-Dienstleisters dem Guardian erzählte, sind auf solchen Aufnahmen – wie nicht anders zu erwarten –, auch sehr private Details zu hören.

So fühlt sich Siri gelegentlich auch bei Unterhaltungen über medizinische oder geschäftliche Themen angesprochen, bei anscheinend kriminellen Aktivitäten und auch durch manche Beischlafgeräusche.

Weil Fehlaktivierungen unerwünscht sind, sollen Mitarbeiter nachträglich analysieren, welche Geräusche oder Klänge die Aktivierung irrtümlich auslösten, um diese künftig ausklammern zu können.

Auf die Analysen hat Apple nur in einem Sicherheitsdokument hingewiesen, das im Entwicklerbereich der großen Apple-Webseite liegt (siehe ct.de/y4fh).



Ungewollt doppeldeutig: Intime Aufnahmeschnipsel, die Siri irrtümlich aktivierten, konnten ohne Einwilligung der Nutzer in Analyselaboren landen.

Um die Übertragung der Aufnahmen abzdrehen, muss man aktuell mit dem Apple Configurator ein spezielles Profil erzeugen und es auf das iOS-Gerät bringen (siehe ct.de/y4fh). (dz@ct.de)

iOS-Profil, Apple Configurator:
ct.de/y4fh

Höhere Soundqualität

Apple hat ein neues Programm für Musiker und Produzenten aufgelegt, das den Klang von Apple-Music-Inhalten verbessern soll. „Apple Digital Masters“ ist der Nachfolger der Zertifizierung „Mastered for iTunes“ und soll ein „beeindruckendes Hörerlebnis dank höchster Audioqualität bei Musikstreaming und digitalen Downloads“ bieten.

Dazu stellt Apple eine **kostenlose Mastering-Suite zur Verfügung** (siehe ct.de/y4fh). Ein Bestandteil ist Apples Encoder, der die erforderlichen AAC-Dateien

erzeugt. Die Mixing-App „AU Lab“ lässt sich für Audio-Unit-Effekte wie das AU-RoundTripAAC-Plug-in nutzen. Unter anderem enthält sie ein Auditioning-Werkzeug zum Erkennen von Peaks und Clipping. Ein Hilfsdokument führt auf, wie man am besten aus dem Ausgangsmaterial das Zielformat AAC erzeugt, wie mit Loudness, Dynamic Range und Clipping umzugehen ist und wie die verschiedenen Werkzeuge eingesetzt werden. (dz@ct.de)

Mastering-Suite, Download: ct.de/y4fh



Musik-Mastering im Eigenbau: Apple hat dafür eine neue Software-Suite veröffentlicht.

BMW verteidigt CarPlay-Preise

Für BMW-Fahrer ist Apples CarPlay, mit dem iPhones an das Entertainment-System des Autos anknoppeln, überdurchschnittlich teuer. BMW setzt entweder ein Navi-System voraus, das je nach Modell gut 3000 Euro kostet oder die Sonderausstattung „Telefonie mit Wireless Charging“ für knapp 400 Euro. Dann kostet CarPlay zum Beispiel im Dreijahres-Abo 300 Euro.

Die Preise hat der Autohersteller nun gegenüber dem US-Medium „Car and Driver“ verteidigt. Es seien „Ingenieurs-, Entwicklungs- und Testkapazitäten“ erforderlich, damit CarPlay korrekt funktioniert. Bei jedem iOS-Update könne es vorkommen, dass **Teile nicht mit dem Entertainment-System zusammenarbeiten**.

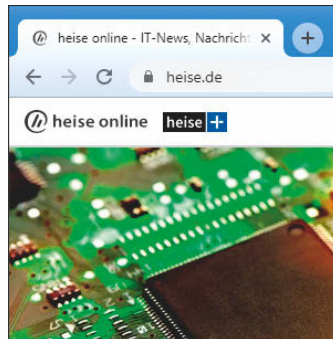
Jedoch zahlen US-Kunden von Toyota, die den auf BMW-Technik basierenden neuen Supra kaufen, für Wireless CarPlay mindestens vier Jahre lang keinen weiteren Cent. Neben BMW führen auch Mercedes, Audi, VW und Co Abomodelle für zusätzliche Einnahmequellen ein. (dz@ct.de)

Chrome verbirgt „www“

Googles Browser **Chrome** soll in Version 76 Nutzer stärker auf Progressive Web Apps (PWA) aufmerksam machen, also Websites, die sich als Apps installieren lassen. Er zeigt dazu in der Adressleiste einen Hinweis an, wenn der Browser die geöffnete Webseite als PWA erkennt. Für eine andere Neuerung der Adressleiste gibt es in Chromes Bug-Tracker viel Kritik: Die Adressbestandteile „www“ und „https://“ blendet der Browser nun aus.

Der Browser unterstützt das CSS-Merkmal `prefers-color-scheme`, das die Auslieferung einer Dunkel-Version einer Website erleichtert. Er drängt Flash weiter ins Abseits – ab sofort blockiert Chrome das Plug-in in der Standardeinstellung. (jo@ct.de)

Volle Adresse wiederherstellen: ct.de/y95s

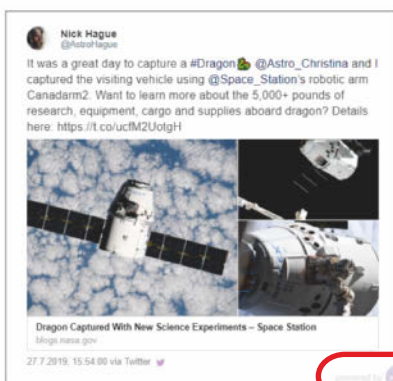


Kein „https“, kein „www“:
Chrome blendet Adressbestandteile aus.

Websites beim „Like“-Button mitverantwortlich

Facebooks **Like-Button** überträgt die IP-Adresse, die Browser-Kennung, Datum und Zeit des Aufrufs – auch ohne dass der Knopf angeklickt wurde und unabhängig davon, ob der Nutzer einen Facebook-Account hat. Der Europäische Gerichtshof entschied nun (Rechtssache C-40/17), dass Seitenbetreiber für die Erhebung und Übermittlung von Daten durch den Button mit verantwortlich sind. Deshalb müssen sie die Nutzer darüber informieren und eventuell deren Zustimmung dazu einholen. (jo@ct.de)

Embetty und c't Shariff: ct.de/y95s



Heise stellt zwei Hilfsmittel bereit, mit denen Webmaster den Datenhunger sozialer Medien bändigen können: Embetty – hier an dem Icon rechts unten zu erkennen – und Shariff.

Microsoft praxisnah

E. Bott · C. Stinson

Windows 10 für Experten

Insider-Wissen – praxisnah & kompetent

3. Auflage
2019, 854 Seiten
€ 36,90 (D)
ISBN 978-3-86490-638-1

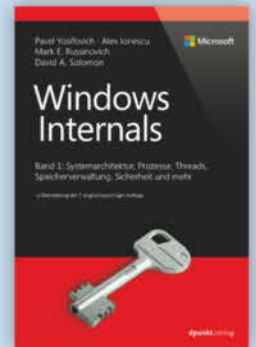


P. Yosifovich · A. Ionescu ·
M. E. Russinovich · D. A. Solomon

Windows Internals

Band 1:
Systemarchitektur, Prozesse, Threads,
Speicherverwaltung, Sicherheit und mehr

7. Auflage
2018, 938 Seiten
€ 59,90 (D)
ISBN 978-3-86490-538-4

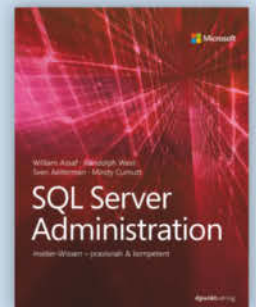


W. Assaf · R. West ·
S. Aelterman · M. Curnutt

SQL Server Administration

Insider-Wissen – praxisnah & kompetent

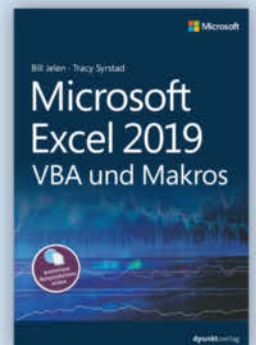
2019, 674 Seiten
€ 49,90 (D)
ISBN 978-3-86490-584-1



B. Jelen · T. Syrtstad

Microsoft Excel 2019 VBA und Makros

2019, 706 Seiten
€ 39,90 (D)
ISBN 978-3-86490-693-0



A. Ferrari · M. Russo

Datenanalyse mit Microsoft Power BI und Power Pivot für Excel

2018, 264 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-510-0



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40
e-mail: bestellung@dpunkt.de
www.dpunkt.de

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

Filtern und ermitteln

KI spürt illegale Inhalte auf

Microsoft unterstützt die Polizei in NRW bei der Fahndung nach Kinderpornografie. Facebook gibt seine Algorithmen für die Erkennung krimineller Inhalte als Open Source heraus.

Von Jo Bager

Künstliche Intelligenz soll Strafverfolgern in Nordrhein-Westfalen bei Ermittlungen gegen die Verbreitung von Kinderpornografie helfen. Dazu haben sich das Justizministerium und die Cybercrime-Abteilung der Polizei des Landes mit Microsoft zusammengetan, um eine KI-Lösung zur Auswertung von kinderpornografischem Bildmaterial zu entwickeln.

Eine der größten Herausforderungen bei Ermittlungen gegen die Verbreitung von Kinderpornografie ist die Sichtung der riesigen Bildermengen, die die Beamten auch psychisch belastet. Nach Angaben der NRW-Stabsstelle gegen Kinderpornografie kann ein Sachbearbeiter im Durchschnitt etwa 500 Bilder in einer Stunde anschauen. Alleine beim Missbrauchsfall in Lügde aber haben die Ermittler rund 3,3 Millionen Bilder und gut 86.000 Videos sichergestellt – eine Datenmenge von rund 15 Terabyte.

Insgesamt seien im letzten Jahr nur in NRW kinderpornografische Daten mit

einem Volumen von zwei bis drei Petabyte sichergestellt worden. Das führe zu einem Ermittlungsstau. Von rund 1900 Verfahren, die Mitte Juni in NRW wegen Verdachts auf Kindesmissbrauch oder Kinderpornografie anhängig waren, befanden sich nur zwölf Prozent in der Auswertung.

Dabei arbeiten die Behörden unter Zeitdruck: Wenn die Auswertung sichergestellter Medien nicht schnell genug vonstatten geht, muss die Polizei die Datenträger wieder an die Besitzer zurückgeben, bevor festgestellt werden konnte, ob diese strafrechtlich relevantes Material enthalten.

Auswertung in der Cloud

In einem gemeinsam mit Microsoft gestarteten Forschungsprojekt soll daher ein System entstehen, das hilft, die Bilderberge wesentlich effizienter abzuarbeiten. Eine Schwierigkeit dabei sind die strengen Rechtsvorschriften, die verbieten, dass kinderpornografisches Material in die Hände Dritter gelangt.

Damit aber dennoch die Rechenleistung von Microsofts Cloud zur Analyse herangezogen werden kann, erzeugt eine Software auf den Rechnern der Behörden zu jedem zu untersuchenden Bild eine Art anonymisierte Abstraktion in Form von vielen, sehr kleinen Bildern. Darauf sind weder Personen noch strafrechtlich relevante kinderpornografische Inhalte erkennbar.

Die Abstraktionen sollen sich aber trotzdem eignen, um sie mit künstlicher Intelligenz zu analysieren und zu priorisieren. Dazu werden sie in die Microsoft-Cloud hochgeladen. Dort will man einen Algorithmus darauf trainieren, strafrechtlich relevantes Material von legalem Material zu unterscheiden. Daraus soll ein Assistenzsystem entstehen, das Ermittler bei ihrer Arbeit unterstützt.

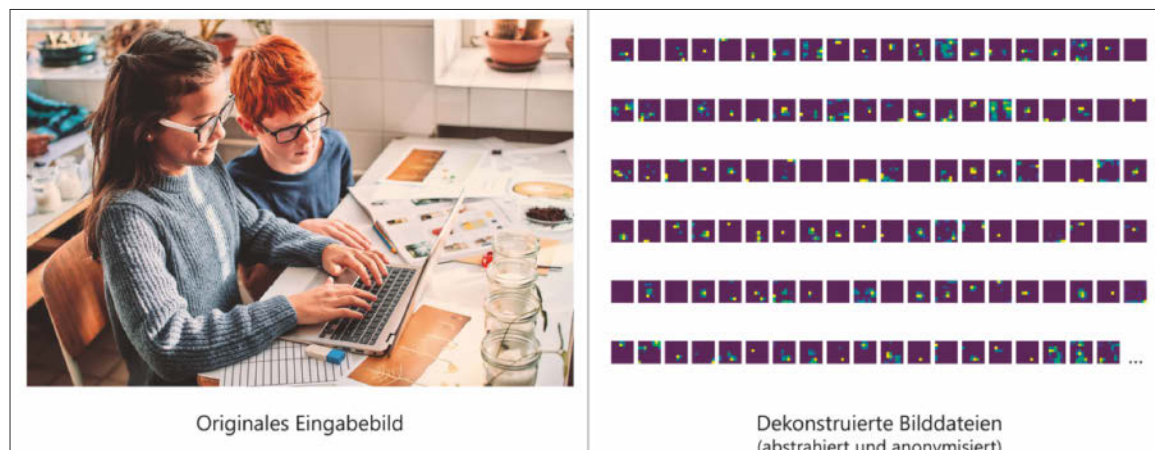
Terrorfilter

Facebook setzt mit seinen Algorithmen woanders an. Das Unternehmen nutzt die Verfahren mit den Namen PDQ und TMK+PDQF, um bereits identifizierte Fotos beziehungsweise Videos wiederzuerkennen. Damit dämmt Facebook Kindesmissbrauch, Terrorpropaganda und Gewaltinhalte auf seinen Plattformen ein.

Im August hat Facebook diese beiden, von seiner KI-Forschungsabteilung entwickelten Algorithmen als Open Source veröffentlicht. Das Unternehmen hofft, dass es kleinere Firmen oder etwa gemeinnützige Organisationen künftig leichter haben werden, schädliche Inhalte aufzuspüren, und sie schneller entfernen können.

Die Algorithmen erzeugen aus Dateien Hashwerte, die als digitale Fingerabdrücke fungieren und die Dateien eindeutig identifizierbar machen. Dadurch können Dateien miteinander verglichen werden, ohne die Originale zu benötigen. Unternehmen können die Hashes auch untereinander tauschen, möglich ist das über das „Global Internet Forum to Counter Terrorism“ (GIFCT). Dadurch wird es einfacher, etwa Videos von Terroranschlägen von mehreren Plattformen gleichzeitig zu tilgen. (jo@ct.de) **ct**

Download des Facebook-Codes:
ct.de/ynhn



Eine Abstraktionssoftware erzeugt aus einem zu untersuchenden Bild einen digitalen Fingerprint, auf dem keine strafrechtlich relevanten kinderpornografischen Inhalte erkennbar sind.

Ärger um Alternativ-Suchmaschinen bei Android

Ab dem Frühjahr 2020 wird Google Anwenden, die in der EU ein Android-Smartphone oder -Tablet einrichten, eine Auswahl von drei alternativen Suchmaschinen anbieten, die sich statt Google als Standard installieren lassen. Wie das Unternehmen jetzt bekannt gegeben hat, will es die Plätze dafür unter den Anbietern versteigern – was zu massivem Widerspruch der alternativen Suchanbieter führt.

Die **Suchmaschinenauswahl** ist eine Reaktion Googles auf ein Regulierungsverfahren der EU-Kommission. Die hatte im Jahr 2018 die Rekordstrafe von 4,3 Milliarden Euro gegen Google verhängt. Das Unternehmen hatte nach Meinung der Kommission Android dazu verwendet, die marktbeherrschende Stellung seiner Suchmaschine zu festigen. So hatte Google zum Beispiel verlangt, dass bei einer Lizenzierung des Google Play Stores immer die Google-Suche und der Browser Chrome vorinstalliert werden, und Herstellern finanzielle Anreize gewährt, wenn die ausschließlich die Google-Suche vorinstallierten.

Google wurde dazu gezwungen, die beanstandeten Praktiken abzustellen. Im Play Store präsentiert Google mittlerweile eine Auswahl von Suchmaschinen- und Browser-Alternativen, die sich zusätzlich zur Google-Suche installieren lassen. Die

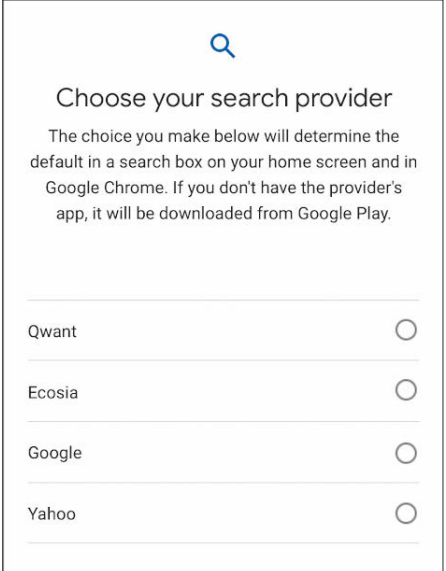
Google-Produkte bleiben aber der Standard.

Ab Anfang 2020 soll es zudem bei der Einrichtung eines neuen Gerätes eine Suchmaschinenauswahl geben, die neben Google drei alternative Suchmaschinen anzeigt. Die drei Plätze sollen in jedem EU-Land unter interessierten Anbietern versteigert werden. Dabei soll es ein Mindestgebot geben, das Google derzeit jedoch noch nicht bekannt gegeben hat. Wie viele Suchdienste pro Land an der Auktion teilnehmen, will Google nicht bekannt geben. Bis zum 13. September können Suchmaschinenanbieter ihre Gebote abgeben.

Mehrere europäische Suchanbieter kritisieren die Auktion heftig. Marc Al-Hames, Geschäftsführer von Cliqz: „Die Dreistigkeit, mit der Google den klaren politischen Willen der EU missachtet, verblüfft mich immer wieder. Hier von Fairness zu sprechen, ist absurd. Wenn der Höchstbietende den Zuschlag bekommt und nicht der Beste, ist der User der Ge-lackmeierte.“

Christian Kroll, der CEO der Suchmaschine Ecosia, zeigte sich von Googles Vorstoß enttäuscht: „Ecosia ist eine gemeinnützige Suchmaschine, und wir verwenden unsere Einnahmen, um Bäume in Gebieten zu pflanzen, die von Entwaldung oder Desertifikation betroffen sind, und

nicht, um in Ausschreibungen zu geraten. Wenn wir uns entscheiden, an einer Auktion teilzunehmen und Google für das Privileg zu bezahlen, eine Suchmaschinenoption auf Android zu sein, geht dies möglicherweise auf Kosten von Millionen von Bäumen, die wir sonst hätten pflanzen können.“ (jo@ct.de)



Choose your search provider

The choice you make below will determine the default in a search box on your home screen and in Google Chrome. If you don't have the provider's app, it will be downloaded from Google Play.

Qwant ☐

Ecosia ☐

Google ☒

Yahoo ☐

Bild: Google

Ab 2020 sollen Besitzer eines neuen Android-Gerätes eine Standard-Suchmaschine auswählen können.

Kulturwandel Digital 2020 für NRW

Die Smarte Verwaltung 4.0 an der Schwelle des neuen Jahrzehnts

7. November 2019 in Düsseldorf / Neuss



Prof. Dr. Andreas Pinkwart

Der Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen eröffnet den Kongress mit der NRW-Digitalisierungsstrategie im neuen Jahrzehnt.



Sabine Noll

Die Kämmerin der Stadt Mönchengladbach am Rhein beschreibt Vision, Strategie und innovative Projekte einer Mittelstadt an der Jahrzehntschwelle.



Hartmut Beuß

Der Beauftragte der Landesregierung Nordrhein-Westfalens für Informationstechnik (CIO) reflektiert das OZG als „Turbo“ für die Verwaltung 4.0.

e-nrw.

Zukünftige IT-Strategien in Nordrhein-Westfalen

Ausführliche Informationen zum Programm und Anmeldung unter: www.e-nrw.info

Eine Veranstaltung des **Behörden Spiegel**

Freiheit statt Turbokapitalismus

Staatliche Förderung kreativer Forschung

Amazon, Google & Co. saugen auch in Deutschland die fähigsten Kreativköpfe vom Arbeitsmarkt weg. Die „Agentur für Sprunginnovationen“ soll diese „High Potentials“ anlocken – um den Standort Deutschland zu stärken. Ein Gespräch mit dem designierten Gründungsdirektor Rafael Laguna de la Vera.

Von Torsten Kleinz

Mindestens eine Milliarde Euro will die Bundesregierung in den kommenden zehn Jahren in die neue Agentur für Sprunginnovationen (SprinD) investieren. Mitte Juli präsentierten die Bundesministerin für Bildung und Forschung Anja Karliczek und ihr für Wirtschaft zuständige Kollege Peter Altmaier den 55-jährigen IT-Unternehmer Rafael Laguna de la Vera als Gründungsdirektor. Laguna ist Leiter des Software-Unternehmens Open-Xchange AG, das Open-Source-Alternativen zu Microsoft-Produkten anbietet.

c't: Herr Laguna, was ist aus Ihrer Sicht eine Sprunginnovation?

Rafael Laguna: Eine Sprunginnovation würde ich ganz einfach beschreiben als etwas, was nachhaltig unser Leben verändert, was neue Märkte aufbaut. GPS etwa oder das Internet waren Sprunginnovationen.

c't: Mangelt es in Deutschland derzeit an der Förderung solcher Innovationen?

Laguna: Wir sind sehr gut, wenn es um inkrementelle Innovationen geht. Aber

Deutschland hat auch schon Sprunginnovationen hervorgebracht. Unsere Automobilindustrie und unsere chemische Industrie sind Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden. Ein Gutteil unseres heutigen Wohlstands ist gegründet auf den Innovationen von damals.

c't: Bundeswirtschaftsminister Altmaier hat die Agentur mit einer deutschen Version der DARPA verglichen – der amerikanischen Defense Advanced Research Project Agency. Ist das zu hoch gegriffen?

Laguna: Wir wollen das „D“ in DARPA nicht – ich bin Pazifist. Aber sonst ist die Idee der ARPA schon eine gute Grundlage. Das werden wir natürlich in die Gegenwart überführen. Die DARPA ist sehr



Rafael Laguna ist designierter Gründungsdirektor der Agentur für Sprunginnovationen (SprinD).

hierarchisch organisiert. Deren Konzept ist: Wir geben die Ideen vor und suchen uns die Leute, die sie umsetzen. Ich sehe das andersherum. Ich glaube, wir wollen ein Magnet sein für Leute, die gute Ideen haben. Ich nenne die gerne High Potentials – die HiPos.

c't: Hochqualifizierte werden stark umworben. So hat die Bundesregierung gerade entschieden, für IT-Fachkräfte eine satte Zulage zu zahlen. Wie wollen Sie als Agentur die High Potentials anziehen?

Laguna: Wenn man tariflich gebunden ist, kann man die eine oder andere Stelle nicht besetzen – wir sehen das in der Forschung zur künstlichen Intelligenz. Wenn die Fachleute bei Konzernen wie Amazon ein Vielfaches verdienen, ist das ein Problem. Wir haben die Möglichkeit, auch außertariflich zu bezahlen. Es geht aber nicht nur um die Gehälter, sondern auch um das Umfeld, das die Agentur bieten kann. Wir wollen Leuten, die Ideen haben, den Zugang zu Kapital, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik ermöglichen. Gleichzeitig werden wir nicht vorschreiben, wie und wann das Endergebnis vorliegen muss. Damit haben HiPos bei uns mehr Freiheit als bei Amazon, Google und anderen Konzernen.

c't: Zum Begriff des High Potentials: Können Sie den Typ beschreiben, der dann letztlich gesucht wird?

Laguna: In der Regel sind das ungewöhnliche Menschentypen. Ein Chef der DARPA hat es einmal so formuliert: „freewheeling zealots“ – unkontrollierbare Freigeister. Wenn man wie ich aus der Open-Source- und IT-Szene kommt, kennt und schätzt man diese Charaktere. Sie sind sehr intelligent, sehr getrieben von der Idee, und manchmal ein bisschen

„socially challenging“, manchmal auch nicht. Diesem Typus ein Zuhause zu geben, in dem er sich wohlfühlt und auch ein wenig auf ihn aufzupassen – das ist eine der Kernaufgaben, die wir hier haben.

c't: Wobei der Nimbus des unkontrollierbaren Freigeists auch ein bisschen aus der Mode gekommen ist. Ein indischer Unternehmer hat kürzlich auf Twitter Kritik daran geübt und dafür viel Gegenwind bekommen. Viele Entwickler sagten: Wir sind eigentlich den ganzen Tag damit beschäftigt, hinter solchen Kollegen aufzuräumen. Stimmt das?

Laguna: Die Diskussion habe ich auch mitbekommen. Man muss immer aufpassen, dass man nicht in Elite-Sprache verfällt. Trotzdem hatte der Unternehmer nicht ganz unrecht. Manche Entwickler sind extrem viel produktiver als andere – aber halt meist nur auf bestimmten Gebieten. Es stimmt nicht, dass man hinter ihnen aufräumen muss. Man muss sie an die richtige Stelle setzen.

Das Problem ist: Sie sind oft nicht teamfähig, weil sie die anderen für zu blöd halten. Das klingt natürlich unheimlich arrogant, wenn jemand so etwas von sich gibt. Wenn man ausschließlich solche Leute hat, kriegt man auch nichts auf die Reihe. Aber es gibt für jeden den geeigneten Platz. Elon Musk etwa ist ein „zealot“, wie er im Buche steht. Wenn Sie sich unsere deutschen Innovatoren von früher angucken, waren die ebenfalls so. Etwa Carl von Linde, Wilhelm Ostwald oder gar Albert Einstein.

c't: In welche Strukturen kann man diese Leute einbinden?

Laguna: Man muss eine Umgebung schaffen, in der sie mit ihren Ideen prosperieren können. Dazu gehört natürlich eine gewisse Struktur. Aber man muss die ganzen Formalitäten von ihnen fernhalten. Wenn man ihnen ein Formular für die Reisekostenabrechnung aufzwingt, verliert man sie schnell. Stattdessen werden wir ihnen Zugang zu den Netzwerken aus Wissenschaft und Politik geben.

c't: Wie können wir uns das vorstellen?

Laguna: Wenn zum Beispiel einer der HiPos einen Teilchenbeschleuniger

braucht, dann haben wir den. Der steht bei der Helmholtz-Gemeinschaft in Hamburg und heißt DESY. Oder der neue Superrechner in Jülich. Das Equipment, das in den Universitätsinstituten steht, ist der absolute Hammer.

c't: Haben Sie schon spezielle Sprunginnovationen im Blick?

Laguna: Wir brauchen einen europäischen Weg, der auf unseren humanistischen freiheitlichen Prinzipien aufbaut. Wir brauchen keinen digitalen Turbokapitalismus. Wir brauchen keine digitale Diktatur. Es ist an der Zeit, dass Europa sich da zusammenfindet. Ich glaube, dass in diesem Umfeld viel Sprunginnovation möglich ist.

c't: Aber Ihre Aufgabe ist auch, dass die Sprunginnovationen in Deutschland vermarktet werden. Wenn Sie etwa die Entwicklung einer neuen Metalllegierung fördern, darf sich nicht jeder Konzern der Welt bedienen.

Laguna: Hier sind so etwas wie Patente sinnvoll. Ich bin gegen Software-Patente, weil die Innovation meist nicht gegeben ist. Aber wenn wir zum Beispiel eine Legierung entwickeln, da wird es Aufgabe der Agentur sein, das geistige Eigentum zu sichern. Das unterscheidet uns auch sehr stark von Venture Fonds zum Beispiel, die primär darauf ausgelegt sind, ihren Return maximieren. Wir haben die Freiheit zu sagen: Wir brauchen nicht den höchsten Bieter für eine Firma, sondern einen, der die Sprunginnovation in Deutschland hält.

c't: Was sind die ersten Schritte bei der Gründung dieser Agentur?

Laguna: Wir müssen erst mal eine funktionierende Organisation aufbauen. Es gibt sehr viel Unterstützung aus den Ministerien, vor allem aus dem Bildungsministerium. Wir werden sicher bis Ende des Jahres brauchen, bis wir dann alle Leute an Bord haben, ein Büro und eine Social-Media-Präsenz.

c't: Wann wollen Sie beginnen?

Laguna: Wir haben schon begonnen. Ich bin natürlich an erster Stelle der Chef von Open-Xchange und das bleibe ich auch. Zunächst suchen wir für die Agentur einen Standort. Deswegen geht der Ruf raus an die Metropolregionen: Wenn ihr der Standort werden wollt, dann bewerbt euch. Aber die Agentur ist nur der Kern des Ganzen. Ich erwarte, dass wir in fünf Jahren rund dreißig Projekt-GmbHs haben, die über das ganze Land verteilt sind.

»Wir brauchen keine digitale Diktatur. Es ist an der Zeit, dass Europa sich da zusammenfindet.«

c't: Sprich: Sie als Agentur sind dafür zuständig, die Sprunginnovationen zu identifizieren. Und wenn sie eine gefunden haben, dann wird eine eigenständige GmbH gegründet?

Laguna: Genau. Die HiPos stehen an erster Stelle. Die werden in eine GmbH eingebettet, die jeweils eine Tochtergesellschaft der Agentur ist. Sofern Geld notwendig ist, wird sie mit Bundesmitteln gefüttert und dann quasi auf die Schiene gesetzt. Die Projekt-GmbHs sollen autarke Firmen sein. Wir werden die HiPos und Mitarbeiter beteiligen. Wenn eine Gesellschaft von einem Konzern übernommen oder in die wirtschaftliche Eigenständigkeit entlassen wird, werden sie auch ihren Anteil erhalten.

c't: Die Gesellschaften sollen also im Erfolgsfall ausgegründet werden?

Laguna: Technisch werden wir das wahrscheinlich so machen, dass wir die Fördermittel über Darlehen vergeben, sodass wir eine Hand auf dem geistigen Eigentum haben und die Gesellschaft nicht in etwas überführt wird, was unseren Zielen nicht entspricht. Im Idealfall kann das Endergebnis gerne eine Firma sein, die vom Gründungsteam selbst geführt wird.

c't: Also wenn sich eine deutsche Firma für die Patente interessiert, könnte sie auf die Agentur zukommen.

Laguna: Ganz genau. Dann sagt man: Ihr kriegt eine Lizenz, aber dafür müsst ihr euch am Standort engagieren. Oder wir stellen die Technik der ganzen Industrie und nicht nur einem Unternehmen zur Verfügung.

(hob@ct.de) **ct**

Zahlen, Daten, Fakten

E-Roller in Deutschland

Roller mit Elektroantrieb sind erst seit Mitte Juni in Deutschland zugelassen. Beim Statistikportal Statista finden sich aber schon etliche Datensammlungen darüber, die c't grafisch aufbereitet hat. Mit Hilfe von APIs hat auch Civity Daten etlicher Verleiher abgeschöpft. Aus ihnen lassen sich einige Erkenntnisse gewinnen.

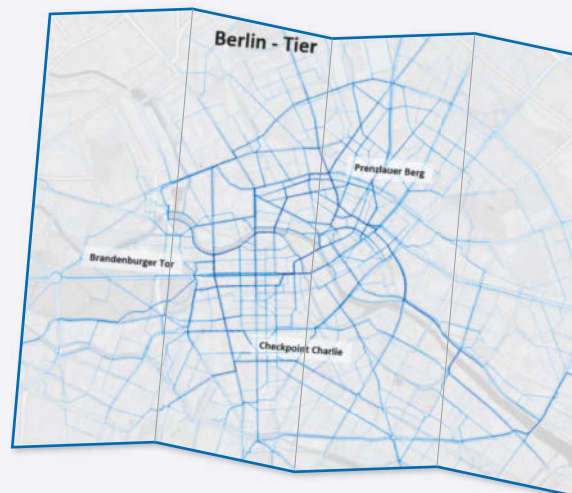
Im Einzelnen: Noch ist der E-Roller bei den Befragten ungewohnt und

die Meinungen darüber gehen weit auseinander. Unter den Ablehnenden sind die meisten Menschen eher älter. Erste Auswertungen von Verleiher-Daten zeigen: Der E-Roller ist hauptsächlich auf kurzen Distanzen und vorwiegend in Innenstädten unterwegs – ob das an den happigen Minutenpreisen liegt, geben die Zahlen aber nicht her.

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

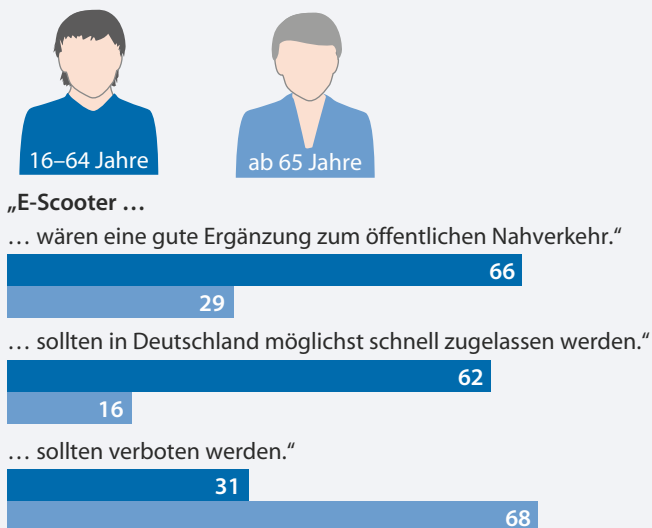
► Wo fahren sie?

... nur in der Stadtmitte¹



► Was denken Leute über E-Scooter?

Anteil der Befragten, die folgenden Aussagen eher/voll und ganz zustimmen [in %]²



► Was kosten sie?

Durchschnittlicher Minutenpreis¹



ÖPNV (S-Bahn, U-Bahn, Bus, Straßenbahn)

10,1 km



Pkw (privater Pkw, Taxi, Carsharing)

7,2 km



Fahrrad 3,4 km



Roller (TIER, VOI, Lime) 1,88 km



zu Fuß 0,9 km



► Wie weit fährt man womit im Schnitt?

Durchschnittliche Entfernung [in km]¹

Quellen: ¹Civity 2019 ²Statista / Bitkom (Befragung Mai 2019, 1004 Befragte)

AllTrails schluckt Routenportal GPSies

Das hierzulande beliebte Tourenportal GPSies wird Teil des US-amerikanischen Portals AllTrails. Das bringt auch einige Nachteile mit sich.

Das beliebte Tourenportal GPSies geht ab Mitte August über ins US-Portal AllTrails.

Darüber informierte der bisherige Betreiber des Portals, Klaus Bechtold, in einem Newsletter. Die auf gpsies.com gesammelten Touren sollen schon jetzt über die Seite alltrails.com abrufbar sein.

Die größte Änderung: Im Unterschied zu GPSies ist der Download von Tourendaten anderer Nutzer nur mit einem Pro-Abo (30 Euro pro Jahr oder 60 Euro für 3 Jahre) zu haben. Bei GPSies war der kostenlos und ohne Anmeldung möglich. Wer bislang die GPX-Daten für geplante Wanderungen oder Ausfahrten via GPSies an seine Begleiter verteilt hat, muss also umdenken.

Ein erster Test ergab, dass AllTrails zurzeit nicht so mächtig ist wie GPSies. Einige der GPSies-Funktionen sollen in AllTrails integriert werden, etwa die Konvertierungsmöglichkeiten und eine bessere Routenberechnung. Klaus Bechtold will den Übergang noch wenigstens ein halbes Jahr lang begleiten.

Das Portal AllTrails wurde 2010 gegründet und ist in den Händen der Kapitalgesellschaft Spectrum Equity (weitere Investments unter anderem: Prezi, Jimdo, Bitly). Bislang soll AllTrails rund 90 Millionen Kilometer erfasste Routen und mehr als 10 Millionen registrierte Benutzer haben. Offenbar ist AllTrails auf Einkaufstour. Die Betreiber gaben erst am 18. Juli bekannt, ebenfalls das Portal trails.com aquiriert zu haben – wie zuvor das britische Portal iFootpath im April.

Klaus Bechtold betrieb GPSies als Hobbyprojekt seit 2006. Er finanzierte es zuerst aus eigener Tasche, aktuell durch Spenden und Kooperationen und Werbung.

Der Datenübernahme beim Umzug kann man widersprechen, einige stört, dass die AllTrails-Server in den USA sind. Wer nicht zu AllTrails wechseln will: Als Alter-

nativen drängen sich unter anderem Outdooractive und Komoot auf, für den GPX-Download sind beide Portale anmeldepflichtig, einige Funktionen sind ebenfalls kostenpflichtig. Wie Sie nach dem Download Ihrer Tracks aus der Sammeldatei wieder getrennte Tracks machen, beschreiben wir auf Seite 170. (mil@ct.de)



RNT Rausch: Wir halten, was wir versprechen!

Riesige Datenmengen, die professionell versorgt werden müssen?

Mit den Server- und Storage-Lösungen von RNT Rausch riskieren Sie keine dicke Lippe!

Software-Defined Storage statt aufgeblähter Appliance, flexibler Speicherplatz statt starrem Rahmen, schneller Datendurchsatz statt schmerzhafter Wartezeit.

Darauf geben wir unser Wort.

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

RNT Rausch. Making IT possible.

RNT
RAUSCH

Keine Nummer unter diesem Anschluss

O2 lässt Mobilfunkrufnummer verschwinden



Eine einmal ergatterte, leicht zu merkende Mobilfunkrufnummer möchte man natürlich gerne für immer behalten. Dann sollte man allerdings gut aufpassen, dass der Anbieter den Vertrag nicht still und heimlich kündigt.

Von Urs Mansmann

Vor ein paar Jahren hatte Björn R. richtig Glück: Sein Mobilfunkprovider wies ihm eine sehr leicht zu merkende Nummer zu, vier jeweils doppelte Ziffern in Folge. Zwar nutzte er in den folgenden Jahren die Nummer zunächst nicht mehr, wollte sie aber auch auf keinen Fall verfallen lassen.

Bei Prepaid-Providern stieß er aber immer wieder auf das Problem, dass er von Zeit zu Zeit Guthaben aufladen musste. Er fürchtete, das einmal zu verpassen und die schöne Nummer dadurch zu verlieren. Auf Anraten eines Hotline-Mitarbeiters von O2 portierte er sie schließlich auf die mit seinem DSL-Vertrag gekoppelte Gratis-SIM.

Die Karte konnte er obendrein gut gebrauchen, weil er einen UMTS-Stick als Backup für seinen Festnetz-Router nutzte. Dort eingelegt lag die Karte abgeschaltet in Bereitschaft für den Fall, dass einmal die Festnetzverbindung ausfiel.

Im April 2019 fiel Björn R. bei einem Test auf, dass seine Mobilfunkkarte nicht mehr funktionierte. Der UMTS-Stick meldete einen Fehler, und auch in einem Smartphone eingelegt wollte sich die Karte nicht mehr verbinden.

Bei einem Blick ins Kundenportal stellte er fest, dass seine Rufnummer durch eine ihm unbekannte ersetzt worden war. Für die neue Nummer besaß er noch nicht einmal eine SIM-Karte. Zwar

hatte er regelmäßig Rechnungen und andere Informationen per Post und E-Mail erhalten, aber keine Ankündigung, dass man die Rufnummer ändern werde. Bei der Durchsicht der Rechnungen fiel ihm auf, dass ab Dezember 2018 seine alte Rufnummer nicht mehr aufgeführt wurde.

Björn R. rief sofort bei der Hotline an, wo man ihm erklärte, man habe im November 2018 vermeintliche Karteileichen entfernt.

Er widersprach heftig, wies darauf hin, dass er nie eine Kündigung erhalten habe, und forderte Telefónica auf, ihm die für ihn wichtige Rufnummer wiederzubeschaffen. Das, erklärte man ihm, sei nunmehr leider nicht mehr möglich. Er habe sich zu spät gemeldet.

Schlichtung gescheitert

Damit wollte sich Björn R. nicht abfinden. Er leitete ein Schlichtungsverfahren bei der Bundesnetzagentur ein, um seine Rufnummer zurückzubekommen. Das allerdings blieb fruchtlos, denn Telefónica äußerte sich trotz Erinnerung durch die Behörde nicht zu dem Antrag.

Am 11. Juli erklärte die Bundesnetzagentur das Schlichtungsverfahren für gescheitert, weil sich das Unternehmen nicht geäußert hatte. Damit gilt rechtlich die Zustimmung zur Schlichtung als verweigert. Die Bundesnetzagentur verwies Björn R. darauf, seine Ansprüche auf zivilrechtlichem Weg weiterzuverfolgen.

Nun wandte sich Björn R. hilfesuchend an c't. Wir nahmen Kontakt mit der Pressestelle von Telefónica auf und baten um eine Prüfung des Vorfalls und um eine Stellungnahme. Das Unternehmen nahm daraufhin nochmals Kontakt mit Björn R. auf und entschuldigte sich für die Unannehmlichkeiten. Die Rufnummer allerdings ist endgültig weg, denn nach einer Karenzzeit von 90 Tagen wird sie an den ursprünglichen Netzbetreiber zurückgegeben – in diesem Falle die Deutsche Telekom. Die Zeit war bereits abgelaufen.

Laut Telefónica hatte man den Vertrag zum 30. November 2018 form- und fristgerecht gekündigt – allerdings nur per SMS. Der UMTS-Stick, in dem Björn R. seine SIM-Karte betrieb, bietet aber keine Möglichkeit zum SMS-Empfang. Die Nachricht musste also zwangsläufig ungehört verhallen. Die Kündigung der Tarifoption betraf zahlreiche Kunden, viele von ihnen waren ebenso wie Björn R. von der

Kündigung überrascht worden. Telefónica legte sogar eine eigene Info-Seite zum Thema an, siehe ct.de/yr96.

Das gescheiterte Schlichtungsverfahren ist laut Telefónica auf einen „menschlichen Fehler“ zurückzuführen. Allerdings hätte wohl auch ein erfolgreiches Schlichtungsverfahren die Nummer nicht zurückgebracht. Die Verwaltung von Rufnummern orientiert sich

an strengen Regularien – und der Hammer fällt bei Mobilfunkrufnummern 90 Tage nach Abschaltung. Danach gibt es noch eine sechsmonatige Periode, in der die Rufnummer nicht neu vergeben werden darf. Ab 1. September kann Björn R. also unter seiner alten Rufnummer den neuen Besitzer anrufen, denn derart leicht zu merkende Nummern werden in der Regel zügig neu vergeben, bei einigen Providern als „VIP-Nummer“ gegen hohes Entgelt.

Ungeeignetes Medium

Einen Vertrag per SMS zu kündigen sieht Rechtsanwalt Bradler von der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen kritisch: „Eine Kündigung muss für deren Wirksamkeit auch zugehen und der Absender muss das beweisen. In diesem Fall ist die SMS dem Kunden aber offensichtlich nie zugestellt worden, sondern wurde in den Systemen des Anbieters zum Abruf bereitgehalten und ist dann irgendwann verfallen. In meinen Augen kann die SMS

nur wirksam zugegangen sein, wenn der Kunde damit rechnen musste, dass für ihn wichtige Mitteilungen dort eingehen. Der Hauptvertrag ist aber ein Festnetzvertrag, alle vertraglichen Angelegenheiten liefen dort bislang per E-Mail oder Briefpost. Nur wenn die SMS in der Vergangenheit schon als Kommunikationsweg genutzt wurde oder der Kunde die Mobilfunknummer als Kontaktweg angegeben hat oder in den AGB wirksam vereinbart ist, dass Vertragsangelegenheiten per SMS geregelt werden sollen, kann eine Kündigung wirksam zugehen.“

Es ist also durchaus zweifelhaft, dass das Vorgehen von Telefónica juristisch korrekt war. Wenn eine SIM-Karte als Zusatzoption zu einem Festnetzvertrag genutzt wird, muss der Anbieter damit rechnen, dass diese in vielen Fällen in einem USB-Stick aktiv ist und dass den Kunden SMS deshalb nicht erreichen. Das bedeutet nicht, dass der Kunde kein Interesse mehr an der Option oder der Rufnummer hat. Hier hätte O2 auf dem üblichen Wege kommunizieren müssen, um dem Kunden eine Chance zu geben, von der Kündigung zu erfahren.

Gerade bei Rufnummern wäre maximale Sorgfalt angebracht. Der Gesetzgeber regelt die Rechte an Telefonnummern ja deswegen so genau, weil sie für Unternehmen und Verbraucher so wichtig sind. Der Unmut von Björn R. ist da vollkommen berechtigt. (uma@ct.de) **ct**

O2-Infos zur Kündigung: ct.de/yr96

Service im Visier

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

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

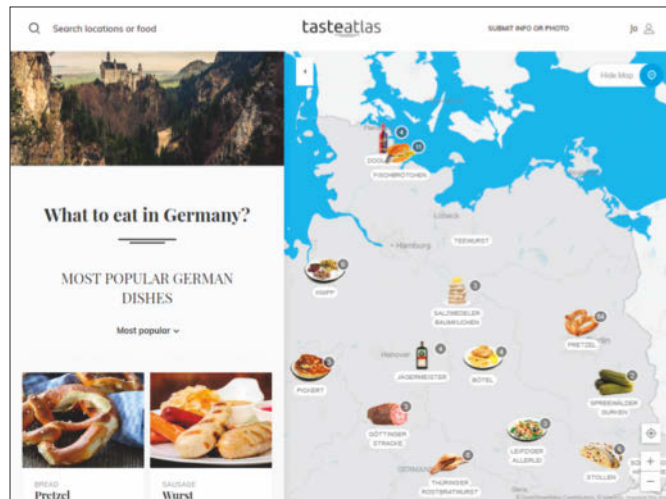
Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen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

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

Kulinarische Weltreise

www.tasteatlas.com

Der kroatische Journalist Matija Babic reist gerne und interessiert sich dabei auch immer für die lokale Küche. Allerdings hatte er auf seinen Touren immer mal wieder Probleme, herauszufinden, welche Spezialität typisch für die Region ist, die er gerade besucht.



Das war die Motivation für ihn, **TasteAtlas** aus der Taufe zu heben: einen weltweiten Atlas regionaler Gerichte und Getränke. Mehr als 10.000 Speisen und Zutaten verzeichnet seine Datenbank, die sich nach Regionen oder Speisen durchsuchen lässt. Wählt man ein bestimmtes Gericht aus, präsentiert TasteAtlas nicht nur das Rezept, sondern auch eine Auswahl an Restaurants, die es auf der Karte haben sowie dazu passende und ähnliche Gerichte. (jo@ct.de)

Formular des Grauens

userinyerface.com

User Inyerface stammt von der belgischen Agentur Bagaar. Die nennt ihr Spiel eine „herausfordernde Erkundung von Benutzerinteraktionen und Designmustern“ und untertreibt: User Inyerface ist eine Zumutung. Schon wer von der Startseite weitergelangen will, muss zwei Mal überlegen, wo genau er hinklickt.

Dann gilt es, sich ein Passwort zu überlegen: „Your password requires at least 10 characters. Your password should have at least 1 Capital letter. Your password must have at least 1 Numeral. Your password needs at least 1 letter of your email. Your password can have at least 1 cyrillic character.“

Und in diesem Stil geht es weiter mit missverständlich platzierten Beschriftungen, umständlichen Bedienelementen (die Hausnummer ist kein Textfeld, sondern ein Zähler, den man hochklicken muss) und Feldern mit Platzhaltern, die nicht verschwinden, wenn man hineinklickt. Immer mal wieder poppt zudem ein Dialog auf, der einen auffordert, sich zu beileiden. (jo@ct.de)

Spielberichte vom Automaten

www.fussball1.de

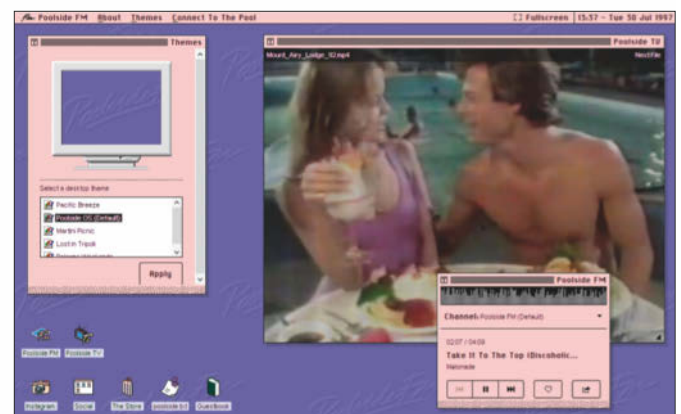
Roboter-Journalisten – also Algorithmen – verfassen schon seit ein paar Jahren Wettervorhersagen und Börsennotizen. Sie können immer zum Einsatz kommen, wenn ihnen gut aufbereitete Daten vorliegen. Offenbar eignen sich auch die Spielberichte der DFB-Ligen als Datenbasis. Der DFB hat nämlich angekündigt, mit Beginn der Saison 2019/2020 auf seiner Plattform **Fussball.de** zu den Ligaspielen im Männer-, Frauen- und älteren Jugendbereich – bundesweit bis in die untersten Spielklassen – automatisch generierte Vor- und Nachberichte bereitzustellen.

Die Texte sollen auf der Website und in der App angezeigt werden. Die Mannschaftenverantwortlichen der Vereine können die automatisch erzeugten Artikel nachträglich verändern und um Bilder ergänzen. Auf der DFB-Homepage findet sich dazu eine FAQ. (jo@ct.de)

Virtueller Trip in die 90er

poolside.fm

Der Sommerurlaub war wieder viel zu kurz? Vielleicht hilft ja ein Besuch bei **Poolside FM**. Die Site soll so etwas wie einen virtuellen Kurzurlaub im Browser bieten. Entworfen wurde sie laut Auskunft ihrer Betreiber in einem schrecklich regnerischen Sommer in den schottischen Highlands.



Die Site ist gestaltet wie eine Apple-Mac-Oberfläche aus den 90ern – die sich mit Themes an den persönlichen Geschmack anpassen lässt. Im „Radiosender“ laufen relaxte Upbeat-Tracks in Dauerschleife, das Poolside TV liefert dazu Videos in VHS-Optik. Poolside FM lässt sich einfach so nutzen; wer sich im Gästebuch verewigen oder Lieblingstracks speichern will, registriert sich kostenlos mit seiner E-Mail-Adresse. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ymxh

GEO
AUSGABE 09. 2019

GEO

Die Welt mit anderen Augen sehen



Jetzt
im
Handel

Das Gute essen

Vielfalt auf dem Teller
und in der Natur:
Wie wir uns genussvoll
ernähren und
die Arten schützen



Mit Booklet:
42 Tipps
für nachhaltigen
Genuss

SINGAPUR
Strenges Vorbild
für die Welt?

ERDINNERES
Das geheime
Leben in der Tiefe

PFLANZEN
Wie Erbsen und
Mimosen lernen

KARIBIK-INSEL
Kolumbiens
Raumwunder

GEO. *Das macht was mit dir!*

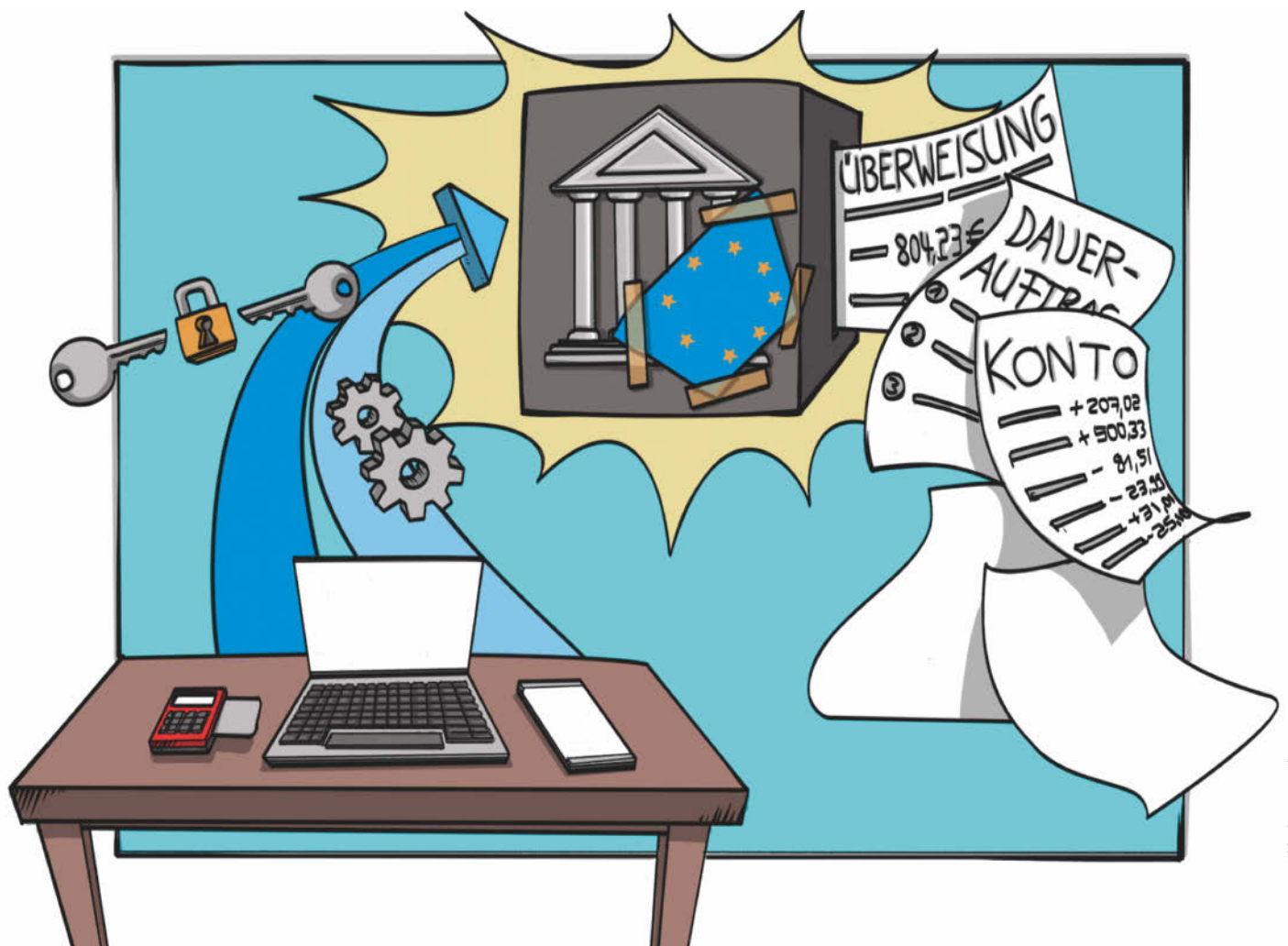


Bild: Thorsten Hübner

Zweitschlösser

Neue Onlinebanking-Regeln ab September

Viele Kreditinstitute haben ihre Kunden in den letzten Wochen darüber benachrichtigt, dass ihnen merkbliche Änderungen im elektronischen Banking bevorstehen. Wir haben uns angeschaut, was dahintersteckt.

Von Markus Montz

Sonntag, der 15. September. Sie wollen sich in Ihr Onlinebanking einloggen – und plötzlich fordert Ihre Bank schon beim Login eine TAN an. Auf dem Bildschirm steht außerdem nicht mehr, unter

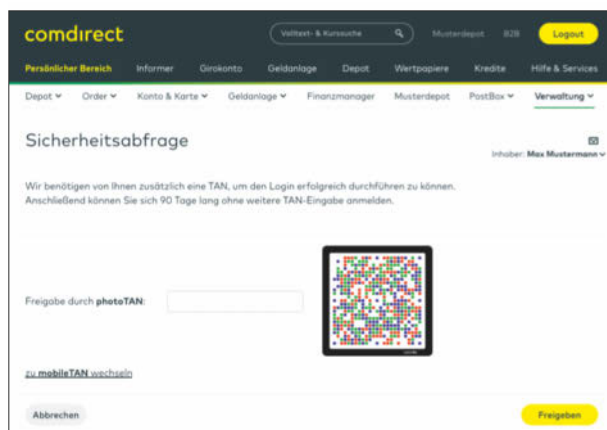
welcher Nummer die angeforderte TAN auf Ihrer Papierliste steht. Da fällt Ihnen das Schreiben Ihres Kreditinstituts wieder ein. Es hatte Ihnen vor ein paar Wochen mitgeteilt, dass Ihre iTAN-Liste auf Papier ab 14. September aufgrund einer neuen EU-Richtlinie nicht mehr gültig ist. Sie hatten das im Alltagsstress dummerweise ignoriert – und können jetzt nicht klären, ob das Geld aus der letzten eBay-Versteigerung schon da ist. Und nun?

Diese kleine Horrorgeschichte hat einen ganz nüchternen Hintergrund: In wenigen Wochen ändern sich im gesamten EU-Raum die Sicherheitsverfahren für das elektronische Banking. Grund dafür ist die Zweite Europäische Zahlungsdienstrichtlinie (PSD2), die am 14. September

vollständig in Kraft tritt. Es handelt sich um dieselbe Richtlinie, die auch bei elektronischen Bezahlvorgängen spürbare Änderungen bringt [1, 2]. Die Banken führen aufgrund der PSD2 allerdings nicht nur vorgeschriebene Änderungen wie die Abschaffung der iTAN durch: Viele Kreditinstitute legen bei der Gelegenheit auch gleich die mTAN ad acta.

Zwar behalten Banken und Sparkassen viele gebräuchliche TAN-Verfahren wie etwa pushTAN oder chipTAN bei; für viele Nutzer bleibt in diesem Punkt also alles wie gehabt. Um einen zweiten Faktor bereits beim Einloggen ins Online-Banking kommt aber im Grundsatz niemand herum – egal, ob der Kunde sich über den Browser, eine Mobil-App der Bank, ein Homebanking-Programm auf dem Desktop oder eine Multibanking-App auf dem Smartphone einloggt. Allerdings gibt es nicht nur neue Hürden: Bei einigen Vorgängen dürfen es die Banken ihren Kunden auch einfacher machen, etwa bei Überweisungen von Kleinbeträgen.

Die neuen Anforderungen, insbesondere die Zwei-Faktor-Authentifizierung beim Login, sollen die Sicherheit des elektronischen Bankings erhöhen. Zugleich



Neue Sicherheitsstufe: Auch für die Anmeldung im Onlinebanking ist spätestens ab dem 14. September eine Zwei-Faktor-Authentifizierung wie bei Überweisungen erforderlich.

male wie etwa Fingerabdruck oder Iris) stammen [2]. Beim Einloggen wird daher zusätzlich zur bisher erforderlichen Eingabe von PIN oder Passwort in einem zweiten Schritt der zweite Faktor abgefragt, meist eine TAN. Es gibt allerdings Ausnahmen, dazu gleich mehr.

An die Sicherheit der einzelnen Kategorien stellt die PSD2 Mindestanforderungen. Für das Verbot der iTAN war dabei weniger entscheidend, dass eine TAN-Liste auf Papier gestohlen oder kopiert werden kann: Eine iTAN lässt sich vor allem nicht dynamisch als Einmal-Passcode aus den Überweisungsdaten (Empfänger-IBAN und Betrag) erzeugen. Außerdem ist sie zeitlich unbegrenzt gültig. Das macht sie besonders anfällig für Phishing- oder Trojaner-Angriffe, zumal sie dem Kunden vor der Überweisungsauslösung nicht gemeinsam mit der Empfänger-IBAN und dem Betrag angezeigt wird. Solch eine vom ersten Faktor unabhängige Kontrollmöglichkeit schreibt die PSD2 jedoch vor. Da die mTAN diese Anforderungen erfüllt, bleibt sie erlaubt.

dürften die Banken neben der Sicherheit den Komfort ihrer TAN-Verfahren weiter verbessern. Auch Alternativen sind denkbar: Eine Sicherheits-App könnte auch mit kryptografischen Schlüsseln arbeiten. Dann wäre nicht einmal mehr die Eingabe einer TAN erforderlich. Einige Banken, etwa die Postbank, gehen bereits in solche Richtungen.

Nicht immer sind die Neuerungen leicht verständlich, wie uns Leserzuschriften in den letzten Wochen gezeigt haben – trotz aller Informationskampagnen der Geldhäuser. Auch dass einige Banken und Sparkassen kurzfristig die mTAN abschaffen und viele Kunden zu einem spontanen Wechsel des TAN-Verfahrens zwingen, stieß auf Unverständnis. Manche Bankkunden könnten die obligatorischen Schreiben ihrer Bank auch ganz ignoriert haben und wissen immer noch nicht, was auf sie zukommt. Wir wollen Ihnen daher eine Orientierungshilfe zu den TAN-Verfahren geben, die Geldhäuser mit größerem Kundenkreis zukünftig anbieten wollen; dazu haben wir die beiden bedeutenden Start-up-Banken Fidor und N26 gefragt. Auf Seite 68 finden Sie eine Übersicht – ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Wir haben uns zudem bewusst auf Privatkunden beschränkt, um Konfusion zu vermeiden.

Die Frage nach der Zukunft bankunabhängiger Home- und Multibankinganwendungen unter der PSD2 beantworten wir in einer der nächsten Ausgaben. An dieser Stelle aber schon so viel: Da die Kreditinstitute zukünftig verpflichtet sind, eine dedizierte Schnittstelle nach PSD2-Anforderungen anzubieten, war die Zukunft der bankseitig bisher genutzten FinTS-Schnittstellen (früher HBCI) für das Homebanking unklar – obwohl die Richtlinie einen Parallelbetrieb nicht explizit untersagt. Sowohl Banken als auch

Softwarehersteller haben aber weitgehend Entwarnung gegeben. Für die meisten Anwender von Home- und Multibankingsoftware ändert sich bei deutschen Bankkonten also wenig, sieht man von der Implementierung der Zwei-Faktor-Authentifizierung, der geänderten bankseitigen TAN-Verfahren und den Ausnahmen von der Zwei-Faktor-Authentifizierung ab. Die meisten befragten Banken und Sparkassen mit Niederlassung in Deutschland wollen ihre FinTS-Schnittstellen im bisherigen Funktionsumfang weiterbetreiben. Bei der ING Deutschland ist für das Girokonto vorerst nur eine Umsatzabfrage per FinTS vorgesehen, die DKB blieb auf Nachfrage von c't zur Zukunft von FinTS unkonkret. Unsere Tabelle enthält daher neben Informationen über TAN-Verfahren und Ausnahmen auch Angaben darüber, welche Kreditinstitute beim Girokonto weiterhin FinTS mit PIN/TAN sowie HBCI-Chipkarten und -Speichermedien unterstützen.

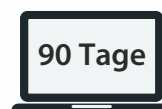
Mehr Sicherheit

Die PSD2 bezieht sich beim elektronischen Banking nur auf Zahlungskonten. Bei Privatkunden läuft dies in der Praxis auf Girokonten hinaus. Alle Umsatzabfragen und Zahlungsauslösungen von diesen Konten gelten formal als Zahlungsgeschäfte. Dabei verpflichtet die PSD2 Banken und Kunden grundsätzlich zu einer **Starken Kundenauthentifizierung** – häufig findet man den Begriff auch in seiner Abkürzung als **SCA** (Strong Customer Authentication). Gemeint ist vom Prinzip her die erwähnte Zwei-Faktor-Authentifizierung, mit einer Erweiterung: Die beiden Faktoren müssen aus zweien der drei Kategorien Wissen (etwa PIN oder Passwort), Besitz (etwa Bankkarte oder Mobiltelefon) und Inhärenz (biologische Merk-

SCA-Ausnahmen beim Banking

Für die SCA gilt eine Reihe von Ausnahmen. Ob sie in der Praxis tatsächlich gelten, hängt immer von der Bank des Endkunden ab.

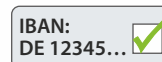
- Kontostandsabfragen, wenn die letzte Abfrage maximal 90 Tage zurückliegt (Umsatzabruf ohne SCA bis maximal 90 Tage rückwirkend)



- Überweisungen von Kleinbeträgen < 30 Euro (nach fünf Mal oder Gesamtbetrag > 100 Euro erneute SCA)



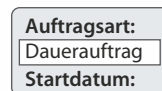
- Kunde setzt Empfänger nach initialer SCA auf eine IBAN-Whitelist, die er für sein Konto erstellt hat.



- Zielkonto gehört dem Kunden und wird bei derselben Bank geführt.



- Daueraufträge nach initialer SCA



TAN-Verfahren

iTAN: Liste mit durchnummerierten TANs auf Papier; die Banking-Anwendung fragt nach dem Zufallsprinzip eine davon ab.

mTAN: Die Bank schickt die TAN als SMS an eine vorher festgelegte Handynummer.

pushTAN: Die Bank schickt die TAN in eine spezielle, an ein Endgerät des Kunden gebundene App.

appTAN: Eine App auf dem Smartphone, die der Nutzer nur mit Sicherheitsabfrage öffnen kann. Anschließend gibt die App im Hintergrund eine TAN frei, etwa durch eine Bestätigung per Fingertipp.

chipTAN: Verfahren mittels TAN-Generator, der durch Einstecken der Bankkarte aktiviert wird und die TAN über einen optischen Sensor aus einem Flickercode auf dem Bildschirm ausliest.

photoTAN, QT-TAN: Die App oder ein TAN-Generator liest die TAN aus einer farbigen oder monochromen Grafik aus, die die Banking-Anwendung auf dem Bildschirm anzeigt.

signaturTAN: Bedienung wie appTAN, allerdings wird eine Signatur genutzt.

Alle genannten TAN-Verfahren nutzen derzeit die Kategorie „Besitz“ als zweiten Faktor; auch dann, wenn eine App beim Start eine biometrische Prüfung durchführt oder ein Passwort abfragt.

Am anderen Ende machen bereits mehrere Banken Gebrauch von der Möglichkeit, ohne eine für den Kunden sichtbare TAN zu arbeiten. Bei den photoTAN-Apps von comdirect und Deutsche Bank beispielsweise reicht beim Einloggen eine einfache Bestätigung per Fingertipp. Die Fotografik muss der Nutzer dabei nicht scannen. Das pushTAN-Verfahren von N26 braucht sogar überhaupt kein weiteres Zutun des Kunden mehr – vorausgesetzt, dieser betreibt das Banking auf dem gleichen Mobilgerät, auf dem sich auch die

Online-Banking ab 14. September 2019

	comdirect	Commerzbank	Consorsbank	Deutsche Bank	DKB
TAN-Verfahren	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), photoTAN-App	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), photoTAN-App	mTAN ¹ , TAN-Generator (QT-TAN) ² , appTAN, QR-TAN-App	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), photoTAN-App	TAN-Generator (photoTAN, QR-TAN, USB), pushTAN
Kosten pro mTAN bei erfolgreicher Nutzung	0,09 €	0,12 €	–	0,09 € ¹⁹	–
Kosten für TAN-Generator (exkl. Versand) / proprietär	34,90 € ¹⁷ / ✓ ¹⁶	29,90 € ¹⁷ / ✓ ¹⁶	19,95 € / ✓	14,90 € ^{6,17} / ✓	ab 26,49 € / –
90-Tage-Ausnahme / Kleinbeträge ohne TAN / IBAN-Whitelist / TAN-freie Transaktionen auf eigene Konten bei derselben Bank	✓ ⁴ / 30 € / (✓) ¹⁸ / ✓ ¹⁵	– ⁵ / – / – / –	– / – / – / –	– ^{5,20} / – / (✓) ¹⁸ / (✓) ¹⁸	– / – / – / ✓ ⁷
Girokonto über FinTS (HBCI)	✓	✓	✓	✓	k. A. ⁹
HBCI-Chipkarte / HBCI-Speichermedium	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	(✓) ^{1,8} / –
¹ zeitlich befristet ¹⁰ risikobasiert ¹¹ vsl. nur Umsatzabfrage ¹² USB- und Bluetooth-Geräte ab 29,00 € ¹³ je nach Institut vor Ort ¹⁴ Sparda Berlin wie VR-Banken ¹⁵ mobil mit vereinfachtem Verfahren ¹⁶ siehe Artikel					
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe			

Sicherheits-App befindet. Die Übergabe der TAN erfolgt dann im Hintergrund. Die Bank bezeichnete ihre Lösung gegenüber c't als ein „sicheres, aber vor allem auch benutzerfreundliches Authentifizierungsverfahren, das alle regulatorischen Anforderungen erfüllt“. Erfolgen Banking und Sicherheitsabfrage auf unterschiedlichen Geräten, muss der Nutzer weiterhin per Fingertipp bestätigen.

Technisch interessant ist das Modell der Postbank: Sie bietet neben einem knapp 12 Euro teuren, nicht proprietären TAN-Generator auch ein signaturTAN-Verfahren per Handy-App oder USB-/Bluetooth-Gerät an – ähnlich dem altbekannten HBCI-Sicherheitsmedium.

Generell binden die Banken ihre Sicherheits-Apps im Aktivierungsprozess fest an das zugehörige mobile Endgerät und sichern sie mit einer Zugangskontrolle, etwa PIN oder Fingerabdruck. Für jedes weitere Smartphone oder Konto ist ein erneuter Aktivierungsprozess erforderlich. Bei hinreichend gesicherten Mobilgeräten hat man zudem gute Chancen, das Konto oder die App bei Verlust rechtzeitig zu sperren. Grundsätzlich reicht laut Richtlinie ein einzelnes Gerät für beide Faktoren, sofern es für den zweiten Faktor die besagte technische Trennung vom ersten Faktor leisten kann. Zwar raten etwa die Verbraucherzentralen zu zwei getrennten Geräten. Solange man als Nutzer aber Umsicht und Sorgfalt gegenüber Phishing und ähnlichen Angriffen walten lässt, sein System aktuell hält und Apps nur aus vertrauenswürdigen Quellen installiert, wird man im Normalfall keine Probleme bekommen. Auch Rooting erhöht das Risiko; die meis-

ten Banking- und Sicherheits-Apps laufen aber ohnehin nicht auf gerooteten Smartphones. Selbst im Schadensfall ist das Risiko begrenzt: Die Banken dürfen ihre Kunden laut PSD2 nur noch für Schäden bis 50 Euro haften lassen, sofern diese lediglich fahrlässig gehandelt haben. Die meisten Banken legen diese Regel aber auch bei größeren Schnitzern kulant aus.

Ausnahmen

Da die SCA für Bankkunden prinzipiell einen Mehraufwand bedeutet, lässt die PSD2 Ausnahmen zu. So muss die Bank nach der obligatorischen PIN den zweiten Faktor beim Einloggen nicht jedes Mal abfragen: Sie kann nach einer SCA 90 Tage verstreichen lassen, bis die nächste fällig wird. Die Kreditinstitute dürfen die Frist auch auf weniger als 90 Tage festlegen oder innerhalb der Frist auf Basis einer Risikobewertung eine erneute Abfrage verlangen. Dabei gibt es aber eine Einschränkung: Die Umsätze darf die Bank ohne SCA nur bis maximal 90 Tage rückwirkend bereitstellen; für weiter zurückliegende Daten muss sie erneut den zweiten Faktor abfragen. Die befragten Banken und Verbände haben daraus unterschiedliche Schlüsse gezogen: Einige lassen die Ausnahme aus Komfortgründen zu, aus Sicht anderer gibt es immer gleiches Verfahren mit SCA dem Kunden mehr Klarheit.

Bei Überweisungen von Kleinbeträgen unter 30 Euro haben die Banken ebenfalls die Möglichkeit, von der SCA abzusehen. Bei der sechsten Überweisung eines Kleinbetrags, alternativ wenn der Saldo der Kleinbeträge 100 Euro überschreitet, muss eine erneute SCA erfol-

Fidor Bank	HypoVereinsbank	ING Deutschland	N26	Postbank	Sparda-Banken	Sparkassen	Targobank	VR-Banken
mTAN, pushTAN	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), appTAN	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), appTAN	mTAN, pushTAN ¹⁴	TAN-Generator (chipTAN), signaturTAN (dediziertes Gerät), signaturTAN-App	mTAN ³ , TAN-Generator (chipTAN), appTAN, PC-App	mTAN ³ , chipTAN, pushTAN	mTAN, TAN-Generator (photoTAN), pushTAN	mTAN ^{1,3} , TAN-Generator (photoTAN, chipTAN), pushTAN
–	–	–	–	–	0,12-0,20 € ³	k.A. ³	–	k.A. ^{1,3}
–	29,90 € / ✓	32,00 € / ✓	–	ab 11,90 € ¹² / –	ab 9,81 € / –	(✓) ³ / –	24,90 € ¹⁷ / ✓	k.A. ³ / –
k.A. ⁹ / k.A. ⁹ / k.A. ⁹ / k.A. ⁹	✓ ¹⁰ / – / – / –	– / – / – / –	– ¹⁴ / – ¹⁴ / – ¹⁴ / – ¹⁴	– / – / – / –	✓ / (✓) ³ / ✓ / ✓	✓ / (✓) ³ / (✓) ³ / (✓) ³	– / – / (✓) ¹⁸ / (✓) ¹⁸	(✓) ³ / (✓) ³ / (✓) ^{3,18} / (✓) ³
–	✓	– ¹¹	–	✓	✓	✓	✓	✓
– / –	✓ / ✓	– / –	– / –	– / –	– / –	✓ ^{1,3} / –	– / –	✓ / ✓
⁵ beim Einloggen muss bei Nutzung der Sicherheits-App nur eine Push-Nachricht bestätigt werden ¹⁵ bis 1000 Euro pro Tag ¹⁶ Geräte von comdirect und Commerzbank kompatibel ¹⁷ inkl. Versand ⁶ in bestimmten Kontomodellen kostenlos ¹⁸ geplant ⁷ nur DKB Visa-Tagesgeld ¹⁹ beim Login kostenlos ⁸ nicht mehr für Neukunden ²⁰ nur beim HBCI-Banking ⁹ noch offen								

gen. Möglich ist ferner, dass die Bank ihre Kunden eine individuelle Whitelist mit vertrauenswürdigen, von der SCA befreiten IBANs führen lässt. Auch für Überweisungen auf weitere Konten aller Art, die der Kunde bei derselben Bank führt, kann sie auf SCA verzichten. Übrigens fallen auch Daueraufträge unter die Ausnahmen – hier bleibt in der Praxis aber alles beim Alten. Bei den anderen vier Ausnahme-möglichkeiten gibt es starke Unterschiede in der Geschäftspolitik der Banken und Sparkassen; einige Institute lassen alle Ausnahmen zu, andere nur einen Teil oder überhaupt keine. Das ist vor allem für Kunden mit mehreren Girokonten bei mehreren Banken kompliziert.

Man kommt also schon deshalb nicht umhin, sich direkt bei seinem Geldinstitut zu informieren. Ob die Information hilfreich ausfällt, ist eine andere Frage. So sind die Schreiben und Informationen auf den Websites zum Teil nicht praxisnah geraten. Beispielsweise vermissen wir in den uns vorliegenden Schreiben der Volks- und Raiffeisenbanken eine klare Aussage, welche bisherigen TAN-Verfahren in der Praxis weiter genutzt werden können.

Streitpunkt TAN-Verfahren

Bei den TAN-Verfahren gibt es für viele Bankkunden spürbare Änderungen – nicht nur wegen der PSD2. Die iTAN galt zwar abgesehen von ihren Sicherheitsdefiziten ohnehin als Auslaufmodell. Bei der mTAN, die einige Banken derzeit im Schnellverfahren entsorgen, ist es nicht ganz so einfach. In der Tat hat sie Schwachstellen, weshalb das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) auch ihre

Abschaffung empfiehlt. Beispielsweise versuchen Betrüger, über Phishing-Angriffe einen Trojaner auf das Endgerät zu bringen, auf dem der Kunde sein Banking betreibt. Gelingt ihnen dies, bestellen sie mithilfe erbeuteter Daten eine Zweit-SIM-Karte und können so auch die mTANs abfangen. Mehr noch: Eine SMS geht nicht transportverschlüsselt auf die Reise, auf einem gekaperten oder gestohlenen Smartphone ist sie daher leichte Beute.

Schon wegen der Haftung der Banken ist das Risiko für den Kunden bei der mTAN aber vertretbar, sofern die Netzprovider strenge Vorsicht bei der Ausgabe von Zweit-SIM-Karten walten lassen und die Kunden sich gegen Trojaner schützen. Als zusätzlichen Schutz erlauben die meisten Banken technisch nicht mehr, dass ein Kunde ein Mobilgerät für den SMS-Empfang und das Banking gleichzeitig nutzt.

Neben dem Sicherheitsargument steht das Kostenargument: Jede SMS kostet Geld, bepreist werden darf aber nur eine erfolgreich verwendete mTAN. Daher nehmen einige Institute teils happige Gebühren – für den Kunden soll dies wohl auch ein Zeichen sein, doch bitte das Verfahren zu wechseln. Einige Banken und Sparkassen zeigen, dass es auch anders geht: Sie setzen auf Aufklärung und Werbung für andere TAN-Verfahren.

Extrakosten entstehen oftmals auch solchen Kunden, die kein Handy besitzen oder es nicht für das Banking nutzen wollen. Ihnen bieten die Kreditinstitute in der Regel einen TAN-Generator für das chipTAN- oder photoTAN-Verfahren an, sofern sie noch keinen besitzen. Bestellt man solch ein Gerät über das Kreditinstitut,

kostet es zwischen weniger als 10 und bis zu 35 Euro. Immerhin lassen eine Reihe von Geldhäusern, darunter die Sparkassen und Volks- und Raiffeisenbanken, auch kostengünstige Geräte von Drittanbietern zu. Weniger kundenfreundlich sind proprietäre Geräte, wie sie einige Privatbanken anbieten. Bei der Consorsbank ist ein Wechsel des TAN-Generators sogar unumgänglich, da das derzeit im Umlauf befindliche Gerät nicht PSD2-konform ist. Die Kosten von knapp 20 Euro muss der Kunde dennoch selbst tragen.

Ausblick

Während die Sicherheitsanforderungen wohl erfüllt werden, gibt es bei der Benutzerfreundlichkeit Fragezeichen – vor allem die Abschaffung der mTAN haben einige Banken und Sparkassen überhastet und wenig kundenorientiert durchgepeitscht.

Doch wo Schatten ist, ist auch Licht: Viele Banken, darunter die oft gescholtenen Sparkassen sowie Volks- und Raiffeisenbanken, wollen die möglichen Ausnahmen anwenden. Einige Banken verlagern ihre TAN-Verfahren immer weiter in den Hintergrund. Saubere Programmierung vorausgesetzt, lässt sich der Zugewinn an Sicherheit also sogar mit mehr Komfort verbinden – dann hätte die PSD2 ihren Zweck erfüllt. (mon@ct.de) **ct**

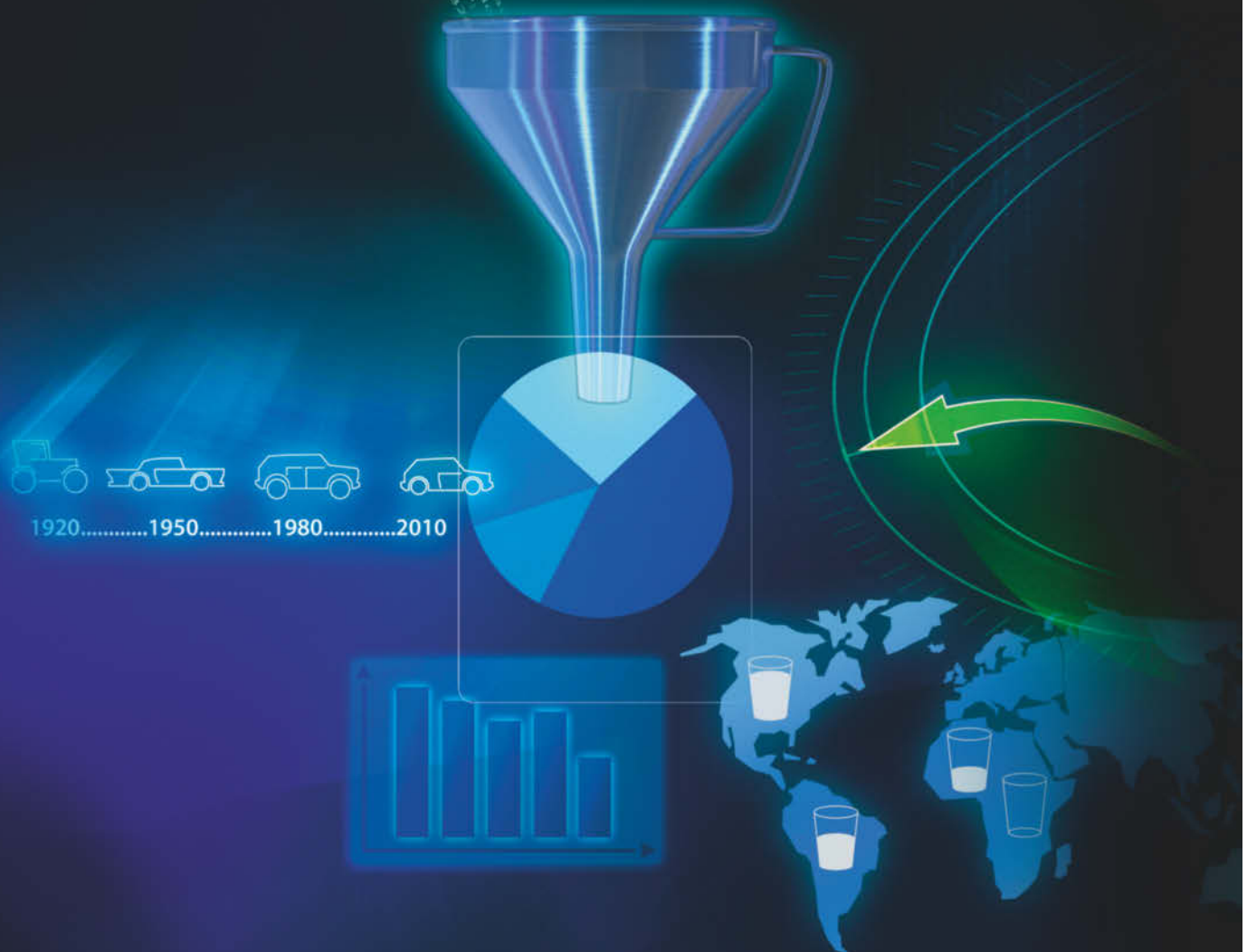
Literatur

- [1] Markus Montz, Nimm zwei!, Was sich ab September beim elektronischen Bezahlen ändert, c't 15/2019, S. 122
- [2] Markus Montz, Auf die Konten!, PSD2 soll Bezahlen und Banking für EU-Bürger rund-erneuern, c't 24/2018, S. 152

Datenzeichner

Daten

Datenvisualisierung j



Technische Entwicklung	Seite 70
Übersicht: Apps und Frameworks	Seite 72
Datenformate und Diagrammtypen	Seite 78
Coden mit Altair	Seite 80

Diagramme zeigen viel schneller Zusammenhänge als Zahlenwüsten. Sie haben Leben gerettet und Kriegstragödien offenbart – schon im 19. Jahrhundert, akribisch von Hand gezeichnet. Heute kommt die Ästhetik aus dem Rechner. Und dank moderner Algorithmen kann sie fast jeder ohne viel Aufwand nutzen.

Von Andrea Trinkwalder

Wenn sich blutrote Säulen von oben über das Blatt ergießen, gefärbte Landkarten weltweite Temperaturveränderungen verdeutlichen und statt grauer Quader gestapelte rosa Schweine den jährlichen Fleischkonsum des Bundesbürgers beziffern: Dann hat man trotz aller Verspieltheit einen Blickfang vor sich, der auf eine sehr informative und unterhaltsame Art Statistiken und Daten präsentiert.

Das Umsetzen solch kreativer Visualisierungsideen wird immer einfacher, weil die dafür zuständigen Anwendungen reduziert, interaktive Oberflächen bekommen haben – oder Assistenten, die in wenigen Schritten vom Datenimport zum fertigen Diagramm führen. Es gibt Spezialisten für hübsche Zeitleisten und Karten, aufs Allernötigste reduzierte Web Apps sowie umfangreiche Analyse- und Visualisierungsplattformen, die sich an den Anforderungen bestimmter Berufsgruppen orientieren. Und wer den großen Gestaltungsspielraum von selbst gebautem Code bevorzugt, findet immer mehr Frameworks mit einer kompakten, leicht erlernbaren Sprache.

Sorgfaltspflicht

Doch es gibt auch eine Kehrseite: Wenn aus Daten minutenschnell ästhetische Diagramme werden, die vermeintliche Zusammenhänge offenbaren, darf gerade die zeitaufwendige analytische Hintergrundarbeit, das Verifizieren von Studien und das Hinterfragen des Datenmaterials nicht in Vergessenheit geraten. Bezweifelt wird beispielsweise die Validität der Daten hinter den Wählerwanderungsanalysen. Sie werden durch Befragung vor den

Wahllokalen erhoben. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich die Befragten tatsächlich erinnern können, was sie vier Jahre zuvor gewählt haben.

Auch der Wirkung von Farbe und Form sollte man sich bewusst sein: Zur Illustration des globalen Temperaturanstiegs, der sich innerhalb eines Grad Celsius bewegt, wird gerne eine Blau-rot-Skala verwendet. Die wird aber normalerweise als erheblicher Kalt-warm-Gegensatz wahrgenommen. So betonen die Farben vor allem die Botschaft: Es geht um etwas Dramatisches, Extremes.

Impulse aus der KI

Dass die Technik hinter den Tools, die aus unübersichtlichen Zahlenkolonnen plakative Diagramme formen, so rasante Fortschritte gemacht hat, liegt an Impulsen aus verschiedenen Richtungen. Einen wichtigen Beitrag leisten Algorithmen und Templates, die automatisch für ein klares, ausgewogenes Layout sorgen. Starke Einflüsse kommen aus dem maschinellen Lernen, wo hochdimensionale Daten so geschickt auf flächige oder räumliche Darstellungen reduziert werden müssen, dass Muster und Gemeinsamkeiten erkennbar werden. Bekannte Algorithmen heißen t-SNE und Force Atlas 2. Sie schaffen es, ein wirres Knäuel aus abertausenden Knoten und Verknüpfungen zu einem Gebilde aus sauber geordneten, vernetzten Clustern zu formen – das nebenbei auch noch eine beeindruckende Ästhetik entfaltet. Force Atlas 2 steckt übrigens im freien Netzwerk-Visualisierungstool Gephi (siehe Kasten auf S. 73)

Datenatelier

Aber auch in den Laboren klassischer Anwendungsentwickler wie Microsoft und Adobe experimentiert man mit neuen

Verfahren, sogenannten Constraint Solving Algorithms, deren Kunstfertigkeit sich in den Web Apps Charticulator und Data Illustrator bestaunen lässt. Diese Algorithmen kippen Daten nicht einfach in vorgegebene Diagramm-Templates. Stattdessen modellieren und vervielfältigen sie geometrische Grundformen wie Rechtecke und Kreise gemäß eines Regelwerks (Constraints), das der Anwender mit Hilfe der Daten aufstellt. Charticulator und Data Illustrator richten sich weniger an Projektmanager und Analysten, sondern an Gestalter, die mit Grafiksoftware vertraut sind.

Oft treten die exakten Messwerte dann in den Hintergrund. Vielmehr soll ein Bild entstehen, das neugierig macht und die Lust weckt, sich mit den Zusammenhängen zu beschäftigen. Hier hat derjenige, der ein Chart erstellt, eine große Verantwortung, denn je nach Aufbereitung ist auch die Gefahr groß, dass das Ergebnis bewusst oder unbewusst als manipulativ wahrgenommen wird.

Einstiegshürden überwinden

Für die folgenden Artikel haben wir Material zusammengetragen, das den Einstieg in die Datenvisualisierung erleichtert. Ab Seite 72 stellen wir eine Reihe teils kostenloser Anwendungen für alle möglichen klassischen und kreativen Darstellungsformen vor – ergänzt um einen kleinen Überblick kompakter Libraries. Der Artikel auf Seite 78 erklärt die wichtigsten Datenformate sowie den Einsatzzweck gängiger Diagrammtypen. Und ab Seite 80 führt Pina Merkert anhand eines realen Datenprojekts in das Visualisierungs-Framework Altair ein.

Wer dann das erste eigene Projekt angeht, wird feststellen, dass es oft gar nicht so einfach ist, eine geeignete – geschweige denn eine besonders prägnante – Darstellungsform zu finden. Gut, dass im Web wertvolle Inspirationsquellen sprudeln: Dazu gehören die öffentlichen Projektseiten von Tableau und Datawrapper, zahlreiche Tutorials dieser Anbieter sowie Datenblogs wie „Information is beautiful“ oder „Storytelling with Data“. Letzteres veranstaltet regelmäßig Wettbewerbe und veröffentlicht die Ergebnisse online, siehe ct.de/ydyv: Beeindruckend, wie unterschiedlich man ein und dasselbe Datenmaterial umsetzen kann. Viel Spaß beim Stöbern!

(atr@ct.de) **ct**

Inspirationsquellen: ct.de/ydyv



Malen nach Zahlen

Tools zur Datenvisualisierung: Von kostenlos bis kommerziell

Hinter Datenkolonnen verstecken sich oft spannende Geschichten. Moderne Visualisierungs-Frameworks helfen, sie mit geringem Aufwand bildhaft zu erzählen – auch ohne Programmierung und großes Budget.

Von Andrea Trinkwalder

Die Welt ist voller Daten, die zum Stöbern, Erkunden und Analysieren einladen. Gut, dass man seine Erkenntnisse nicht mehr in nüchternen Tabellen und altbackenen Diagrammen präsentieren muss. Dank moderner Visualisierungsalgorithmen, zweckmäßig-stylisher Layoutvorlagen und durchdachter Gestaltungshilfen werden die Daten zum Hingucker. Dabei laden nicht nur ästhetische Fluss-, Netzwerk- und Blasendarstellungen zum Erkunden ein: auch Klassiker

wie Balken, Säulen, Linien und Torten präsentieren sich in erfrischendem Design. Sinnvoll eingesetzte Animationen und interaktive Elemente helfen, alle wichtigen Informationen unterzubringen, ohne die Grafik zu überfrachten.

Mittlerweile gibt es eine beachtliche Auswahl an (Web-)Anwendungen, die mit wenig Aufwand ansehnliche Diagramme zustande bringen – sowohl statisch als auch animiert. Sie bereichern Projekte in Schule, Studium und Beruf, den privaten

Blog oder professionell gestaltete Publikationen.

Kostenloses Sortiment

Einige davon sind sogar kostenlos, manche jedoch nur unter bestimmten Bedingungen. Ohne Einschränkung darf man die Open-Source-Projekte RawGraphs des Mailänder Polytechnikums, Charticulator von Microsoft Research sowie Google Data Studio nutzen. Ebenso die Spezialanwendungen Gephi zur Visualisierung von Netzwerken, GeoDa für eingefärbte Karten und Timeline.js sowie Timemapper.js für interaktive Zeitleisten (siehe Kasten unten).

Highcharts ist für Privatanwender und Non-Profit-Organisationen kostenlos. Tableau Public verpflichtet zur Veröffentlichung der Projekte. Bei Datawrapper darf ein monatliches Limit von 10.000 Views nicht überschritten werden. Plot.ly

beschränkt den Download aufs PNG-Format und bei Datawrapper bleibt nur die Flucht ins Bildschirmfoto, wenn man die Grafik offline benötigt. Die kommerziellen Lizenzen dieser Apps verpflichten zu teils erheblichen monatlichen Raten; vor allem Komfort will bezahlt werden: Tableau und Datawrapper sind besonders teuer, Preise siehe Tabelle auf Seite 77. Wer am Ende doch lieber selber skriptet, findet eine Liste einsteigerfreundlicher kostenloser Libraries am Ende des Artikels sowie ein Tutorial zum Visualisierungs-Framework Altair auf Seite 80.

Mit Ausnahme von Charticulator arbeiten alle vorgestellten Apps nach einem ähnlichen Prinzip: Tabelle mit Daten laden, Template für gewünschten Diagrammtyp auswählen, Datenspalten den x- und y-Achsen zuordnen, weitere Optionen für Gruppierung und Färbung festlegen, Ergebnis als Pixel-/Vektorgrafik ex-

portieren oder als Weblink in eine HTML-Seite einbetten. Sehr feines Design bei geringem Aufwand liefern Tableau Public, Datawrapper und Google Data Studio: Text, Grafik, Farben, Symbole und Layout wirken perfekt aufeinander abgestimmt, Schritt-für-Schritt-Assistenten sowie eine effektive Datenaufbereitung helfen, die Daten rasch und sinnvoll zu visualisieren.

Auch RawGraphs bietet nahezu selbsterklärendes Drag&Drop-Charting, delegiert das Feintuning des Layouts aber an den Nutzer respektive eine Vektorgrafiksoftware wie Illustrator, Inkscape oder Affinity Designer. Eher klassische Oberflächen mit kleinteiligen Optionsleisten bieten Highcharts und Plot.ly.

Als Desktop-Anwendungen stehen Tableau Public, Gephi und GeoDa bereit, alle anderen laufen als Web-App über den Browser. Die Web Apps RawGraphs, Highcharts, Charticulator und Plot.ly

Spezialisten für Karten, Netzwerke und Zeitleisten

Wer weder coden noch zahlen möchte und mit den Freemium-Bedingungen von Tableau Public und Co. nicht einverstanden ist, kann seine **Karten** auch mit dem kostenlosen **GeoDa** nach allen Regeln der Statistik einfärben: Komplette Projekte mitsamt den Daten lassen sich speichern, Karten und Diagramme als Raster- oder Vektorgrafik herunterladen. Dabei beherrscht GeoDa weit mehr als nur Malen nach Zahlen, sondern hilft, geografische Daten visuell zu erkunden – mit einer Kombination aus statistischen Grundfunktionen, darauf aufbauender Färbetechnik und ergänzenden Diagrammen wie etwa Bar Charts, die mit der Karte interagieren. Allerdings sind keine Karten integriert, die entsprechenden Geometrien müssen per GeoJSON-Datei mit importiert werden.

Kühne Netzwerke

Gephi visualisiert **Beziehungen und Verknüpfungen** aller Art und jedweden Ausmaßes – etwa den eigenen Facebook-Freundeskreis, Verflechtungen größerer Firmennetzwerke oder die Interdisziplinarität von Forschungsfel-

dern. Die Knoten des Graphen repräsentieren die Subjekte (Firmen, Personen et cetera), die Kanten zeigen die Stärke der Verbindung zweier Knoten. Im Facebook-Freundeskreis etwa könnte die Stärke einer Verbindung durch die Anzahl der Likes definiert werden. Mit unterschiedlichen Layout-Algorithmen sowie datenabhängiger Größe und Farbe der Knoten und Kanten kann man den Graphen so gestalten, dass er die gewünschte Aussage auf einen Blick transportiert.

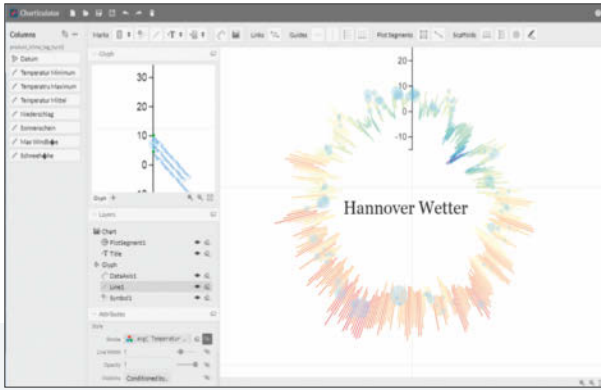
Der Layout-Algorithmus Force Atlas 2 beispielsweise rückt Elemente mit vielen Verknüpfungen in die Mitte und platziert schlechter vernetzte am Rand. Durch datengesteuerte Knotengröße lässt sich deren Bedeutung noch weiter unterstreichen. Färbungen markieren wichtige Cluster, etwa ob das eigene Netzwerk eher männlich oder weiblich dominiert ist oder welche Altersstruktur es besitzt. Einsteiger seien gewarnt: Gephi ist zwar einfach zu bedienen, aber Netzwerkvisualisierung per se ist ein zeitaufwendiges Unterfangen, das intensive Vorbereitung, Beschäftigung mit den Daten sowie Trial and Error bei der

Suche nach dem perfekten Netzwerk-Layout erfordert.

Greifbare Geschichte

Das tabellarische Abarbeiten **historischer Daten** hat noch jedem Schüler zuverlässig das Fach Geschichte verleidet; die Web-Apps **Timeline** und **Timemapper** erwecken Zeitläufte zum Leben. Einsteiger laden sich das Google-Sheets-Template herunter und füllen für jedes Ereignis eine Zeile aus: Datum oder Zeitraum, Überschrift und Text. Fotos, Video und Tonmaterial verknüpft der Dienst per URL aus diversen Onlinequellen. Es wird neben dem Text eingeblendet, dazu Quellenangabe und Bildunterschrift. Wer des Instant-Looks überdrüssig wird, schöpft das gestalterisch Mögliche über eine selbst konzipierte JSON-Datei aus.

Timemapper von der Open Knowledge Foundation zeigt auch: die Orte des Geschehens, die auf einer Karte rechts neben der Zeitleiste markiert werden. Solche Ort-Zeit-Verknüpfungen bieten sich an, wenn man etwa die wichtigsten Ereignisse historischer Kriege oder andere geopolitische Entwicklungen dokumentieren möchte.



Charticulator

Einen designorientierten, durchweg interaktiven Ansatz verfolgt Microsoft Research mit Charticulator. Im Unterschied zu den anderen hier vorgestellten Lösungen verzichtet er auf Templates für Chart-Typen und baut stattdessen beliebige Darstellungen aus Grundelementen – Glyphen genannt – sowie ausgefeilten Zeichenalgorithmen auf. Ein Glyph wiederum kann sich aus mehreren Elementen (Marks) zusammensetzen, etwa einer der Grundformen Dreieck, Rechteck und Ellipse plus Text, Symbol oder Bild – und sogar einem Chart-Element.

Nach Import der Daten definiert man zunächst ein geeignetes Grundelement, beispielsweise ein Rechteck fürs Balkendiagramm, woraufhin sich die Zeichenfläche mit einer Reihe einheitsgrauer Säulen füllt. Diese lassen sich nun mit Hilfe der links eingeblendeten Datenspalten zu einem aussagekräftigen Diagramm umformen – und zwar konsequent per Drag & Drop. Die Messwerte sollen die Höhe der Säulen bestimmen? Einfach die „Häufigkeiten“-Variable auf die Höhe des Glyphen ziehen. Unterschiedliche Kategorien sollen unterschiedlich eingefärbt und als Legende angezeigt werden? Zwei weitere Züge verknüpfen die Kategorienvariable mit dem Farb- sowie dem Legenden-Attribut des Glyphen. Die Abstände zwischen den Säulen oder den einzelnen Segmenten sowie die Größe der Zeichenfläche kann man wie in einem Zeichenprogramm interaktiv gestalten.

Kreisförmige Chart-Typen wie Kuchen, Donuts oder Sunbursts fertigt die Software via Polarkoordinatensystem. Sehr viel gestalterische Freiheit bietet die Anordnung auf Kurven, die zum Beispiel spiralförmige Gebilde ermöglicht.

Eine Alternative ist **Data Illustrator** von Adobe und dem Georgia Institute of Technology, der nach demselben Prinzip vorgeht, es technisch aber etwas anders umsetzt. Im Unterschied zu Charticulator fertigt das Data-Illustrator-Framework nur Diagramme mit kartesischen Koordinaten. Kreisförmige Layouts sind derzeit nicht möglich.

Ein grundsätzliches Problem von Constraining-Solving-Algorithmen ist die Performance – und damit die Skalierbarkeit: Je mehr Bedingungen der Gestalter ins Spiel bringt, umso langsamer wird das System.

- ↑ konsequent interaktive Bedienung
- ↑ gestalterische Freiheit
- ↓ keine Beispieldateien und -datensätze



RawGraphs

Ursprünglich für interne Zwecke des DensityDesign Research Lab am Polytechnikum in Mailand entwickelt, ist RawGraphs zu einer extrem leicht bedienbaren Open-Source-Web-App herangewachsen, die man ohne Registrierung oder andere Verpflichtungen nutzen darf. Die importierten Daten werden ausschließlich lokal auf dem Rechner des Anwenders verarbeitet. RawGraphs versteht sich als Puzzelstück zwischen Datenanalyse- und Grafiksoftware – was bedeutet, dass man die Daten zuvor extern aufbereiten und die Grafik anschließend optimieren kann beziehungsweise muss.

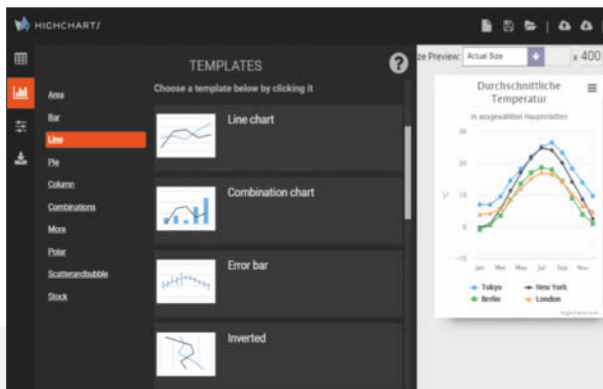
RawGraphs lädt Daten aus Text-, Tabellen- und JSON-Files – auch per URL verknüpft – oder via API und fertigt daraus PNG- sowie SVG-Grafiken. Den Code der SVG-Grafik kann man kopieren und direkt in eine HTML-Seite einbetten oder als Datei speichern und in einer Vektorgrafiksoftware perfektionieren; fertige Projekte konserviert man als JSON-Datei.

RawGraphs ist ein universelles Framework auf Basis von D3.js. Seine Stärken liegen darin, mit wenig Aufwand ungewöhnliche Visualisierungen zustande zu bringen. Er setzt nicht nur Klassiker wie Säulen, Torten und Donuts schick in Szene, sondern beherrscht auch exotischere Präsentationsformen: Alluvial- und Gantt-Diagramme, Circle Packing, Bump Chart oder Baumkarte, Streudiagramm oder Beeswarm Plot.

Der Einstieg gelingt leicht, weil für jeden Visualisierungstyp ein Beispieldatensatz sowie ein Tutorial zur Verfügung steht, das in ein paar Minuten durchgeübt ist. Da es nur wenige Optionen gibt, findet man sie auch: Es gibt nur eine scrollbare, in vier Schritte unterteilte Oberfläche – keine verschachtelten Menüs oder versteckten Dialoge. Nach dem Import wählt man den Diagramm-Typ, woraufhin links die verfügbaren Datenspalten und rechts die möglichen Dimensionen (Variablen) inklusive des erlaubten Datenformats eingeblendet werden: also etwa Gruppe, Datum sowie Größe beim Bump Chart oder Hierarchie, Größe, Farbe und Label beim Sunburst.

Die Beschriftungen sind allerdings arg spartanisch und nüchtern geraten und passen nicht so recht zu den hübschen Graphen. Eine Nachbearbeitung in Illustrator und Co. ist also nicht nur möglich, sondern fast zwingend.

- ↑ einfache Bedienung
- ↑ außergewöhnliche Diagramm-Typen
- ↓ Nachbearbeitung erforderlich



Highcharts

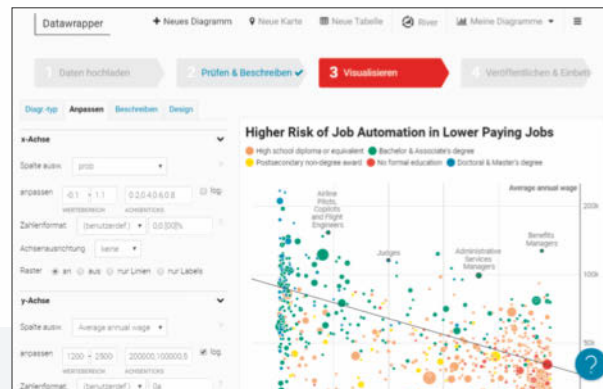
Highcharts ist ein umfangreiches und normalerweise recht teures Paket; Privatleute und Non-Profit-Organisationen dürfen sämtliche Apps und Libraries in vollem Umfang kostenlos nutzen. Die einzige Einschränkung ist das dezente Highcharts-Wasserzeichen am unteren Rand der damit erzeugten Diagramme. Zur Auswahl stehen außer den üblichen Balken, Torten, Donuts, Linien und Scatterplots auch diverse Kartendarstellungen. Über den Webeditor kann man allerdings nur auf ein Basissortiment zugreifen. Karten lassen sich nur mit der JavaScript-Library erstellen.

Am Anfang hilft ein Schritt-für-Schritt-Assistent bei den wichtigsten Handgriffen: Titel und Untertitel eingeben, Daten importieren, dazu passendes Template auswählen und dann individuell anpassen. Zum Bearbeiten gibt es drei Reiter: Basisfunktionen für Einsteiger, erweiterte Funktionen für Fortgeschrittene und einen weiteren zum Ergänzen von selbst geschriebenen Code-Zeilen.

Das fertige Projekt kann man in die Highcharts-Cloud hochladen oder lokal als .json-Datei speichern. Einmal erstellte Diagramme lassen sich also jederzeit nachbearbeiten, auch wenn man sich nicht registriert hat. Die Exportoptionen fallen für einen kostenlosen Service ebenfalls großzügig aus: Zur Wahl stehen PNG, JPEG, PDF und SVG.

Eine Alternative zu Highcharts ist die Web App **Plot.ly Chart Studio**. Plot.ly ist ein Open-Source-Framework auf Basis von D3.js und WebGL, das ähnlich wie Highcharts ansprechende interaktive Grafiken gestaltet – und zwar nicht nur im Browser, sondern auch in Python-, Matlab- und R-Umgebungen. Wer in der Web App angelegte Projekte dauerhaft speichern und Grafiken als iFrame einbetten möchte, muss einen Account anlegen. Einfaches Gestalten und anschließender PNG-Export funktionieren ohne Registrierung. Die kostenlose Nutzung unterliegt einigen Einschränkungen. Komplette Projektdaten lassen sich nur öffentlich auf den Plot.ly-Servern speichern. Der Export ist auf das Pixelformat PNG beschränkt; SVG-, PDF- und EPS-Vektoren gibt Chart Studio nur gegen Geld heraus.

- 📈 Unterschiedliche Modi für Einsteiger und Experten
- 📉 voller Funktionsumfang nur per Library



Datawrapper

Datawrapper entstand 2012 als Open-Source-Projekt der Akademie Berufliche Bildung der deutschen Zeitungsverleger (ABZV) unter Leitung des Datenjournalisten Mirko Lorenz. Mittlerweile ist die Web App zu einem ebenso umfangreichen wie teuren Service herangereift. Weil das Tool dank seiner einfachen Bedienung enorm Zeit spart und korrekte Grafiken in zurückhaltend-neutralem Stil produziert, hat er sich fest in einigen großen Medienhäusern und Online-Redaktionen etabliert. Übrigens ist die Datawrapper-Bibliothek nach wie vor Open Source, aber das ganze Drumherum (Oberfläche, Kartenmaterial et cetera) will bezahlt werden.

Im Sortiment liegt alles, was der Newsroom begehrt: Balken und Säulen lassen sich gruppieren oder stapeln, Torten und Donuts werden auf Wunsch in Mehrfachausführung produziert; Zeitreihen erscheinen als Linien- oder Flächendiagramme, Beziehungen als Scatterplot, reine Daten als hübsch layoutete Tabelle, in der auch Charts und Grafiken Platz finden. Besonderheiten sind Bullet-Balken, (Pfeil-)Intervalle, Sitzverteilung, Choropleth- und Locator-Karten. Über 1000 administrative Regionen stehen für die Visualisierung der weltweiten Verhältnisse zur Verfügung, für Deutschland bis hinunter auf Landkreis- und Wahlkreisebene.

Datawrapper versucht möglichst viele Handgriffe zu automatisieren und leitet den Nutzer in vier Schritten von den Daten zur Grafik: Import per Copy & Paste, als XLS/CSV sowie per Link auf ein Google Sheet oder eine andere Online-Datenquelle (CSV). Im zweiten Schritt prüft und editiert man die Daten in Tabellenansicht. Im folgenden Visualisieren-Schritt schlägt Datawrapper automatisch ein zur Datenstruktur passendes Diagramm vor. Die Visualisierungen sind ansprechend und übersichtlich. Am Ende steht ein Metadatenformular, in dem man Links zu Datenquellen und Studien eingibt, fertig.

Die wohl gravierendste Einschränkung der kostenlosen Nutzung: Man kann Grafiken nur online per Einbettungscode mit einem monatlichen Limit von 10.000 Views präsentieren, nicht herunterladen. Wer sie dennoch offline – etwa in einer PowerPoint-Präsentation oder einer Hausarbeit – benötigt, behilft sich mit einem Screenshot im Vollbildmodus. Die Auflösung reicht für die meisten Zwecke vollkommen aus.

- 📈 einfache Bedienung
- 📈 klares, übersichtliches Diagramm-Design
- 📉 teuer; kostenlose Version nur Online-Publishing

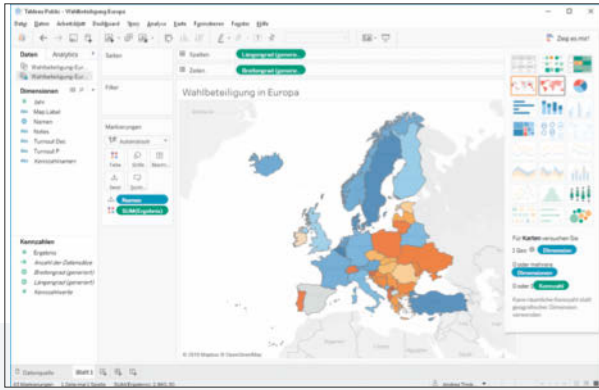


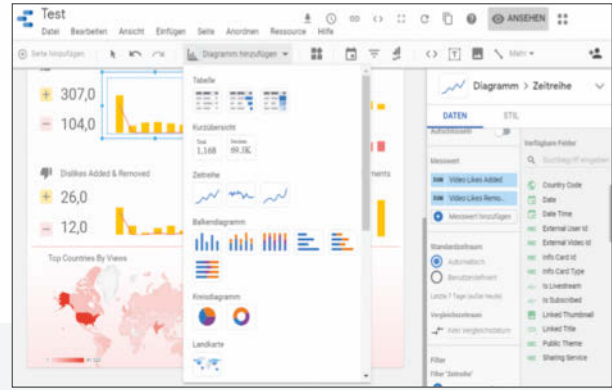
Tableau (Public)

Tableau ist Analyse- und Visualisierungstool in einem. Es formt nicht einfach nur die puren Daten zu Balken, Torten und Karten, sondern beherrscht genügend Statistik, um dem Nutzer rasch die wichtigsten Eigenschaften einer Verteilung zu veranschaulichen – etwa Perzentile, Standardabweichung und Ausreißer. Diagramme lassen sich leicht per Drag & Drop erstellen; mehrere davon kombiniert man zum interaktiven Dashboard. Zum Repertoire gehören Karten, Heatmaps, Baumkarten, Tabellen, Streudiagramme und gepackte Blasen.

Der Hauptunterschied zwischen dem kostenlosen und den sehr teuren kommerziellen Paketen ist die Privatheit der verwendeten Daten: Tableau Public speichert Visualisierungen ausschließlich für den öffentlichen Zugriff in der Cloud, lokales Speichern geht nicht – also definitiv keine Lösung für vertrauliche Firmendaten. Wer sich etwas im Hintergrund halten möchte, kann seine Werke immerhin verbergen und den Download der Rohdaten blockieren. Dennoch muss man sich bewusst sein, dass alle Daten auf dem Tableau-Server liegen und auch „versteckte“ Projekte über die URL öffentlich zugänglich sind. Wer damit leben kann, erhält ein mächtiges Visualisierungstool, das viel Arbeit abnimmt und enormen Gestaltungsspielraum bietet, wie die mitunter beeindruckenden Beispiele beweisen.

Tableau benötigt Daten im Long-Format. Nach dem Import analysiert es die Tabelle und präsentiert die Variablen links in einer Leiste, getrennt nach Dimensionen (Strings) und Kennzahlen (Numerische Werte, Datum et cetera). Rechts stehen Vorlagen für die Diagrammtypen zur Wahl. Tableau baut Diagramme gemäß der gewählten Vorlage aus Spalten und Reihen auf – entsprechend der x- und y-Achse in der mathematischen Terminologie. Soll sich eine Variable in x-Richtung ausdehnen, zieht man sie ins „Columns“-Feld. Alles, was sich in y-Richtung ausdehnen soll, schiebt man in die „Rows“. Variablen können auch die Größe und Farbe der Diagrammelemente beeinflussen – ebenfalls per Drag & Drop: So wird aus einem einfachen Bar Chart mit nebeneinander angeordneten Säulen rasch ein gestapelter, dessen Werte sich zu 100 Prozent ergänzen. Zu jedem der rechts gelisteten Diagrammtypen blendet Tableau ein, welche Art Variable es in welcher Mindestanzahl benötigt.

- 📈 Komplettlösung für Datenanalyse und -visualisierung
- 📈 sehr mächtige kostenlose Version
- 🔴 hohe Lizenzkosten



Google Data Studio

Google Data Studio ist ähnlich wie Tableau eine komplette Reporting-Plattform, die Daten nicht nur visualisiert, sondern auch statistisch aufbereitet und mehrere Grafiken zu Reports kombiniert. Voraussetzung ist ein Google-Account, die Nutzung ist kostenfrei. Vor allem für Marketing-Leute interessant sind die Konnektoren, mit denen sich diverse Datensammlungen im Web anzapfen lassen. Einschlägige Quellen wie Google Tabellen, Google Analytics, YouTube Analytics oder Instagram Public Data sind bereits verknüpft – einige sprudeln jedoch nur gegen Aufpreis.

Wer Daten selbst auswerten und als CSV-Datei hochladen möchte, kann täglich bis zu 1000 Datensätze mit maximal je 100 MByte anlegen. Jedem Nutzer stehen insgesamt 2 GByte Speicherplatz zur Verfügung.

Außer Balken, Säulen und Torten fertigt die App auch Tabellen, Kurzübersichten mit prägnant gestalteten Zahlen, Baumkarten, Landkarten, Streu- und Blasendiagramme sowie Kombinationen aus Linien und Säulen. Mehrere dieser Elemente lassen sich zu einem Layout anordnen, ein Report kann mehrere Seiten umfassen. Oberflächengestaltung und Handling erinnern stark an Tableau: Data Studio listet die verfügbaren Datenspalten (Felder), ebenfalls nach Datentyp sortiert und gekennzeichnet, allerdings nicht ganz so übersichtlich. Per Drag & Drop dieser Felder definiert man die Werte der x-Achse und die zugehörigen Messwerte für die y-Achse. Weitere Felder dienen zum Gruppieren und Färben.

Google Data Studio führt auch einfachere Berechnungen auf Daten aus, ist aber diesbezüglich nicht so mächtig wie Tableau. Fertige Berichte werden auf Google Drive gespeichert. Man kann sie als PDF herunterladen, per iFrame-Code in eine Website einbetten oder per Link teilen.

Google Data Studio ist zwar einfach zu bedienen, allerdings ist die Software erst zwei Jahre alt und noch nicht so umfassend dokumentiert. Während sich rund um Tableau ein reicher Fundus an Tutorials und Projekten entwickelt hat, die Ideen liefern und deren Umsetzung erleichtern, muss man das Data Studio noch weitgehend auf eigene Faust erkunden.

- 📈 Echtzeit-Monitoring von Online-Quellen
- 🔴 Analytik: nur einfache Funktionen

kann man auch ohne Account nutzen – letzteres speichert Projekte allerdings nicht lokal.

Darfs doch etwas Code sein?

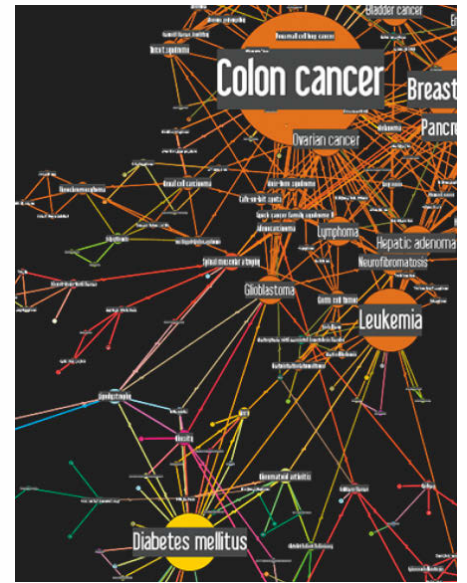
Einige der hier vorgestellten Lösungen sind Oberflächen für mächtige Visualisierungs-Frameworks, die das Erstellen von Diagrammen mitunter auf wenige Maus- und Tastenbewegungen reduzieren. Dafür verzichtet man aber in der Regel auf gestalterischen Spielraum und andere Freiheiten. Wer sich von Oberflächen oder Freemium-Bedingungen zu sehr gezeißelt fühlt, findet mehr Freiheit in den zugrunde liegenden Open-Source-Frameworks.

RawGraphs und Plot.ly Chart Studio etwa setzen auf dem mächtigen Open-Source-Framework D3.js auf. Während RawGraphs inklusive Oberfläche Open Source ist, gewähren bei Plot.ly nur die zu-

grunde liegenden Bibliotheken kostenlose, uneingeschränkte Nutzungsrechte. Auch die Libraries hinter Datawrapper stehen als Open-Source-Projekt zur freien Verfügung. Anders bei Highcharts: Hier unterliegt die Bibliothek derselben Einschränkung wie die Web App. Sie darf lediglich von Privatzutzern und Non-Profit-Organisationen lizenzfrei verwendet werden.

Weitere empfehlenswerte freie Frameworks sind Chartist.js für hübsche animierte Charts oder das handliche Leaflet sowie das mächtige CartoDB für Karten. Für Datenanalyse und Visualisierung empfiehlt sich Altair – basierend auf Vega, das den Fokus auf kompakten, leicht verständlichen Code legt. Den Einstieg erleichtert unser Tutorial auf Seite 80. (atr@ct.de)

Download, Dokumentation, Tutorials:
ct.de/y7dk



Gephi bringt Ordnung in Verflechtungen aller Art, sodass sich darin Zusammenhänge erforschen lassen.

Visualisierungs-Apps

	Charticulator	Datawrapper	Google Data Studio	Highcharts Editor	RawGraphs	Tableau (Public)
Hersteller	Microsoft Research, charticulator.com	Datawrapper GmbH, datawrapper.de	Google, datastudio.google.com	Highsoft, editor.highcharts.com	DensityDesign Lab, rawgraphs.io	Tableau Software, https://public.tableau.com/de-de/s/
Typ	Web App, Library	Web App, Library	Web App	Web App, Library	Web App	Desktop-Anwendung
Systemanforderungen	Browser	Browser	Browser	Browser	Browser	Windows, macOS
Sprache	Englisch	Deutsch	Deutsch	Englisch	Englisch	Deutsch
Importformate / Datenformat	CSV, TSV / Long	CSV, XLS(X). Google-Tabelle / Wide	CSV, Google-Tabelle. PostgreSQL, MySQL / Wide	CSV, Google-Tabelle	CSV, TSV, DSV, XLS(X), JSON / Long	CSV, TSV, XLS(X), JSON, Access, PDF, div. Geo- und Statistik-Formate / Long
Online-Datenquellen	CSV, TSV	URL (CSV), automatische Aktualisierung	Web-Konnektoren voreingestellt, u. a. YouTube, Adobe Analytics, Twitter	URL (CSV, JSON), automatische Aktualisierung	URL, API	Webdaten-Konnektor
Exportformate	PNG, JPEG, SVG	PNG, PDF (kostenpflichtig)	PDF	SVG, PDF, PNG, JPEG	PNG, SVG	PNG, PDF, PPT
Web Publishing	HTML	✓ (Einbettungscode)	✓ (Einbettungscode, Link)	HTML	✓ (SVG-Code)	✓ (Einbettungscode, Link)
Projekt speichern	Charticulator- und Power-BI-Template (.chart)	✓ (proprietär, auf Server)	✓ (Google Drive, proprietär)	JSON	JSON	✓ (proprietär, auf Server)
Diagramme erstellen						
Säulen / Balken / gestapelt / mehrfach	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Kreise / Donuts / Sitzverteilung / mehrfach	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (mit Tabellen)	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Linien / Segmente	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓
Streudiagramme / Blasen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (auch gepackt)	✓ / ✓ (auch gepackt)
Karten	–	Choroplethen, Symbol, Locator	Choroplethen	– (nur per Library)	–	✓
weitere Besonderheiten	Sunburst, spiralförmige Bar Charts, Alluvial, Chord, u. v. m.	Dot Plots, Tabellen aus Charts, Text und Bildern	Tabelle (mit Heatmap), Baumkarten, Kombination Linien/Säulen	Polar, Spider, Candlestick, Boxplot	Alluvial, Bump Charts, Sunburst, Baumkarten u. a.	Baumkarten, Heatmaps, Tabellen
interaktiv / responsive	✓ (Tooltips, Legende, Chart-Elemente) / ✓	✓ (Tooltips, Legende, Chart-Elemente) / ✓	✓ (Tooltips) / –	✓ (Tooltips, Legende, Chart-Elemente) / ✓	– / –	✓ (Tooltips, Legende, Chart-Elemente) / ✓
Preise						
Kosten monatliche Lizenz	keine	Einzelplatz: 29 €, Team: ab 100 €	keine	Dauerlizenz ab 465 € (Entwickler)	keine	ab 63 €
kostenlose Version	✓	✓, ohne Registrierung	✓	✓	✓	✓ (Public)
Einschränkungen	–	bis 10.000 Views pro Monat, kein Export	–	Privatnutzer, Non-Profit-Organisationen	–	Diagramme sind öffentlich zugänglich
Lizenzmodelle	Open Source	https://www.datawrapper.de/#pricing	Freeware	https://shop.highsoft.com/highcharts	Open Source	https://www.tableau.com/pricing/individual
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe						

Ansichtssache

Welches Diagramm passt zu meinen Daten?

Ein Diagramm ist schnell gebaut – wenn man erst mal die richtige Darstellungsform gefunden und die Daten passend umgewandelt hat. Unser kleiner Leitfaden hilft bei der Orientierung.

Von Andrea Trinkwalder

Ein Diagramm, in dem man von oben auf Balken schaut, lässt Werte klein erscheinen, von unten wirken sie dagegen groß: Wie man Daten aufbereitet, welchen Diagrammtyp man wählt, sogar die Farben und Formen beeinflussen, wie ein Betrachter die zugrunde liegenden Daten interpretiert. Bevor man eine Grafik baut, muss man sich eingehend mit dem Rohmaterial beschäftigen – und gegebenenfalls auch die Datenquellen kritisch hinterfragen: Welche Erkenntnisse kann man aus den Daten gewinnen? Welche davon sind wichtig und mit welcher Art der Darstellung kann man diese eindrucksvoll vermitteln?

Diagramm-Typen

Die wohl universellste Darstellungsform sind Säulen und Balken, die sich für die unterschiedlichsten Datentypen eignen. **Säulendiagramme** wirken am besten, wenn man nur eine Handvoll Kategorien oder überschaubare Zeitreihen visualisieren möchte, etwa die jährlichen Verkaufszahlen von Tablets, Smartphones, Notebooks und PCs während der letzten fünf Jahre. Kommen zu viele Kategorien ins Spiel, rücken die Säulen immer enger zusammen. Dann fehlt Platz für die Beschriftung – und eine vertikale Ausrichtung erschwert das Lesen.

Hier schlägt die Stunde des **Balkendiagramms**, das leichter zu beschriften ist, da selbst längerer Text links oder rechts neben den Balken genügend Platz findet. Diese Anordnung unterstützt zudem die

natürliche Leserichtung. Setzt man gestalterische Mittel gekonnt ein, wirken auch Balken und Säulen alles andere als langweilig: Man denke etwa an die einprägsame Form der Bevölkerungspyramide.

Säulen und Balken gibt es auch in **gestapelter Form**, die häufig dann sinnvoll ist, wenn noch eine weitere Dimension hinzukommt. Jedes Jahr im oben genannten Beispiel lässt sich auch als Stapel anstatt als Säulengruppe darstellen – wodurch die schrumpfenden PC-Anteile und der Trend zu Smartphones und Tablets deutlicher werden.

Kreisdiagramme haben sich etabliert, um den Anteil jeder Kategorie am Ganzen zu zeigen. Je mehr Kategorien ins Spiel kommen und je kleiner die Segmente werden, umso schwieriger wird die Interpretation. Bei mehr als fünf Kategorien ist das Balkendiagramm die bessere Wahl. **Donuts** wiederum sind leichter zu erfassen als Torten, weil ein Vergleich der außen liegenden Bögen leichter fällt als zwischen

den teils schmalen kompletten Kuchenstücken. Zudem lässt sich im Inneren platzsparend die Überschrift oder eine markante Aussage unterbringen.

Für zeitliche Verläufe mit vielen Messwerten gibt es **Linien- und Flächendiagramme**, wobei die x-Achse üblicherweise als Zeitleiste fungiert.

Ob es einen Zusammenhang zwischen zwei numerischen Variablen gibt, sie also korrelieren, illustriert das **Streudiagramm**, etwa zwischen Alter und Gewicht oder Lebenserwartung und durchschnittlichem Einkommen in den Ländern der Welt. Mit **Blasen** lässt sich eine weitere numerische Größe – beispielsweise die Einwohnerzahl des jeweiligen Landes – über die Kreisfläche visualisieren, eine kategorische Unterscheidung (etwa nach Kontinent) kann man über deren Färbung anzeigen.

Kunst-Graph

Der **Streamgraph** ist der ästhetisch ansprechendere Bruder von gestapelten Säulen- und Flächendiagrammen. Er vermittelt über einen längeren Zeitraum auftretende Trends und Muster eindrucksvoll. Fürs exakte Ablesen von Werten und zu viele Kategorien eignet sich die Flussdarstellung hingegen nicht.

Hierarchisch geordnete Daten lassen sich als **Baum**, **Sunburst** oder **Baumkarte** visualisieren. Die beiden letzten reflektieren durch ihre Flächen auch Mengenverhältnisse, etwa in Tierpopulationen. Die kompakten, rechteckigen Baumkarten

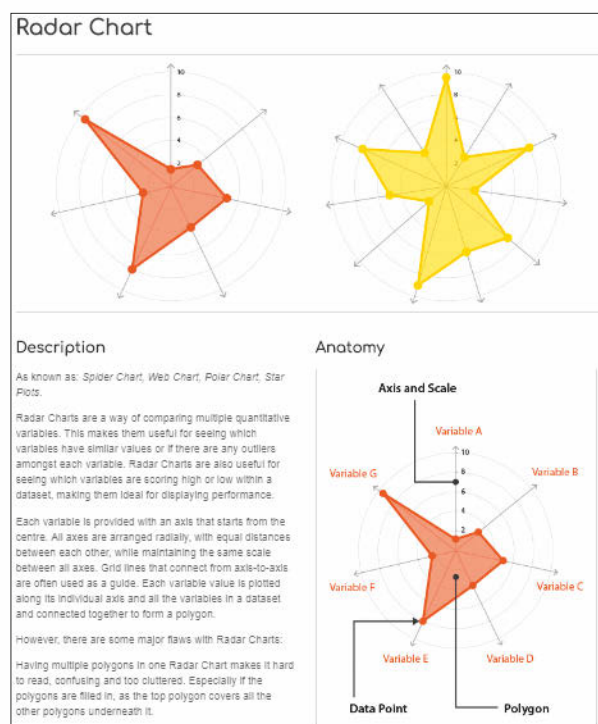


Bild: datavizcatalogue.com

Der **Dataviz Catalogue** erklärt jeden erdenklichen Diagrammtyp detailliert – auch sortiert nach Anwendungsgebiet.

Wide Format			
Proband	Gewicht1	Gewicht2	Gewicht3
Martina	60.4	58.3	62.0
Michael	80.5	75.9	77.2
Thomas	95.3	92.0	94.1

Long Format		
Proband	Zeitpunkt	Gewicht
Martina	1	60.4
Martina	2	58.3
Martina	3	62.0
Michael	1	80.5
Michael	2	75.9
Michael	3	77.2
Thomas	1	95.3
Thomas	2	92.0
Thomas	3	94.1

Im Long Format entspricht jeder Datenpunkt einer Zeile, das Wide Format fällt kompakter aus.

vermitteln die Proportionen besser, während der raumgreifende Sunburst die Hierarchien besser widerspiegelt.

Alluvial- oder Sankey-Diagramme kommen eigentlich aus der technisch-naturwissenschaftlichen Ecke und werden genutzt, um Bewegungen innerhalb eines abgeschlossenen Systems darzustellen, etwa Energie- und Geldflüsse. Je breiter der Fluss, umso größer die Menge, die sich von A nach B bewegt. In der politischen Berichterstattung verdeutlichen sie Wählerwanderungen.

Mit einem sehr eindrucksvollen Sankey-Diagramm hat der Bauingenieur Charles Joseph Minard 1869 die Verluste der französischen Armee während Napoleons Russlandfeldzug verdeutlicht.

Choroplethen- und Symbolkarten vermitteln rasch einen Eindruck von den Zuständen auf der Welt, etwa wenn es um die Wahlgewinner in den einzelnen Bundesländern oder die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen geht. Wichtig ist, die Daten zuvor zu normalisieren und nicht immer wieder gefärbte Karten als Darstellungsform für Daten mit geographischem Bezug zu benutzen: Exakte Größenverhältnisse lassen sich mit Säulen und Balken besser vermitteln – oder einer Kombination aus Karten und Balken.

Einen Überblick sämtlicher Diagrammtypen und ihres Verwendungszwecks gibt der Data Visualization Catalogue, siehe ct.de/y1vf. Das Chart-Kompodium lässt sich nach Namen und gewünschter Funktion sortieren.

Datenformate

Wie man Daten professionell aggregiert, aufbereitet und analysiert, füllt ganze Bü-

cher – das lässt sich in diesem Rahmen nicht erschöpfend erklären. Für erste Experimente und zum Vergleichen der Apps präpariert man am besten eine Tabelle mit wenigen Spalten und Messwerten, die sich zu einem Balken- oder Tortendiagramm verarbeiten lässt. Oder man verwendet einfach die Beispieldatensätze, die nahezu jeder App-Anbieter zur Verfügung stellt.

Der kleinste gemeinsame Nenner beim Datenimport sind kommaseparierte Textdateien (.csv), die meisten Anwendungen akzeptieren auch Excel-Tabellen im Format .xls oder .xlsx oder Google-Tabellen. Einige zapfen Datenbanken an oder analysieren Online-Aktivitäten über das API diverser Dienste wie Twitter und Facebook in Echtzeit. Als Konvention hat sich durchgesetzt, die erste Zeile als Benennung der Variablen zu interpretieren und die Zeilen darunter als Messwerte.

Beim Einlesen kommaseparierter Files sind manche Apps arg wählerisch. Manche erwarten tatsächlich ein Komma und akzeptieren kein Semikolon als Trennzeichen – oder umgekehrt. Das lässt sich per Suchen-Ersetzen leicht beheben (sofern sich diese „reservierten“ Zeichen nicht auch in den Messwerten verstecken). Dann muss man eventuell zu schlaue gewählten Suchstrings greifen.

Eine weitere kleine Hürde ist, dass zwei grundsätzlich unterschiedliche Darstellungsformen für Datensätze existieren: das Wide Format und das Long Format. Ersteres ist von Menschen leichter zu verstehen, wird aber von manchen statistischen Verfahren nicht unterstützt. Beim Long Format besitzt jeder Messwert eine eigene Zeile, das Wide Format verteilt Messwerte auf mehrere Spalten.

Beispiel: Bei drei Probanden wird zu drei Zeitpunkten das Gewicht gemessen. Das Wide Format besteht aus den Spalten

Proband-Gewicht1-Gewicht2-Gewicht3, das Long Format baut sich nach dem Schema Proband-Zeitpunkt-Gewicht auf. Das erste kommt pro Proband mit einer Zeile aus, bei Letzterem belegt jeder Proband drei Zeilen.

Charticulator, RawGraphs und Tableau erwarten das Long Format, die anderen im Artikel auf Seite 72 gezeigten Apps das Wide Format; die beiden Letzteren können das Wide Format praktischerweise selbst konvertieren. Auf dem Desktop gelingt die Transformation mit Statistikprogrammen oder Pivot-Tabellen in einer Tabellenkalkulation.

JSON und GeoJSON

JSON (Javascript Object Notation) ist ein standardisiertes Format, das vor allem hierarchische Daten besser speichert als CSV – und auch komplette Visualisierungsprojekte wie etwa die von RawGraphs und Highcharts.

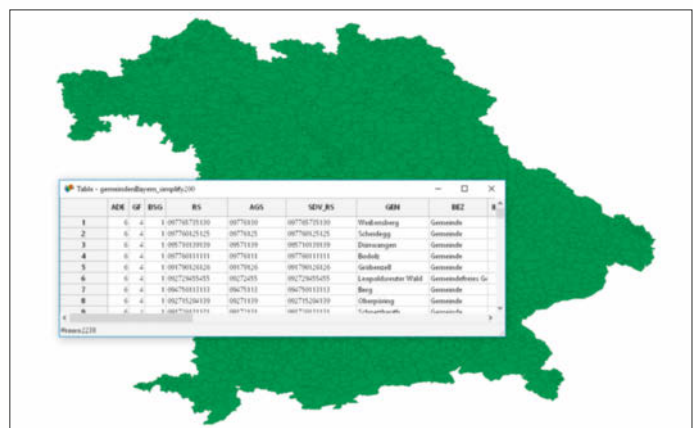
Auf geografische Daten ist GeoJSON spezialisiert, mit dem sich Regionen als Polygone beschreiben lassen. Die Open-Source-Software GeoDa hat keine eigenen Karten hinterlegt, weshalb sie GeoJSON als Input benötigt. Datawrapper und Tableau bringen eigenes Kartenmaterial mit, weshalb hier die Angabe von Ländernamen oder Geocodes – DE, AT und so weiter – genügt, um die Regionen anhand der Messwerte einzufärben oder mit Symbolen zu versehen.

Eine sehr reichhaltige **Quelle für hiesige Geodaten** bis hinunter auf Kreisebene ist das Open Data Lab. Hier lassen sich benötigte Flächen interaktiv auswählen und als GeoJSON-Datei herunterladen. **Weltweites Kartenmaterial** steht auf den OpenStreetMap-Seiten zum Download.

(atr@ct.de) **ct**

Datenquellen und Utilities: ct.de/y1vf

Bei GeoDa muss man das Kartenmaterial importieren. Das kann man sich bei Open Streetmap und Open Data Lab besorgen.





Plotexpress

Datenvisualisierung mit Python

Mit etwas Übung schreibt man Code schneller, als man klickt. Mit den Frameworks Pandas und Altair bereitet man in einer Handvoll Python-Zeilen Datensätze auf und erzeugt schicke Diagramme. Altair basiert auf dem JavaScript-Framework Vega, sodass sich die Plots mühelos im Web einbinden lassen – auch als interaktive Grafiken.

Von Pina Merkert

Ein Klick auf den Download-Link befördert eine 25 Megabyte große CSV-Datei ins Download-Verzeichnis. Ein Doppelklick darauf startet Libre-Office und danach heißt es warten. Der Import dauert nämlich auf einem nicht ganz taufrischen i5 über 30 Sekunden. Als die Riesen-Tabelle endlich erscheint, ungeduldig die Formel für den Durchschnitt in die freie Spalte ganz rechts tippen und anschließend eine Minute lang scrollen, um die Formel auf alle Zeilen zu übertragen. Das fühlt sich alles ziemlich zäh an. Führt man sich vor Augen, dass Office die Daten alle in sein Interface rendern muss, fällt auf: Das Programm ist eigentlich nicht langsam. Es ist nur nicht für so große Tabellen gemacht.

Damit das alles flotter geht, muss das grafische Interface weichen. Stattdessen kommt Python zum Einsatz, genauer die Bibliothek Pandas. Pandas nutzt unter der Haube Numpy und damit schnellen C-Code, um Arrays effizient zu speichern. Statt in `numpy.ndarray` (ohne Spaltennamen) landet alles in Objekten vom Typ `pandas.DataFrame`. So ein `DataFrame` ist gewissermaßen ein Tabellenblatt für Programmierer, das die gleichen Funktionen wie Excel bereitstellt. Für Numpy-Veteranen bekannt, für Python eher ungewöhnlich: Die Daten in `DataFrames` sind hart typisiert. Wenn Sie ein `DataFrame` anlegen, müssen Sie daher gleich festlegen, ob dort Gleitkommazahlen, Ganzzahlen, Strings oder Zeitangaben in den Spalten stehen.

Außerdem sind Spalten generell benannt, was in großen Tabellen für Übersicht sorgt.

Das Framework Altair zeichnet aus einem DataFrame mit einer Handvoll Zeilen ein hübsches Diagramm. Es bietet dafür eine kürzere und logischere Syntax als andere Python-Plotting-Bibliotheken wie Matplotlib. Altair erfindet das Rad nicht neu, sondern setzt intern auf der JavaScript-Plotting-Bibliothek Vega (oder Vega-Lite) auf, weshalb das Framework ohne Mehraufwand neben PNGs und SVGs auch Webseiten exportiert. Altairs integrierte Web-Affinität nutzt man am bequemsten, indem man den gesamten Python-Code gleich in einem Jupyter-Notebook schreibt. Aktiviert man dort nämlich mit einer Zeile den passenden Renderer, erscheinen die Diagramme direkt in der Weboberfläche des Notebook.

Damit die Datenanalyse mit Python Spaß macht, brauchen Sie also Pandas, Altair, Vega und Jupyter. Wie Sie diese Pakete am leichtesten beschaffen, hängt vom Betriebssystem ab.

Installation: Anaconda

Unter Windows haben wir gute Erfahrungen mit der Python-Distribution Anaconda gemacht, deren Installer Sie unter www.anaconda.com/distribution/ herunterladen. Anaconda arbeitet mit „Umgebungen“, die die Abhängigkeiten verschiedener Python-Projekte voneinander abschotten. Lassen Sie den Installer ruhig eine Default-Umgebung einrichten. Die trägt alle nötigen Pfade in Umgebungsvariablen ein. Anaconda aktiviert die Umgebung auch gleich automatisch in allen neu gestarteten Konsolenfenstern. Wenn Sie das stört, schalten Sie es einfach nach der Installation mit folgendem Befehl ab:

```
conda config --set \
    auto_activate_base false
```

Wenn Sie nun eine getrennte Umgebung namens „datavis“ für Ihr Projekt einrichten wollen, geht das mit folgendem Befehl:

```
conda create -n datavis python=3.7
```

Nutzen Sie am besten Python 3.7 und nicht die veraltete Version 2.7. Falls Ihre Shell den Befehl `conda` nicht findet, geben Sie den ganzen Pfad an, beispielsweise:

```
~/anaconda3/bin/conda create \
    -n datavis python=3.7
```

Unter Windows erzeugen und aktivieren Sie die Umgebungen über ein Menü.

Linux-Nutzer von Anaconda aktivieren die Umgebung mit folgendem Befehl:

```
conda activate datavis
```

Die Bibliotheken installieren dann folgende Befehle auf der Konsole (unter Windows starten Sie dafür innerhalb der Umgebung eine Anaconda-Konsole):

```
conda install numpy pandas
conda install vega altair
conda install jupyter
```

Installation: Pip

Linuxer sparen ein paar Befehle mit der Python-Umgebung des Systems. Virtualenv erzeugt eine virtuelle Umgebung:

```
mkdir datavis
cd datavis
python3 -m venv env
source env/bin/activate
```

Pip installiert die Bibliotheken danach mit folgenden Befehlen:

```
pip install wheel numpy pandas
pip install vega altair
pip install jupyter
```

»Pandas Data-Frames sind Tabellenblätter für Programmierer. Sie können alles, was Excel auch kann.«

Wie gebe ich Geld aus?

Mit der perfekt vorbereiteten Arbeitsumgebung kann die Analyse losgehen. Starten Sie dafür den lokalen Webserver des Jupyter-Notebooks:

```
jupyter notebook
```

Der Befehl öffnet auch gleich ein Browser-Fenster mit der URL `127.0.0.1:8888/tree`, das eine Übersicht anzeigt. Mit dem Menü unter „New“ (oben rechts) starten Sie ein neues Notebook für Python3.

In dessen erste Zelle importieren Sie Pandas, Numpy und Altair und aktivieren Altairs Renderer, damit das Notebook die Plots ohne Umschweife zeichnet:

```
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
import altair as alt
alt.renderers.enable('notebook')
```

Den Code einer Zelle im Jupyter-Notebook führen Sie mit Shift+Enter aus.

Nun gilt es, einen Datensatz zu besorgen. Für einen schnellen Start habe ich eine CSV-Datei aus meinem Online-Banking exportiert und jeder meiner Ausgaben über ein Jahr eine Kategorie zugeordnet. `bankdaten.csv` finden Sie im Git-Repository zu diesem Artikel über ct.de/ybcz. Die Datei enthält die Spalten „Buchungstag“, „Betrag“ und „Kategorie“ und alle 627 Ausgaben vom 1. Juni 2018 bis 30. Juni 2019. Falls Sie lieber eigene Bankdaten analysieren möchten, passen Sie `categorize_bank_data.py` aus dem Repository an Ihre Bedürfnisse an.

Altair erwartet als Datenquelle immer ein Pandas-DataFrame. Pandas bringt eine mächtige Import-Funktion für CSV-Dateien mit, der Sie lediglich den Dateinamen mitteilen müssen:

```
df = pd.read_csv("bankdaten.csv")
```

Wenn Sie die Tabelle nun mit `df` anzeigen (Jupyter rendert sie automatisch als in der Mitte gekürzte HTML-Tabelle) sehen Sie ganz links eine Spalte mit dem von Pandas automatisch erzeugten Index der Zeilen und daneben einen identischen Index, der in der ersten Spalte der CSV-Datei steht. Um den wegzulassen, müssen Sie nur die gewünschten Spalten beim Import angeben:

```
df = pd.read_csv("bankdaten.csv",
                usecols=[1, 2, 3])
```

`df`, das DataFrame, ist nun bereit, um damit ein Diagramm zu zeichnen. Dafür frisst zuerst `alt.Chart()` den Datensatz. Das Objekt bringt die Methode `mark_bar()` mit, um intern auf ein Balkendiagramm umzustellen. Welche Spalten zu welchen Achsen des Diagramms gehören, legt anschließend die Methode `encode()` fest. Ihr gibt man die Spalten als Parameter mit. In Kombination sieht das folgendermaßen aus:

```
alt.Chart(df).mark_bar().encode(
    x="Buchungstag", y="Betrag")
```

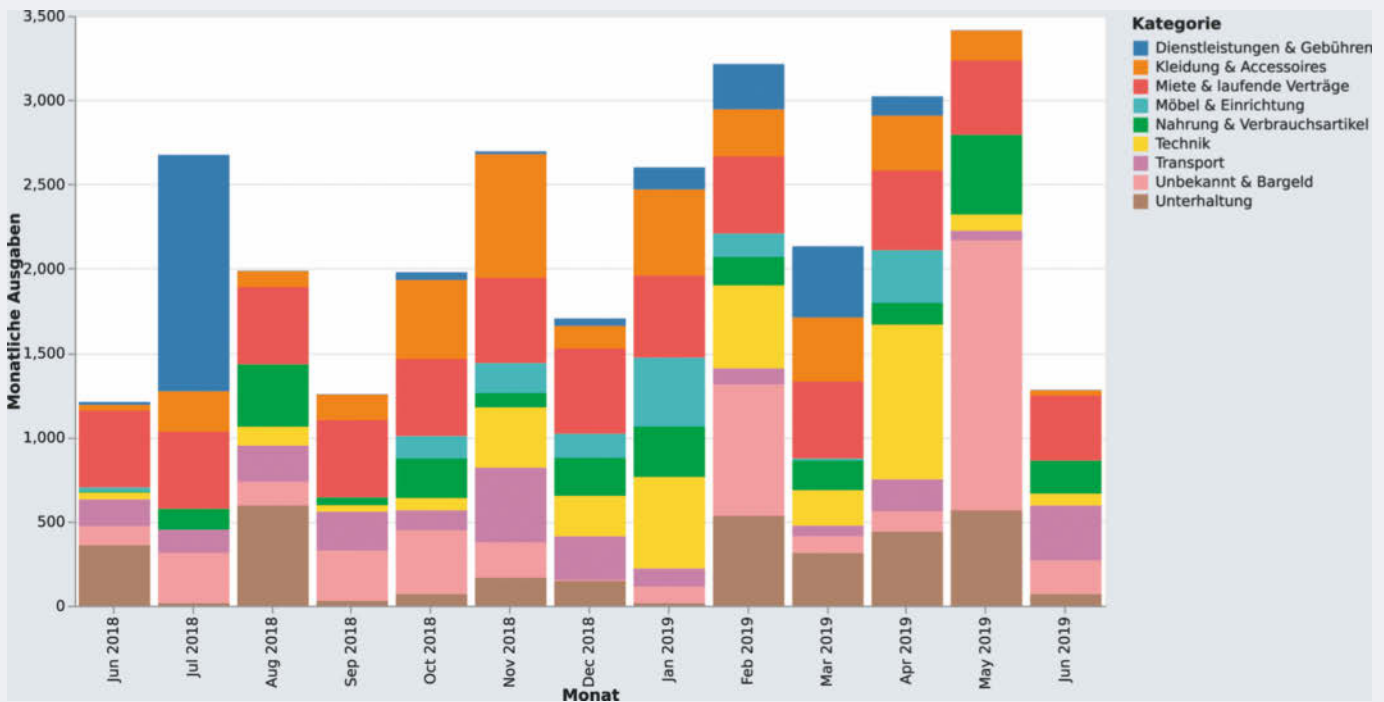
Dabei entsteht ein enorm breites Balkendiagramm mit einem Balken pro Zeile im DataFrame. Darin sieht man leicht Ausreißer, die Übersicht geht aber verloren.

Das Diagramm spart viel Platz, wenn es die Ausgaben pro Monat nur als Summe darstellt. Für solche Nöte beim Datenaus-

Wofür gebe ich Geld aus?

Die Höhe der farbigen Balken zeigt jeweils die Summe der Ausgaben dieser Kategorie. Die Höhe des Turms dieser Balken gibt die Gesamtsumme für den Monat wieder. Im Diagramm gut zu erkennen sind die circa 1200 Euro im Juli, die ich für meine Per-

sonenstandsänderung bezahlen musste („Gebühr“). Die „Unterhaltung“ und das „Bargeld“ im Februar gehören zu einem Skiurlaub. Mit der „unbekannten“ Ausgabe im März habe ich meine Debitkarte für eine Dienstreise in die USA befüllt.



werten bringt Altair Funktionen mit, so dass man das DataFrame nicht anpassen muss:

```
alt.Chart(df).mark_bar().encode(
    x="yearmonth(Buchungstag):0",
    y="sum(Betrag)"
```

Die Funktion `yearmonth()` fasst auf der x-Achse die Datumsangaben in der Spalte „Buchungstag“ zu Monaten zusammen. Obwohl Altair die Datumsangaben dadurch auf Monate rundet, geht es trotzdem von Tagen als kontinuierlicher Basisgröße aus. Das produziert sehr schmale Balken mit großen Abständen. Das Angehängte :0 teilt Altair mit, dass es die Monate stattdessen als aufzählbare Größe behandeln soll, was zu sinnvoll breiten Balken führt.

Die `sum()`-Funktion bei der y-Achse addiert alle Ausgaben, die auf der x-Achse denselben Wert haben – was hier zur Summe der Ausgaben in einem Monat führt. Das entstehende Diagramm zeigt mit seinen sehr unterschiedlich hohen

blauen Balken, dass ich je nach Monat sehr unterschiedlich viel Geld ausbebe.

Die Achsenbeschriftung lässt etwas zu wünschen übrig, da sie die Funktionen berücksichtigt und den deutschen Spaltennamen automatisch in Englisch ergänzt. Um die Achsenbeschriftung per Hand zu setzen, bringt Altair die Klassen `x` und `y` mit:

```
alt.Chart(df).mark_bar().encode(
    x=alt.X("yearmonth(Buchungstag):0",
        title="Monat"),
    y=alt.Y("sum(Betrag)",
        title="Monatliche Ausgaben"))
```

Leider zeigt das blaue Diagramm nun aber nicht, aus welcher Kategorie die hohen Ausgaben stammen. Das könnte man gut sehen, wenn jede Kategorie einen eigenen Balken in einer eigenen Farbe pro Monat hätte und sich diese Balken so stapeln, dass die Höhe des Turms wieder die Gesamtsumme zeigt. Das klingt kompliziert? Mit Altair genügt dafür ein zusätzlicher Parameter:

```
alt.Chart(df).mark_bar().encode(
    x=alt.X("yearmonth(Buchungstag):0",
        title="Monat"),
    y=alt.Y("sum(Betrag)",
        title="Monatliche Ausgaben"))
    color="Kategorie").properties(
    width=700, height=400)
```

Die zuletzt angehängte `properties()`-Funktion legt zusätzlich nur noch die Größe des Diagramms fest.

Folgt das Gewicht dem Essen?

Balkendiagramme sind mit Altair also einfach. Wie sieht es aber mit Diagrammen aus, an denen man erkennt, dass zwei Größen korrelieren?

Ein persönliches Beispiel: Ich habe über viele Monate mit mehreren Apps protokolliert, wie viele Kalorien ich pro Tag gegessen und getrunken habe (PinaKalorien-daten.csv). Außerdem habe ich eine smarte Waage, auf der ich mich jeden Morgen unter vergleichbaren Bedingungen gewogen habe (PinaGewichtsdaten.csv). Man ver-

mutet: Wenn man an einem Tag viel isst, bringt man am nächsten Tag entsprechend mehr Gewicht auf die Waage. Übt man sich dagegen im Verzicht, erwartet man am nächsten Morgen ein geringeres Gewicht. Die Gewichtskurve und die Kalorienkurve sollten dabei also etwa die gleiche Form zeigen.

Die beiden CSV-Dateien sind nicht für den Import in Pandas vorbereitet. Sie entsprechen damit eher dem, was Ihnen im Alltag als Datenquellen begegnen wird. Meist gilt es nach dem Import noch Kleinigkeiten anzupassen. Beispielsweise enthalten die CSVs Datumsangaben im deutschen Format mit Punkt als Trennzeichen. Das erkennt Pandas nicht automatisch als Datentyp `Datetime`. Das Framework bringt aber die Funktion `to_datetime()` mit, der man einen Format-String mitgeben kann:

```
df_weight = read_csv(
    "PinaGewichtsdaten.csv",
    usecols=[1, 2])
df_weight["date"] = to_datetime(
    df_weight["date"],
    format="%Y-%m-%d %H:%M:%S.%f")
df_nutri = read_csv(
    "PinaKaloriendaten.csv",
    usecols=[0, 1, 2, 3],
    dtype={"Tag": str,
           "Noom": float,
           "Lose It!": float,
           "Yazio": float})
df_nutri.rename(index=str,
                 columns={"Tag": "date"},
                 inplace=True)
df_nutri["date"] = to_datetime(
    df_nutri["date"],
    format="%d.%m.%y")
```

Beim Import von Zahlen ist es außerdem sinnvoll, `read_csv()` mit dem Parameter `dtype=` mitzuteilen, wenn die Funktion auch dann Gleitkommazahlen laden soll, wenn sie in der CSV-Datei ohne Komma stehen. Die Funktion `.rename()` benennt Spalten um, indem man ihr ein Dictionary mit den alten und neuen Namen übergibt.

Ich habe meine Kalorien mit verschiedenen Apps protokolliert, da diese jeweils unterschiedliche Datenbanken mit Nahrungsmitteln benutzen. 170 Gramm Apfel haben dann mal 89 kcal in der einen App und 111 kcal in der anderen App. Eine neue Spalte mit dem Durchschnitt berechnet Pandas mit `.mean()`:

```
df_nutri["Kalorien"] = df_nutri[
    ["Noom", "Loose It!", "Yazio"]
].mean(axis=1, skipna=True)
```

Der Befehl filtert dafür zuerst die richtigen Spalten mit der Angabe in eckigen Klammern heraus. Dabei darf man eine Liste an Spalten angeben, weshalb in der eckigen Klammer eine eckige Klammer steht.

Der Parameter `skipna=True` in der `.mean()`-Funktion sorgt dafür, dass Pandas Zeilen mit undefinierten Werten verwirft. Undefinierte NaN-Werte entstehen beispielsweise, wenn in der CSV-Datei nichts zwischen den Trennzeichen steht.

Statt des Durchschnitts berechnet `.var()` die Varianz der Werte in den drei Spalten. Für die übliche Darstellung als Standardabweichung müssen Sie dabei noch die Wurzel ziehen, wofür Sie problemlos Numpy einspannen können, da Pandas intern ohnehin auf Numpy aufbaut:

```
df_nutri["var"] = np.sqrt(df_nutri[
    ["Noom", "Loose It!", "Yazio"]
].var(axis=1, skipna=True))
```

Die Korrelation zwischen Kalorien und Gewicht erwartet man ja nicht für den gleichen Tag. Nach einem umfangreichen Gelage geht man davon aus, dass die Waage erst am nächsten Tag nach oben ausschlägt. Um das im Diagramm zu sehen, müssen Sie die Kaloriendaten um einen Tag nach vorne verschieben:

```
from datetime import timedelta
df_nutri["date"] = (df_nutri["date"] -
                    timedelta(days=-1))
```

Außerdem erwartet man, dass die Kalorienkurve nur die Veränderung des Gewichts, nicht den Verlauf von dessen Absolutwerten vorzeichnet. Um die Berechnung der diskreten „Ableitung“ kümmert sich `.diff()`:

```
df_weight["diff"] = df_weight["weight"]
                        .diff()
```

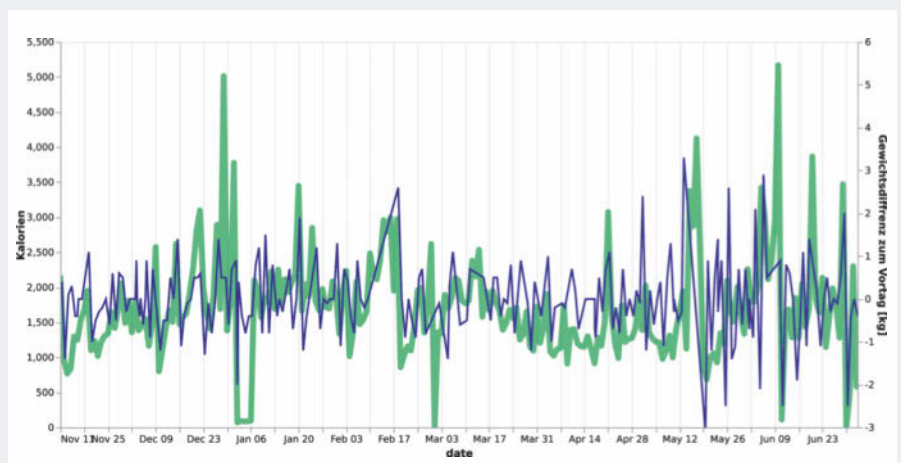
An diesem Punkt stehen die Kaloriendaten und die Gewichtsdaten noch getrennt in den beiden DataFrames `df_nutri` und `df_weight`. Die Waage liefert schon länger Daten als die Kalorien-Apps. Deswegen gibt es einige Gewichtsmessungen, zu denen keine Kaloriendaten existieren. Der folgende Befehl verwirft alle Zeilen in der Gewichtstabelle, die älter sind als der älteste Kalorienwert:

```
df_weight = df_weight[
    df_weight["date"] >
    df_nutri["date"][-1]]
```

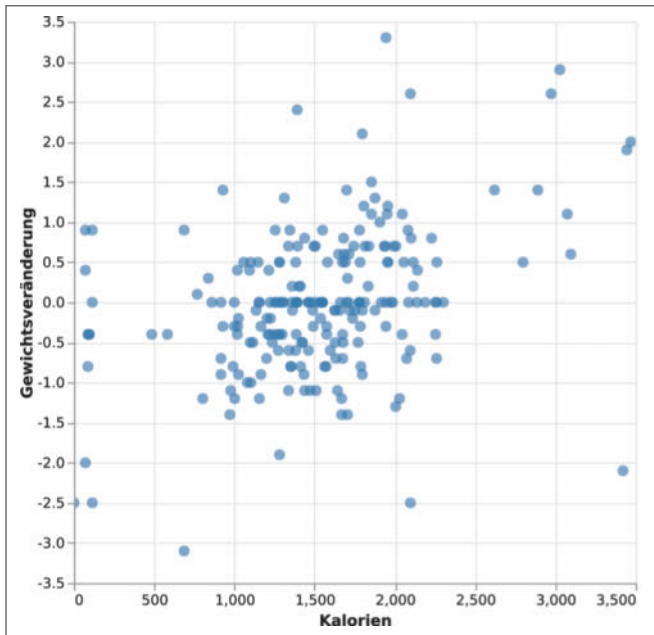
Die Daten für zwei Liniendiagramme stehen danach in zwei DataFrames. Ein Lini- und ein Balkendiagramm unterscheiden sich in Altair hauptsächlich durch den Aufruf von `.mark_line()` statt `.mark_bar()`. In dieser Funktion bestimmt der Parame-

Gewicht folgt Konsum?

„Übt man sich im Verzicht, erwartet man am nächsten Morgen ein geringeres Gewicht.“ – Diese Aussage kann das Diagramm mit meinen Daten nicht bestätigen.



Die Kurven für Kalorien und Gewicht liegen nicht übereinander. Das deutet darauf hin, dass die beiden Werte nicht stark korrelieren.



Die Punkte im Streudiagramm ordnen sich nicht in einer Diagonalen an. Das heißt, dass es keine nennenswerte Korrelation zwischen Kalorien und Gewichtsveränderung gibt.

ter color=, in welcher Farbe das Framework die Linie zeichnet:

```
chart_weight = alt.Chart(df_weight)
    .mark_line(color="blue")
    .encode(x='date',
            y=alt.Y('diff',
                    title="Gewichtsdifferenz zum Vortag",
                    scale=alt.Scale(zero=False,
                                    domain=(-3, 6), type='linear')))
```

Der Parameter `scale=` legt in der `.encode()`-Funktion fest, wie Altair die y-Achse skaliert. Das `Scale`-Objekt setzt dafür in `domain=` den Wertebereich und legt mit `zero=False` fest, dass die Skala nicht bei 0 beginnt. Mit dem Parameter `type=` könnte man hier beispielsweise auch eine logarithmische Skalierung einstellen.

Die Kalorienkurve sieht ähnlich aus, nutzt aber noch eine etwas aufwendigere Formatierung. Die Dicke der Linie soll nämlich einen grafischen Eindruck vermitteln, wie groß die Standardabweichung der Kalorienwerte ist. Die Dicke der Linie orientiert sich dafür an der über alle Zeilen gemittelten Varianz (`df_nutri["var"].mean()`):

```
chart_nutri = alt.Chart(df_nutri)
    .mark_line(color="green",
              interpolate='linear',
              shape='stroke',
              strokeCap='round',
              strokeJoin='round',
              strokeOpacity=0.5,
              strokeWidth=(
                  df_nutri["var"].mean() /
```

```
df_nutri["Kalorien"].max() * 400)
    .encode(x='date',
            y='Kalorien')
```

Um diese beiden Kurven in einem Diagramm zu sehen, reicht es, die Chart-Objekte zu addieren:

```
dbl_chart = chart_nutri + chart_weight
```

Altair versucht dann aber, die y-Achsen beider Diagramme im selben Wertebereich anzuzeigen. Da Kalorien und Gewicht ganz andere Einheiten verwenden, würden die Kurven dann nicht übereinander liegen. Der folgende Befehl schaltet das ab, sodass das Diagramm anschließend zwei y-Achsen enthält: eine links und eine rechts:

```
dbl_chart = dbl_chart.resolve_scale(
    y='independent')
```

Die Angabe von `.properties(width=830, height=400)` sorgt für ein recht breites Diagramm. Da die CSV-Dateien aber enorm viele Daten enthalten, ist es trotzdem schwierig alle Zacken und Spitzen gut zu erkennen. Abhilfe schafft es da, ein interaktives Diagramm zu erstellen, in dem man mit dem Mausrad zoomen und scrollen kann. In Altair hängt man dafür einfach die Funktion `.interactive(bind_x=True, bind_y=False)` an. Die beiden Parameter legen lediglich fest, dass sich die Skalierung der y-Achse beim Scrollen nicht verändert, während die x-Achse einen Zoom an bestimmte Daten erlaubt.

Im Diagramm liegen die Kurven nicht sauber übereinander, was sie bei einer starken Korrelation tun müssten. Den Code und ein fertiges Diagramm zum Scrollen finden Sie über ct.de/ybcz im Repository auf GitHub in der Datei „Pinas Körperdaten.ipynb“.

Sind Kalorien und Gewicht überhaupt korreliert?

Ob zwei Größen korrelieren, sehen Sie leicht in einem Streudiagramm. Dafür tragen Sie eine Größe auf der x- und die zweite Größe auf der y-Achse auf und zeichnen Punkte in dieses Koordinatensystem. Bei einer starken Korrelation ordnen sich die Punkte entlang einer Diagonalen an, unkorrelierte Größen produzieren dagegen eine Wolke aus wahllos verteilten Punkten.

Für die Korrelation zwischen Kalorien und Gewichtsänderung vereinigen Sie die Werte dafür erst mal in einem gemeinsamen DataFrame. Die Zeitangaben passen dafür leider noch nicht zusammen: Während die Kaloriendaten jeweils nur einen Tag benennen, enthalten die Gewichtsmessungen auch die Uhrzeit der Messung. Pandas rundet die Zeitangaben mithilfe eines `DatetimeIndex`, der die passende `.round()`-Funktion mitbringt:

```
from pandas import DatetimeIndex
dw = df_weight[['date', 'diff']]
dw['date'] = DatetimeIndex(dw['date'])
    .round(freq='D')
```

Danach stehen in beiden DataFrames auf Tage genaue Zeitangaben in der Spalte "date". Die Funktion `.merge()` fügt diese nun zu einem DataFrame mit einer Tabelle zusammen:

```
dn = df_nutri[['date', 'Kalorien']]
dm = dn.merge(dw)
```

Merge nutzt hier standardmäßig den Parameter `how="inner"` sodass `.merge()` alle Zeilen aussortiert, die nicht in beiden Tabellen stehen. Setzt man stattdessen `how="outer"`, verwirft Pandas keine Zeilen und es entsteht eine Tabelle mit vielen undefinierten Einträgen (NaN). Andere von SQL bekannte Joins wie "left" und "right" funktionieren ebenfalls.

`.merge()` fügt die Tabellen außerdem standardmäßig so zusammen, dass die Werte in allen gleich benannten Spalten übereinstimmen müssen. Mit dem Parameter `on=` lässt sich das auf bestimmte Spalten eingrenzen. Die ausführliche Zeile `dm = dn.merge(dw, on="date", how="inner")`

produziert daher das gleiche Ergebnis wie `.merge(dw)`.

Mit diesen Daten zeichnet Altair mit `.mark_circle()` ein Streudiagramm:

```
alt.Chart(dm).mark_circle(size=60)
    .encode(x='Kalorien',
            y=alt.Y('diff',
                    title="Gewichtsveränderung"),
            tooltip=['date'])
    .properties(width=400, height=400)
    .interactive()
```

Das leere `.interactive()` am Ende sorgt für ein Diagramm, das sich gleichzeitig in x- und y-Richtung zoomen lässt. Der Trick versteckt sich im Parameter `tooltip=['date']` in der `.encode()`-Funktion. Durch ihn zeigt das Diagramm in einem kleinen Fenster das Datum zu jedem Punkt, sobald man mit der Maus darüber fährt. Das ist praktisch, um Ausreißer zu identifizieren.

Da sich im Diagramm keine Diagonale ergibt, ist die These widerlegt, dass auf ein Festmahl am nächsten Tag ein höheres Gewicht folgt. Scheinbar fallen andere Effekte wie der Füllstand der Verdauung oder Wassereinlagerungen im Körper stärker ins Gewicht als die Größe der Mahlzeiten.

Wöchentliche Durchschnitte korreliert?

Sollten Verdauung und Wassereinlagerung das Gewicht im Tagesrhythmus schwanken lassen, wäre das ein hochfrequentes Rauschen, das sich ausgleicht, wenn man Durchschnitte über einen längeren Zeitraum bildet. Wöchentliche Durchschnitte berechnet Pandas glücklicherweise auch im Handumdrehen:

```
from pandas import DateOffset
dm['dg'] = dm['date'] - DateOffset(
    weekday=0, weeks=1)
dmm = dm.groupby(by='dg',
                 as_index=False)[
    ['date', 'Kalorien', 'diff']
].mean()
```

Zuerst erstellt der Code dafür eine neue Spalte mit auf Wochen gerundeten Zeitangaben. Dabei hilft `DateOffset(weekday=0, weeks=1)`, das für jede Zeile die Differenz zur nächsten vollen Woche berechnet. Zieht man diese Spalte von der tagesgenauen Zeit ab, bleiben auf Wochen gerundete Zeiten.

Im nächsten Schritt fasst `.groupby()` alle Zeilen zusammen, die zur selben Woche gehören. Für die so gruppierte Ta-

belle berechnet `.mean()` den Durchschnitt der Kalorien und Gewichtsänderung. Im DataFrame `dmm` steht damit am Ende eine wesentlich kürzere Tabelle mit einer Zeile pro Woche und den berechneten Durchschnitten. Das Diagramm dazu unterscheidet sich lediglich darin, dass es die Punkte im `tooltip` mit der Wochenangabe beschriftet:

```
alt.Chart(dmm).mark_circle(size=60)
    .encode(x='Kalorien',
            y=alt.Y('diff',
                    title="Gewichtsveränderung"),
            tooltip=['dg'])
    .properties(width=400, height=400)
    .interactive()
```

Das entstehende Diagramm zeigt weiter keine Diagonale. Die Punkte streuen aber deutlich weniger, was auf eine geringe Korrelation hindeutet.

Interessant sind vor allem die Ausreißer: Bei dem Punkt links in der Mitte habe ich eine Woche gefastet. Beim Fasten schaltet sich die Verdauung weitgehend ab. Da die Verdauung aber selbst circa 800 Kalorien verbraucht, habe ich durch eine Woche Fasten kaum Gewicht verloren. Der Punkt links unten zeigt eine Woche, in der ich durchschnittlich nur knapp 700 kcal gegessen habe und trotz höherer Kalorienmenge mehr abgenommen habe als in der Fastenwoche.

Der Punkt rechts oben entstand im Skiurlaub. Dort habe ich mich viel bewegt, viel gegessen und dadurch viel Muskelmasse zugelegt. Bei dem Punkt rechts in

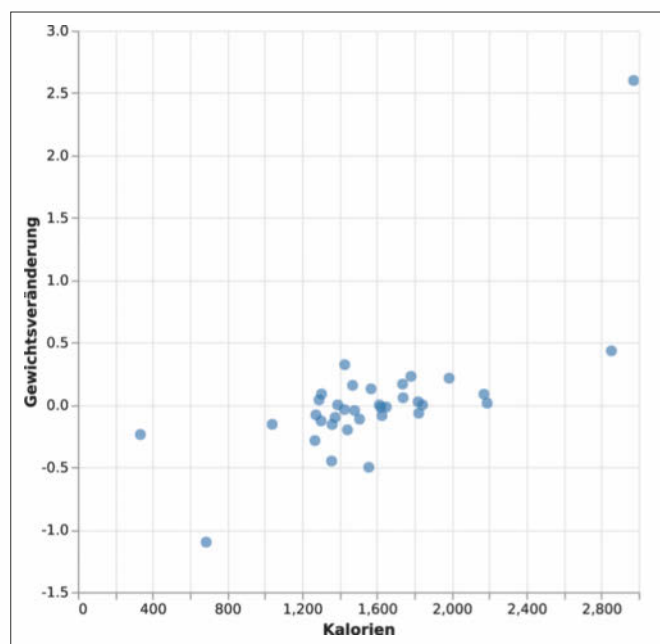
der Mitte war ich dagegen auf einer Konferenz, bei der ich zwar viel geschlemmt, mich aber nur wenig bewegt habe. Statt Muskeln habe ich dort nur ein halbes Kilo Fett angesetzt.

Schnelle Statistiken

Pandas und Altair filtern und plotten auch große Datenberge in Windeseile. Da beides kostenlos ist, steht Ihnen die ganze Macht statistischer Auswertung mit nur wenigen Zeilen Code zur Verfügung. Welche Statistiken Sie weiter bringen, müssen Sie allerdings vorher wissen. Die Hauptarbeit besteht daher meist in der Auswahl der richtigen statistischen Methode und vor allem im Sammeln der Daten.

Für die Beispiele in diesem Artikel musste ich beispielsweise über viele Monate 5 bis 10 Minuten pro Tag ins Loggen von Kaloriendaten investieren. Für die gesamte Auswertung mit Pandas und Altair habe ich dagegen nicht länger als zwei Stunden gebraucht und in dieser Zeit musste ich des Öfteren erst in der Doku nachlesen, wie die Funktionen und Plots genau funktionieren. Im Idealfall sammelt ein Gerät die Daten daher automatisch, beispielsweise eine Solaranlage oder eine smarte Heizung. Es lohnt sich, nach solchen Datenquellen zu suchen und sie mal schnell in einem Jupyter-Notebook zu aufschlussreichen Diagrammen aufzuarbeiten. (pmk@ct.de) **ct**

Notebooks bei GitHub, Testdaten:
ct.de/ybzc



Das Streudiagramm mit wochenweise gemittelten Werten zeigt immer noch keine starke Korrelation zwischen Kalorien und Gewicht. Die Ausreißer sind aber interpretierbar.



Kompakt-NAS

Netzwerkspeicher Synology DS620slim für nomadischen Betrieb im Test

Wer auf Dienstreise geht und seinen Netzwerkspeicher mitnehmen muss, wünscht sich ein kompaktes NAS. Das Synology DS620slim findet locker in der Reisetasche Platz, macht keine Kompromisse bei der Performance, braucht aber teure Laufwerke.

Von Ernst Ahlers

Das DS620slim passt in einen halben Schuhkarton, fasst aber trotzdem bis zu sechs SATA-Laufwerke, wahlweise Festplatten oder SSDs im 2,5"-Format. Wer es unterwegs einsetzen will, sollte schon wegen ihrer Robustheit die teure Option der SSD-Bestückung ziehen.

Auch bei stationärem Betrieb des DS620slim sind SSDs interessant: NAS-optimierte Festplatten im 2,5"-Format kosten nämlich bei 2 TByte Kapazität dasselbe wie die Halbleiterspeicher, reagieren bei Zugriffen wegen ihrer durch die Schreib-/Lesekopf-Bewegungen höheren Latenz aber viel zäher.

Das Herz des DS620slim bildet ein Celeron-Prozessor J3355. Er hat Hardware-Unterstützung für die AES-Chiffre (AES-NI). Bei mittelgroßen Dateien

(2 MByte) ergab sich dennoch ein kleiner Einbruch beim Schreiben auf verschlüsselte (63 MByte/s) versus unverschlüsselte (89 MByte/s) Ordner über Windows-Freigaben (SMB). Dabei lief das System in der vom Einrichtungsassistenten vorgegebenen Standardkonfiguration mit Synology Hybrid RAID (SHR) auf zwei SSDs und dem Dateisystem BTRFS.

Wir haben die Performance auch mit anderen Sicherungsoptionen (RAID5 statt SHR) und Dateisystemen (EXT4 statt BTRFS) getestet und keine nennenswerten Unterschiede bemerkt. Reserven hat die NAS-CPU offensichtlich genug, denn auch zwei Hosts, die gleichzeitig über seine beiden LAN-Ports aufs NAS zugriffen, bekamen jeder die gleiche hohe Datenrate.

Das Betriebssystem DSM – im Test die Version 6.2.2-24922 Update 1 – bringt alles Nötige mit, sodass das NAS als Datenspeicher mit den üblichen PC-Betriebssystemen funktioniert. Ferner gibt es iOS- und Android-Apps für die Dateisynchronisierung mit dem NAS.

Weitere Serverfunktionen etwa für Audio- oder Videostreaming lassen sich aus dem Synology-Paketlager installieren. Für Admins interessant sind Erweiterungen wie das Virtualisierungswerkzeug Docker

oder Server für DNS, LDAP, Radius und weitere Netzwerkdienste.

Zum Erweitern des RAM kann man eine SO-DIMM-Fassung auf der Platinenunterseite mit einem DDR3L-Modul selbst bestücken. Dafür muss man aber das Gerät komplett zerlegen, was eine Aufgabe für fortgeschrittene NAS-Bastler ist.

Energiebedarf und Geräusch

Das DS620slim beschied sich im Test mit drei SSDs (Samsung 860 Evo, 1 TByte) mit knapp 9 Watt (ein LAN-Port belegt, kein Traffic). Ließen wir die SSDs wie voreingestellt nach 20 Minuten schlafen gehen, dann sank die Leistungsaufnahme um 1,6 auf rund 7 Watt. Da SSDs anders als Festplatten nach dem Aufwecken fast sofort wieder bereit sind, geht der NAS-Betrieb ohne merkbare Verzögerung weiter.

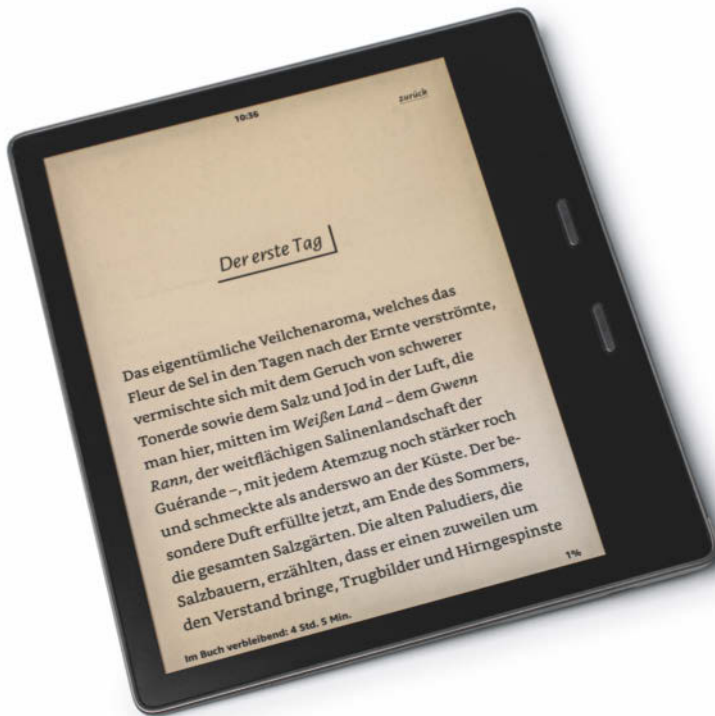
Mit SSD-Bestückung macht sich akustisch nur der Lüfter bemerkbar. Sein leichtes Rauschen fällt im Büro oder Wohnzimmer kaum auf, der Geräuschpegel war mit 0,2 Sone (21,2 dBA) in einem halben Meter Abstand sehr niedrig.

Fazit

Wer ein NAS mit moderner Ausstattung für den Einsatz an häufig wechselnden Orten sucht, bekommt mit dem kompakten DS620slim einen guten Gegenwert, muss aber teure Massenspeicher bestücken, idealerweise SSDs. Für stationären Betrieb oder hohen Speicherplatzbedarf sind NAS-Modelle für reguläre 3,5"-Festplatten interessanter. (ea@ct.de) **ct**

Synology DS620slim

Kompakt-NAS für 2,5"-Laufwerke		
Hersteller	Synology, www.synology.de	
Bedienelemente	Ein, Reset, 5+6+2×2 Statusleuchten	
Anschlüsse	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 2 × USB 3.0	
Prozessor / RAM / max. RAM	Celeron J3355 (Dual-Core, 2,5 GHz) / 2 / 6 GByte	
getestete Firmware	DSM 6.2.2-24922 Update 1	
SMB-Durchsatz mit	2 × Samsung 860 Evo 1TB	3 × Samsung 860 Evo 1TB
kleine Dateien (256 KB)	43 / 17 MByte/s	42 / 17 MByte/s
mittlere Dateien (2 MB)	89 / 65 MByte/s	85 / 65 MByte/s
große Dateien (400 MB)	112 / 113 MByte/s	112 / 112 MByte/s
kleine Dateien (verschlüsselter Ordner)	30 / 16 MByte/s	28 / 16 MByte/s
mittlere Dateien	63 / 63 MByte/s	66 / 62 MByte/s
große Dateien	111 / 113 MByte/s	111 / 113 MByte/s
Geräuschentwicklung (Idle)	keine Messung	0,2 Sone (21,2 dBA)
Leistungsaufnahme (Idle)	8,5 Watt (18,7 VA)	8,7 Watt (18,7 VA)
Preis (ohne SSDs)	501 €	



Gelbliche Seiten

Amazon Kindle Oasis mit Farbanpassung

Beim E-Book-Lesen abends im Bett fühlt sich mancher vom grellen Licht geblendet. Das soll der Oasis verbessern.

Von Michael Link

Die dritte Auflage des Kindle Oasis ist nicht ganz billig: Während der „normale“ Kindle mit integriertem Leselicht schon ab 80 Euro zu haben ist, kostet der Oasis 230 Euro, mit LTE sogar 320 Euro.

Wie schon beim in [1] getesteten Kindle Paperwhite 2018 ist die mit 8 GByte ausgestattete Basisversion selbst für ausgedehnte E-Book-Bibliotheken mehr als genug. Die Oasis-Modelle mit 32 GByte sind vorwiegend für Nutzer interessant, die Hörbücher hören; die belegen pro Stunde rund 30 MByte.

Zum Überspielen von Inhalten sowie zum Synchronisieren von Leseständen – nützlich, wenn man mehrere Geräte besitzt oder auf dem Smartphone liest – nutzt man WLAN. Dabei unterstützt der Oasis 802.11b und -g sowie -n, aber nicht das aktuelle ac-WLAN, was wiederum nur beim Download voluminöser Hörbücher auffiel.

Das teuerste Oasis-Modell hat nun einen zeitgemäßen LTE/3G-Baustein.

Bei so wenigen offensichtlichen Änderungen musste sich Amazon offenbar etwas einfallen lassen, um dem Neuen etwas Anziehungskraft zu verleihen: Der Oasis ist der erste Kindle mit einer in 24 Stufen einstellbarer Farbtemperatur. Damit ist er durchaus nicht der erste E-Book-Reader, der so was kann. Schon beim Tolino Vision 4 HD, der vor zweieinhalb Jahren auf den Markt kam, ließ sich die Farbe des Bildschirms verstellen.

Der Kindle nutzt 12 weiße und 13 bernsteinfarbene LEDs als Beleuchtung. Damit nehmen die Buchseiten weiße bis gelbliche Farbtöne an. Die Helligkeit lässt sich in 24 Stufen manuell regeln oder man überlässt das einer Automatik, welche die Lichtverhältnisse in der Umgebung berücksichtigt. Beim Lesen im Dunkeln wirkten die gelblichen Seiten weniger aggressiv als die reinweiß gefärbten. Das ist aber Geschmackssache, auch Wissenschaftler sind sich über den Nutzen der vielfach Nachtmodus genannten Einfärberei längst noch nicht einig.

Der wasserdichte und mit rund 188 Gramm sehr leichte Oasis liegt wie sein

Vorgänger gut in der Hand, obwohl er auf einer Seite dicker ist als auf der anderen. Der Oasis hat vorn neben dem Display zwei längliche Knöpfe, mit denen man umblättert. Das kann man aber auch wie bei anderen Kindles durch Antippen von bestimmten Bereichen auf der Lesefläche tun. Stellt man den Reader auf den Kopf, so dreht sich das Display mit.

Das hat wie sein Vorgänger 7 Zoll Nenngröße, also eine Diagonale von 17,8 Zentimetern, etwa zweieinhalb Zentimeter mehr als beim kleineren Kindle. Den Unterschied merkt man: Man muss seltener umblättern und insgesamt ist man nah am Taschenbuch-Lesegefühl.

Auf dem E-Ink-Display bilden 1080 mal 1440 Pixel den Lesebereich, was eine Auflösung von 300 Punkten pro Zoll (ppi) ergibt. Die Helligkeit maßen wir mit rund 100 Candela pro Quadratmeter; das ist ein guter Wert, der fürs Lesen im Freien dicke ausreicht.

Für eine täglich halbstündige Nutzung gibt Amazon vage eine Laufzeit von mehreren Wochen an. Im Test erreichten wir mit der LTE-Variante knapp 14 Tage.

Fazit

Die Änderungsmöglichkeit der Farbtemperatur gefiel im Test und machte besonders das Lesen im Dunkeln angenehmer. Wer das nicht braucht, greift zum jeweils 30 Euro billigeren Vorgänger. LTE im neuen Topmodell beschleunigt sichtbar die Synchronisation und den Download von Inhalten, sofern kein WLAN zur Verfügung steht. Wem die Mehrausgabe für die LTE-Variante zu hoch ist, bestückt seinen Kindle unterwegs auch per WLAN-Hotspot übers eigene Smartphone mit frischem Lese- und Hörfutter. (mil@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Michael Link, Kind vom Kindle, c't 25/2018, S. 60

Amazon Kindle Oasis (2019)

E-Book-Reader	
Hersteller	Amazon, www.amazon.de
Abmessungen	159 × 141 × 3,4/8,4 Millimeter
Gewicht	188 Gramm
Funktionen	Kindle Format 8 (AZW3), Kindle (AZW), TXT, PDF, ungeschützte MOBI, PRC nativ; HTML, DOC, DOCX, JPEG, GIF, PNG, PMP nach Konvertierung, Audible-Audioformat (AAX)
Preise	8 GByte/WLAN: 230 €, 32 GByte: 260 €, 32 GByte/LTE: 320 €



Multi-Gigabit-LAN per USB-C

PCs kommen mit dem USB-Adapter Trendnet TUC-ET2G doppelt so schnell ins Netz wie mit herkömmlichem Gigabit-Ethernet.

Nach Tragant mit dem Delock 65990 (Test in c't 14/2019, S. 82) bietet Trendnet als zweiter Hersteller einen USB-C-Adapter für NBase-T-Ethernet mit dem Realtek-Controller RTL8156 an. Er ist kompakter, leichter und knapp 10 Euro günstiger als das Delock-Modell, aber genauso schnell: Die 2,5 GBit/s Linkrate ließen sich problemlos ausreizen, auch über eine 40 Meter lange CAT5e-Kabelstrecke plus zwei 5-Meter-Patchkabel.

Die Leistungsaufnahme lag wie erwartet ein gutes Stück höher als bei Gigabit-Ethernet-Ports: Bei 2,5 GBit/s maßen wir je nach Kabellänge 1,6 bis 1,8 Watt. Am Notebook sollte man den Adapter lieber nur im Netzstrom-Betrieb verwenden.

Der Adapter lief mit einem modernen Linux-Kernel (5.0) auf Anhieb. An passender Infrastruktur liefert der TUC-ET2G tatsächlich die 2,5-fache Geschwindigkeit von Gigabit-Ethernet. Dennoch ist er mit rund 50 statt der 15 Euro für einen herkömmlichen USB-Adapter für 1 GBit/s recht teuer.

(ea@ct.de)

Trendnet TUC-ET2G

USB-Ethernet-Adapter	
Hersteller	Trendnet, www.trendnet.com
Bedienelemente	3 Statusleuchten
Anschlüsse	1 x RJ45 (Gigabit-Ethernet, NBase-T, 0,1 bis 2,5 GBit/s), 1 x USB-C (USB 3.1 Gen 1, 5 GBit/s)
TCP-Durchsatz an NBase-T	2,4 / 2,5 GBit/s (Standard- / Jumbo-Frames)
Leistungsaufnahme	1,1 bis 1,8 Watt (1 GBit/s idle, 2,5 GBit/s senden)
Preis	52 €



Bügelpfropfen

Die Powerbeats Pro sind als komplett kabellose In-Ears speziell für Sportler gedacht.

Damit Sie auch bei wildesten Bewegungen nicht aus dem Ohr rutschen, werden die In-Ears mit einem Gummibügel hinter der Ohrmuschel fixiert. Das Prozedere ist auch mit zwei Händen recht fummelig, besonders für Brillenträger.

Per Bluetooth 5.0 nimmt das Headset Kontakt zu Smartphones, Tablets, PCs und anderen Zuspiegeln auf – eine Kabelverbindung ist nicht vorgesehen. Da die Powerbeats Pro kein aptX LL unterstützen, entsteht eine für Bluetooth typische Ausgabeverzögerung von 192 ms.

Gut gelöst wurde die Bedienung mit mechanischen Wippen und Tastern. Tipper zur Lautstärkeanpassung, Play-Steuerung und Anrufannahme schlagen weniger unangenehm aufs Trommelfell durch als bei anderen In-Ears.

Die Klangabstimmung ist typisch für den Hersteller basslastig. Im unteren Fre-

quenzbereich spielen Kick-Drum und Bass sehr kräftig und durchaus präzise auf. Die Mitten wirken jedoch unausgeglichene: Stimmen verlieren durch ein Frequenzloch 300 bis 500 Hz ihr Fundament. Eine starke Erhöhung bei etwa 2,5 kHz (rote Kurve) verleiht ihnen gegenüber einem neutral aufspielenden Sennheiser HD 600 (gelb) eine quäkige Klangverfärbung. Die Höhen fallen bereits oberhalb von 4 kHz ab, was die räumliche Abbildung verschlechtert.

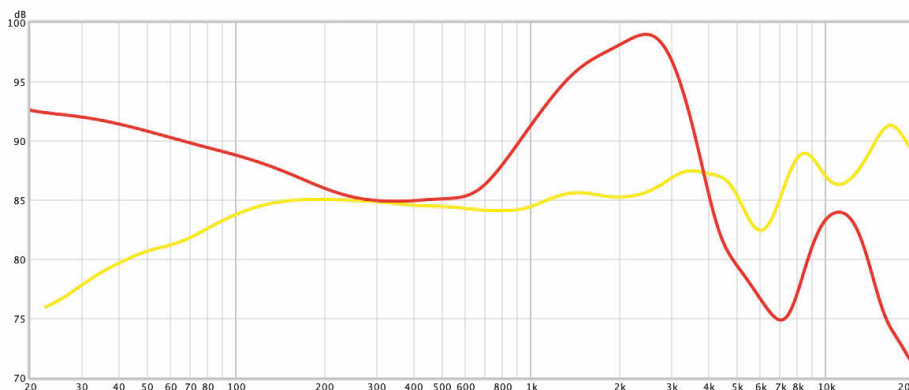
Im Vergleich zu den kabellosen Konkurrenten im jüngsten Vergleichstest in c't 11/19, S. 108 würden die Powerbeats Pro klanglich auf einem der hinteren Plätze landen. Punkten können sie mit ihrer Akkulaufzeit, die im Test mit elf Stunden deutlich länger ausfiel als die der anderen kabellosen Modelle. Die praktische Ladeschale mit USB-C-Anschluss lädt die In-Ears zwei mal komplett nach. Bereits fünf Minuten Ladezeit reichen für anderthalb Stunden Musikhören. Die Sprachverständlichkeit der eingebauten Mikrofone ist etwas schlechter als bei einem direkt vor den Mund gehaltenen iPhone.

Insgesamt hinterlassen die Powerbeats Pro ein zwiespältiges Bild: Der sehr langen Akkulaufzeit, der guten Bedienung und dem sicheren Sitz stehen eine fummelige Einsetzprozedur sowie ein unausgeglichenes Klangbild mit kräftigen Bässen und quäkigen Mitten gegenüber.

(hag@ct.de)

Beats Powerbeats Pro

In-Ear-Headset mit Bluetooth	
Hersteller	Beats, beatsbydre.com
Anschluss	Bluetooth 5.0
Preis	circa 250 €



Im Vergleich zum neutralen Sennheiser HD 600 (gelb) wirkt die Abstimmung der Powerbeats Pro (rot) durch die kräftigen Bässe und quäkigen Mitten unausgeglichene.



Schlafhörer

Die Sleepbuds von Bose dämpfen Störgeräusche und helfen so beim Ein- und Durchschlafen – aber nicht jedem.

Die Klimaanlage im Hotel, das rasselnde Schnarchen des Partners: Nachts, wenn man einschlafen will, können solche Geräusche das Leben zur Hölle machen. Viele greifen zu einfachen Ohrstöpseln. Andere kommen damit gar nicht klar. Dauerhaft getragen, lösen die Propfen außerdem oft Allergien aus, drücken Schmalz in den Gehörgang oder verursachen Entzündungen.

Für stolze 210 Euro verspricht Bose eine funktionierende Alternative: Winzige Kopfhörerchen, die gerade mal 1,4 Gramm wiegen. Die Sleepbuds stecken in Ohreinsätzen aus sehr weichem Silikon. Bose liefert drei Paare dieser Einsätze in den Größen S, M und L mit und beschreibt sehr ausführlich, wie sie anliegen sollten, damit die Buds ihre Wirkung optimal entfalten. Hat man die richtige Größe gefunden, dämpfen sie tatsächlich bereits Außengeräusche, ohne eingeschaltet zu sein.

Die Sleepbuds sollen Störgeräusche maskieren, indem sie sie mit einem sanften Klangteppich überdecken. Neun Töne stehen bereit, beispielsweise „Bachlauf“, „Meereswogen“ oder „Lagerfeuer“. Über die zugehörige App wählt man einen Ton aus und startet die Buds. Wahlweise laufen die Töne die ganze Nacht oder kürzer. Morgens kann man sich mit einem Alarmton von den Buds wecken lassen. Der Klangteppich sollte so laut sein, dass er die Umgebungsgeräusche wirksam dämpft, ohne beim Einschlafen zu stören.

Im Test klappte das erstaunlich gut. Selbst lautes Schnarchen konnten wir einhegen. Allerdings ist diese Erfahrung subjektiv: In Foren berichten enttäuschte Kunden immer wieder, dass es bei ihnen nicht funktioniert.

Die Sleepbuds streamen nicht, sondern spielen kurze Sound-Schleifen vom kleinen On-Board-Flash-Speicher ab. Sie kommunizieren über extrem signal-schwaches Bluetooth Klasse 3 mit der App, damit sie – da

sie die ganze Nacht direkt am Kopf anliegen – möglichst strahlungsarm bleiben. Es dauert mehr als eine Stunde, um einen neuen Ton zu übertragen, obwohl die Dateien weniger als 1 MByte groß sind. Die Wiedergabe ist angesichts der geringen Größe mehr als okay, einige der Geräusche klingen aber blechern und komprimiert, beispielsweise das Meeresrauschen. Weil sie nur wenige Sekunden lang sind, erkennt man bisweilen Wiederholungen – und beginnt dann unbewusst nach Mustern zu suchen, was beim Einschlafen stören kann.

Die Ohreinsätze sitzen fest, ohne zu stören. Nach wenigen Minuten bemerkt man sie nicht mehr – auch, weil sie nicht im Gehörgang stecken, sondern nur (möglichst dicht) auf dem Ausgang aufliegen. Selbst wenn man auf der Seite mit dem Kopf am Kissen schläft, wird es nicht unangenehm. Allerdings knarzt die Oberfläche der Buds, wenn sie am Kissenstoff reibt. Von diesem extrem lauten Störgeräusch kann man nachs sogar geweckt werden – ein dickes Minus. Nach Nutzung verstaut man die Sleepbuds möglichst sofort im eleganten Alu-Ladecase, denn es dauert stolze acht Stunden, bis die Silber-Zink-Akkus für die nächste Nacht voll geladen sind. Bose gewährt ein 30-tägiges Rückgaberecht, damit man testen kann, ob die Sleepbuds tatsächlich beim Einschlafen helfen. (hob@ct.de)

Bose Sleepbuds

Ohrstöpsel zur Geräuschmaskierung	
Hersteller	Bose, www.bose.de
Systemanforderung (Apps)	iOS ab 10, Android ab 5
Ladedauer / Laufzeit	8 h / 16 h
Preis	ca. 210 € (Straße)

TOPIX®

BUSINESS SOFTWARE

Herausforderung Zukunft

Digitalisierung agil, verlässlich und sicher

Komplett integriert, modular, flexibel.



CRM



ERP



Finance



HR

DMS inklusive.

Für Beratung, Handel, Dienstleistung.

Rundumservice zum fairen Preis.



Jetzt Whitepaper „Digitalisierung“ kostenlos laden!

TOPIX Business Software AG
Rudolf-Diesel-Str. 14 • 85521 Ottobrunn
+49-89-608757-0 • www.topix.de

Schicke Ruhe

Bose Noise Cancelling Headphones 700 dämpfen Geräusche auch beim Telefonieren

Die neuen Bose-Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung sehen nicht nur schicker aus als der Vorgänger QC35 II, sondern klingen auch besser – zumindest beim Telefonieren.

Von Jan-Keno Janssen

Das wurde auch Zeit: Seit nahezu zwei Jahrzehnten sehen Boses Noise-Cancelling-Kopfhörer praktisch immer gleich aus – und wirken entsprechend angestaubt. Mit den Noise Cancelling Headphones 700 (kurz NC700) frisst Bose das Design grundlegend auf. Der neue wirkt nicht nur filigraner als die Vorgänger, sondern besteht auch aus edleren Materialien: Der Kopfbügel ist aus Edelstahl statt Plastik, die am Kopf anliegenden Stellen sind mit weichem Silikonmaterial ausgekleidet. Im Langzeittest überzeugte der Tragekomfort, auch Brillenträger klagten nicht über Druckstellen – hier hat der NC700 gegenüber dem Mitbewerber Sony WH-1000XM3 (Test in c't 20/18) die Nase vorn. Der Bose NC700 lässt sich per Bluetooth über die Codecs SBC und AAC bespielen, AptX beherrscht er nicht. Im Test ließ sich der Kopfhörer mit Android, iOS, Windows und macOS nutzen, bei Linux klappte auf Anhieb nur Tonaus-, aber nicht -eingeabe.

In Sachen Geräuschunterdrückung leistet der 700er gute Arbeit: Im Zug filterte er nahezu alle tieffrequenten Vibrationen aus. Auch ein Ventilator im Großraumbüro war fast nicht mehr zu hören. Das Plappern der Kollegen konnte man dagegen immer noch vernehmen – wenn

auch gedämpft. Sonys XM3 macht hier einen etwas besseren Job, bei tieffrequenten Nerv-Quellen liegen die Geräte gleichauf. Insgesamt unterscheidet sich die Geräuschunterdrückung des 700er nicht stark von der des Vorgängers QC35 II – zumindest nicht für den Kopfhörerträger.

Für Gesprächspartner beim Telefonieren aber schon: Es kommt dabei nämlich erstmals eine aktive Geräuschunterdrückung zum Einsatz, die den Namen auch wirklich verdient. Von den acht eingebauten Mikrofonen werden zwei fürs Telefonieren verwendet. Der Algorithmus funktioniert gut: Wenn man im wuseligen Großraumbüro telefoniert, klingt es für den Gesprächspartner, als säße man in einem ruhigen Raum. Sogar den Fahrtwind auf dem Fahrrad filtert der Kopfhörer weg.

Bei der Musikkwiedergabe klingt der Bose 700 ähnlich wie der QC35 II: Druckvoller, aber nicht zu aufdringlicher Bass, die Höhen etwas überbetont – manche Hörer fanden den Klang deshalb etwas zu kalt und obenrum zu spitz. Zum Vergleich: Der Sony XM3 macht beim Bass deutlich mehr Druck, in den Höhen aber weniger; ob man das wiederum als zu dumpf empfindet, ist Geschmackssache. Insgesamt bietet der Bose NC700 eine detailliertere Klangwiedergabe und mehr Räumlichkeit als der Sony – an unseren kabelgebundenen Referenzhörer Sennheiser HD600 kommt er jedoch nicht heran.

Bedienung

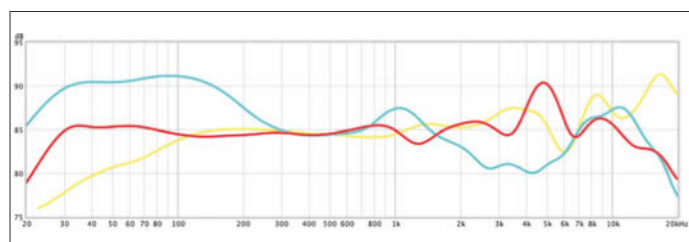
Statt wie bei den Vorgängern über Tasten bedient man die Noise Cancelling Headphones 700 primär über ein Touchfeld auf der rechten Seite. Das klappt zuverlässig



und deutlich besser als etwa beim Sony XM3. Ein Doppeltipp stoppt und startet die Wiedergabe, seitliches Wischen skippt Songs oder spult bei Podcasts. Die aktive Geräuschunterdrückung stellt man über einen separaten Knopf ein: Drei Stufen lassen sich durchschalten; voreingestellt sind die Stufen 0, 5 und 10. Andere Werte lassen sich in der „Bose Music“-App für Android und iOS festlegen. Für den Betrieb der App muss man einen Bose-Account erstellen und unter Android außerdem den Standortzugriff erlauben. Wer die Noise-Cancelling-Stufen nicht selbst einstellen will, benötigt die App nicht. Etwas nervig: Beim Bluetooth-Koppeln erbittet der Kopfhörer grundsätzlich Zugriff aufs Telefonbuch; das dient zum Ansagen der Anrufernamen. Die Sprachassistenten von Amazon, Apple und Google werden auf Knopfdruck unterstützt.

Fazit

Der Bose NC700 ist ein schicker Kopfhörer mit guter aktiver Geräuschunterdrückung und ordentlichem Klang. Musikhören macht damit Spaß, aber mit einem echten Hi-Fi-Modell bekommt man mehr Sound fürs Geld – dafür aber kein Noise-Cancelling und keine kabellose Wiedergabe. Wem modernes Design und Geräuschunterdrückung beim Telefonieren wichtig sind, der sollte den NC700 probieren. Wer darauf verzichten kann, darf getrost zum QC35 II greifen – der kostet nämlich rund 150 Euro weniger als der 400 Euro teure NC700. (jkj@ct.de) **ct**



Bose (rot) hebt den Bass stärker an als der Referenzhörer (gelb), aber weniger als der Sony XM3 (blau).

Bose Noise Cancelling Headphones 700

Bluetooth-Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung	
Gewicht	260 g
Bluetooth / Codecs	5.0 / SBC, AAC
Akkulaufzeit / Anschluss	18 Stunden / USB-C
Preis	400 €



29.09. – 01.10.2019 - MUNICH

FROM FOUNDERS FOR FOUNDERS

GET YOUR TICKET NOW!
bitsandpretzels.com



Display satt

Infotainment im Tesla Model 3

Teslas Model 3 zeigt, wie Infotainmentsysteme zukünftig aussehen könnten. In der Gegenwart offenbart es aber einige Schwächen.

Von Patrick Bellmer

Ein gewisses Maß an Extravaganz leistet sich Tesla in all seinen Fahrzeugen. Das gilt auch für das Model 3 und dessen Infotainmentsystem: In der Mitte der Armaturentafel thront ein Display mit einer Diagonalen von 15,4 Zoll (39 Zentimeter) als zentraler Anlaufpunkt für alle Statusinformationen, Steuerungsoptionen und für die Unterhaltung. Das Besondere: Es ist der einzige Bildschirm im gesamten Innenraum. Wer hinter dem Lenkrad auf den Tacho schauen will, schaut ins Leere.

Zwar verzichtet Tesla beim Model 3 auf Hunderte verschiedene Konfigurationen, kommt bei der Bestellung des Infotainmentsystems aber trotzdem nicht ohne unverständliche Abhängigkeiten aus. So gibt es das große Display sowie Sprachsteuerung und Navigation zwar in allen Konfigurationen, doch die Streaming-Dienste, die Browser-Funktion und Echtzeitverkehrsdaten – zusammengefasst als „Premium-Konnektivität“ – sind hingegen Bestandteil verschiedener Premium-Pakete. Das Ärgerliche: Manche dieser Pakete lassen sich nur bestellen, wenn man gleichzeitig auch eine andere Motorisierung bestellt. Das führt dazu, dass man im Vergleich zum günstigsten Model 3 mindestens 8000 Euro Aufpreis für eine stärkere Motorisierung bezahlt, wenn man den maximalen Funktionsumfang beim Infotainmentsystem haben möchte.

Für den Internetzugang hat das Model 3 eine fest im Fahrzeug eingebaute SIM und nutzt – zumindest in Deutschland – das LTE-Netz von Vodafone. Eine Hotspot-

Funktion gibt es aber nicht. Dafür klappt der umgekehrte Weg: Stellt man mit seinem Smartphone einen Hotspot bereit, lässt sich das Infotainmentsystem damit verbinden und bezieht seine Daten übers Mobilfunknetz des Handys.

Herzstück des Infotainmentsystems ist die Main Compute Unit der dritten Generation (MCU3). Darauf läuft ein von Tesla angepasstes Linux mitsamt Qt-Framework – im Testfahrzeug in Version 9.0. Die Recheneinheit nutzt Intels Automotive-Plattform Gordon Peak, die wiederum mit dem Vierkernprozessor Atom x7 A3950 bestückt ist.

Die Interaktion mit dem Infotainmentsystem erfolgt überwiegend über das riesige Display mit Touchfunktion. Mit 1920 × 1200 Pixeln fällt dessen Darstellung ausreichend scharf aus. Im linken Drittel informiert das Display im Stand unter anderem über geöffnete Türen und die Restreichweite. Während der Fahrt zeigt es die Geschwindigkeit sowie erkannte Verkehrsteilnehmer und Fahrspuren an, beim Parken eine Rundumsicht mit Abstandsmarkern. Im unteren Bereich liest man etwa den Verbrauch ab.

Die rechten zwei Drittel des Displays sind für während der Fahrt unkritische

Funktionen gedacht, beispielsweise die Kartenansicht oder das Infotainment. Einige Menüs lassen sich in unterschiedlichen Größen darstellen. Hier hat der Nutzer die Wahl zwischen Vollbild mit allen Informationen, der halben Höhe mit Bedienelementen und einer minimalistischen Bedienleiste.

Fast nutzlose Sprachsteuerung

Die über das Display oder auf dem Lenkrad aufrufbare Sprachsteuerung überzeugte im Test zwar mit einer hohen Erkennungsrate, doch lassen sich per Sprache keine Fahrzeugfunktionen, nicht einmal die Klimaanlage, steuern. Da die meisten sonst üblichen physischen Knöpfe fehlen, muss man mitunter während der Fahrt den Blick aufs Display lenken – in puncto Sicherheit eine Katastrophe.

Zudem sind trotz korrekt erkannter Sprachbefehle oftmals Folgeaktionen auf dem Display nötig. Der vorgetragene Wunsch, einen bestimmten Song oder Radiosender (nur Internetradio) abzuspielen, endet mit einer Ergebnisliste der internen Suchmaschine. Dort muss man anschließend den gewünschte Inhalt per Fingertipp starten.

Störend ist zudem, dass Tesla zwar für jede Funktion mehrere Schlüsselwörter hinterlegt hat, eine natürlich wirkende Kommunikation aber dennoch nicht möglich ist. So wird „Spiel XY“ ignoriert, „XY spielen“ funktioniert hingegen. Ohne Mobilfunkverbindung wird das Model 3 taub: Für die Spracherkennung greift das Model 3 über sein internes LTE-Modem auf eine Analyse in der Cloud zurück.



Aufgeräumt: Das Zentraldisplay ist die einzige Anzeige im Tesla Model 3. Es ersetzt fast alle Schalter und sogar den klassischen Tacho.

Immerhin ist die Bedienung über das Display in sich schlüssig: Über die Menüleiste am unteren Rand lassen sich alle Untermenüs (Medienwiedergabe, Navigation, Klimaanlage et cetera) erreichen. Auf diesen sind in der Regel alle wichtigen Funktionen im oberen Bereich untergebracht, Scrollen ist somit nicht notwendig. Da die Elemente fast immer zu klein ausfallen und es keinerlei haptisches Feedback gibt, muss man den Blick für die Bedienung von der Straße abwenden.

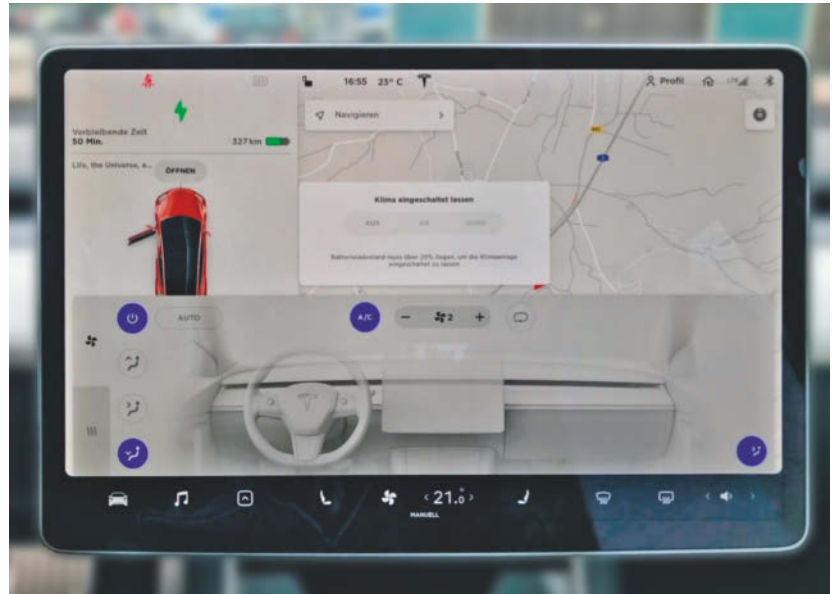
Unterhaltsam ans Ziel

Für die Navigationsfunktion bedient sich Tesla mehrerer Quellen: Die Open-Source-Karten stammen von Valhalla und Mapbox und sind lokal im Fahrzeug gespeichert. Auch ohne Mobilfunkverbindung lotst das System den Fahrer damit problemlos an die Zieladresse und berechnet die Route entlang der von Tesla betriebenen Supercharger-Ladesäulen. Auf Wunsch werden die Ladesäulen nicht nur mitsamt der Entfernung angezeigt, sondern auch die Anzahl der aktuell freien Ladepunkte, der Preis pro Kilowattstunde und weitere Angebote vor Ort, beispielsweise Gastronomie oder Toiletten. Dafür ist dann aber eine Internetverbindung nötig, genau wie für die Anzeige von Echtzeitverkehrsdaten sowie weiterer POIs (Points of Interest). Ladepunkte anderer Betreiber sind im Übrigen nicht in der POI-Liste enthalten. Manche Säulen sind als solche wenigstens in der Navi hinterlegt. Im Test half oftmals nur, sich mit Apps wie Wattfinder die genaue Adresse einer Ladesäule herauszusuchen und diese ins Navi des Model 3 einzutragen.

Führt eine Route über Autobahnen oder Bundesstraßen, erhält der Fahrer auf Wunsch Vorschläge, wann beispielsweise auf die rechte Spur gewechselt werden sollte, um die Ausfahrt nicht zu verpassen. Diese Funktion nennt Tesla „Mit Autopilot navigieren“, auch wenn sie mit dem ebenfalls als Autopilot bezeichnetem teilautomatisierten Fahren nichts gemeinsam hat.

Während der Fahrt überzeugt die Navigation mit rechtzeitigen und klaren Ansagen. Die Berechnung der Routen war im Test stets binnen weniger Sekunden erledigt, die Darstellung immer flüssig – auch beim Zoomen oder Verschieben der Karte. Lediglich das Abweichen von der Route wurde mehrfach erst nach mehreren hundert Metern erkannt.

Für die Audiowiedergabe lassen sich Smartphones per Bluetooth oder USB-



Mit 15,4 Zoll bietet das Display im Tesla Model 3 viel Platz. Wer aber beispielsweise die Klimatisierung ändern will, fährt besser rechts ran und sucht die Schaltflächen in Ruhe.

Sticks und -Festplatten mit dem Infotainmentsystem verbinden. Mit MP3, AAC, FLAC und Ogg Vorbis akzeptiert es alle gängigen Formate. Für den Radioempfang stehen ein UKW- und ein DAB+-Tuner zur Verfügung. Die Sender werden übersichtlich und in einer Gesamtliste angezeigt. Mit dem Paket „Premium-Konnektivität“ kommen Spotify und der Internet-Radiodienst TuneIn als Musikquelle dazu. Beide Dienste sind nahtlos in die Benutzeroberfläche integriert.

Über die für Android und iOS erhältliche Tesla-App lassen sich einige Funktionen via Smartphone aufrufen. Die App überträgt Zielorte ans Navi des Fahrzeugs, startet die Klimaanlage aus der Ferne und dient als Fernbedienung für die Zentralverriegelung. Ebenso können Nutzer den Ladevorgang überwachen und steuern, den Standort des Fahrzeugs abrufen und auf die Medienwiedergabe zugreifen. Aufbau und Funktionsumfang der App entsprechen dem, was man auch von Audi, BMW und Mercedes kennt.

Was fehlt: Derzeit bietet Tesla keine Unterstützung von Android Auto oder Apple Carplay – unverständlich und wie aus grauer Vorzeit.

Fazit

Anders als bei den meisten anderen Autos hat man beim Tesla Model 3 nicht das Gefühl, dass das Infotainmentsystem während der Entwicklung des Fahrzeugs die

niedrigste Priorität hatte. Stattdessen bekommt man ein in sich geschlossenes Gesamtkonzept: Das große Display bietet Platz für viele Informationen und sorgt so dafür, dass sich die Medienwiedergabe und die Navigationskarte nicht ums Display streiten müssen.

Look-and-Feel erinnert eher an ein Smartphone als an ein Auto: Auspacken, einschalten, geht. Ebenfalls positiv: Regelmäßig gibt es Softwareupdates, die mitunter auch neue Funktionen bringen – und das ganz ohne Aufpreis.

Auf der Kehrseite lenkt die Zentrierung aufs Display zu stark ab und birgt Gefahrenpotenzial aufgrund des Verzichts auf physische Tasten für die wichtigsten Funktionen. Die Sprachsteuerung macht das derzeit nicht wett, da sie zu wenige Funktionen abdeckt und keine natürliche Kommunikation beherrscht.

Gemessen daran ist der Aufpreis in Höhe von mindestens 8000 Euro gegenüber dem Basismodell extrem hoch. Wer zum günstigen Paket greift, kann dessen Funktionsumfang auch nicht mit Android Auto oder Apple Carplay erweitern. Ohne das Ausstattungspaket „Premium-Konnektivität“ ist zudem der Funktionsumfang merklich eingeschränkt, da Audio-Streaming dann nur auf dem Umweg über Bluetooth nutzbar ist und Echtzeitverkehrsdaten überhaupt nicht zur Verfügung stehen.

(spo@ct.de) **ct**

Ring, ring – Klopff, klopff!

Die Door View Cam der Amazon-Tochter Ring ist eine Kombination aus WLAN-Klingel und Überwachungskamera, die einen herkömmlichen Türspion in der Wohnungs- oder Haustür ersetzt.

Den alten Spion muss man zunächst mit dem mitgelieferten Spezialwerkzeug entfernen. Durch das Loch steckt man die Außeneinheit der Door View Cam mit Klingelknopf, Kamera und zusätzlicher Fischaugen-Linse – so kann man wie bisher einfach analog durchs Guckloch im Treppenhaus spionieren.

Das wuchtige Batteriefach bildet das Gegenstück auf der Türinnenseite und wird mit einem filigran wirkenden Flachbandkabel verbunden. Im Batteriefach steckt ein Li-Ion-Akku mit 6 Ah Kapazität, den man per Micro-USB aufladen muss. Nachdem die Kamera montiert ist, verbindet man sie über die Ring-App mit dem Internet – ein Ring-Account ist dabei Pflicht.

Ist alles eingerichtet, meldet sich die App mit einer Benachrichtigung, sobald sich etwas vor der Kamera bewegt, jemand den Klingelknopf betätigt oder an die Tür klopft. Die Empfindlichkeit der Sensorik lässt sich justieren, um Fehlalarme zu vermeiden. Um den Benachrichtigungsstrom weiter zu reduzieren, definiert man Ruhezeiten oder versetzt die Kamera für ein paar Stunden in den Schlummermodus.

Verknüpft man den Ring-Account mit IFTTT, dient die Kamera als Trigger für Smart-Home-Aktionen. Ring arbeitet auch mit Alexa zusammen – ergänzt mit einem Echo Show wird aus dem WLAN-Türspion eine komplette Video-Gegensprechanlage.

Je nach Position der Eingangtür filmt die Door View Cam möglicherweise öffentlichen Raum, Nachbargrundstücke oder das Treppenhaus als Gemeinschaftsfläche – in diesen Bereichen ist eine Videoaufzeichnung verboten. Um das zu verhindern, kann man schon während der Einrichtung zwei Bildbereiche definieren, die in den Überwachungsvideos geschwärzt werden. Das hilft allerdings wenig, wenn die Tür zum Nachbarn vis-à-vis liegt: Will man den Postboten vor der Tür erkennen, muss der zentrale Bildbereich natürlich offen bleiben. Damit zeichnet man dann notgedrungen den Besu-



cherstrom vor der gegenüberliegenden Haustür auf. Spätestens, wenn sich ein Nachbar gestört fühlt, wird man die Door View Cam abbauen müssen.

Wie andere Ring-Produkte auch ist die Kamera mit einer Gegensprechfunktion ausgestattet. Auch aus der Ferne kann man sich mit dem Besucher vor der Tür unterhalten. Die Qualität der Full-HD-Videos ist ordentlich, die starke Kissenverzerrung beim Einsatz als digitaler Türspion gewollt. Noch bessere Videos macht die Kamera im HDR-Modus, allerdings sinkt dadurch die Batterielaufzeit.

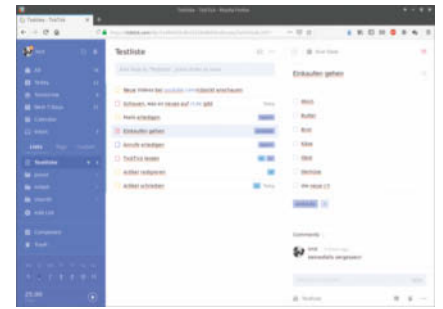
Ring speichert Videos in der Cloud. Live-Video lässt sich auch ohne Abo nutzen. Den kompletten Videoverlauf für einen Monat gibt es nur im Abo – die Preise reichen je nach Vertragsbindung und Anzahl unterstützter Geräte von 3 Euro monatlich bis 100 Euro im Jahr.

Mit der Door View Cam weiß man immer, was sich vor der eigenen Haustür bewegt und wer an der Tür klopft – in Mehrfamilienhäusern muss der Besuch allerdings erst mal durch die Haustür gelangen. Der Preis von 200 Euro ist allerdings recht happig. In manchen Eingangssituationen wird man mit der bis auf die Klopffunktion identischen Door View Cam Pro ohne analogen Spion besser fahren, da sie mehr Montage-Optionen bietet.

Vor dem Kauf sollte man in jedem Fall überprüfen, ob sich der alte Spion überhaupt entfernen lässt – bei zwei von drei zufällig ausgewählten Testtüren war das leider nicht der Fall. (sha@ct.de)

Ring Door View Cam

Smarter Türspion	
Hersteller	Ring, de-de.ring.com
Lieferumfang	Kamera, Akku, USB-Ladekabel, Montagezubehör
Funkstandards	WiFi 4
Preis	200 €



Alles geregelt kriegen

Mit TickTick soll keine Aufgabe übersehen werden. Dabei bietet der Online-Dienst deutlich mehr als eine einfache To-do-Liste.

TickTick erinnert an Einkäufe oder Projektaufgaben und sammelt diese in Listen – zum Beispiel für Beruf und Privates. Einträge lassen sich mit „High“, „Medium“ und „Low“ priorisieren sowie mit Unteraufgaben versehen. Erhalten Aufgaben ein Fälligkeitsdatum, zeigt das Tool sie in Smart Lists wie „Today“, „Tomorrow“ und „Next 7 Days“ an. Bislang steht TickTick nur auf unter anderem Englisch zur Verfügung.

Schlagwörter bieten eine weitere Filtermöglichkeit; im Webfrontend kann man zu einer Kanban-Ansicht wechseln. Ein Pomodoro-Timer soll helfen, sich zu konzentrieren. Aufgaben und Listen lassen sich auch ausdrucken.

TickTick gibt es in einer kostenlosen und einer Premium-Version. Erstere ist auf neun Listen und 19 Unteraufgaben beschränkt. Auch Kalender, Dateianhänge sowie mehr als eine Benachrichtigung sind Premium vorbehalten, ebenso wie Erinnerungen an Unteraufgaben. Ein weiteres Premium-Feature: eigene Smart Lists, die Aufgaben anzeigen, die festgelegte Bedingungen erfüllen. Arbeitet man im Team, lassen sich Listen mit anderen TickTick-Nutzern teilen, Aufgaben an andere vergeben und Kommentare hinterlassen. TickTick ist ein praktischer Helfer, manchmal muss man hilfreiche Funktionen aber erst in den Einstellungen aktivieren. (lmd@ct.de)

TickTick

Aufgabenverwaltung	
Hersteller	TickTick-Team, www.ticktick.com
Systemanf.	Android, iOS, Web, macOS, Windows
Preis	kostenlos, Premium-Variante 27,99 US-\$ jährlich

Universal-Web-Karte

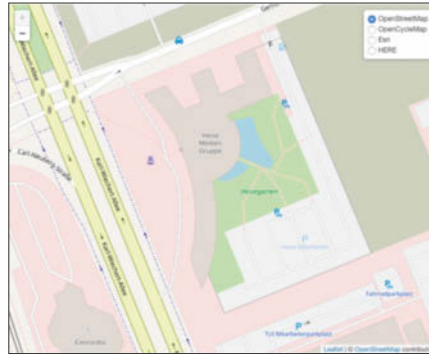
Soll auf der eigenen Website eine interaktiv nutzbare Karte prangen, kann man unter vielen Anbietern wählen. Besser beraten ist man aber meist mit der JavaScript-Bibliothek leaflet.js.

Wer schon mal interaktive Karten, etwa die von Google, in seine Webseiten eingebunden hat, kann ein Lied davon singen: Gelang das anfangs mit einer Registrierung, möchte der Internettitan inzwischen Kreditkartendaten hinterlegt haben. Die Nutzung in geringem Umfang ist zwar kostenlos möglich, doch bleibt bei privat betriebenen Websites oder Vereinsseiten ein schaler Geschmack zurück. Obendrein bindet man sich mit dem direkten Einbinden der Daten von einem Anbieter unnötig an diese Quelle.

Mit der JavaScript-Bibliothek leaflet.js kann man eine Website mit interaktiven Karten bestücken, ohne sich abhängig von herstellerspezifischen Schnittstellen oder Anbietern zu machen. Die Bibliothek selbst ist kostenlos und frei nutzbar. Sie steht unter der 2-clause BSD Lizenz: Kommerzielle Apps oder Seiten müssen einen sichtbaren Hinweis auf Leaflet enthalten. Leaflet bindet Kartendaten diverser Dienste ein, je nach Quelle muss der Website-Betreiber die dort jeweils geltenden Nutzungsbedingungen einhalten und in der Regel auch Credits in der Darstellung ausweisen.

Standardmäßig arbeitet leaflet.js mit OpenStreetMap, MapBox und Here-Maps zusammen, mittels Plug-ins auch mit Bing, Esri ArcGIS und MapQuest. Mit Google Maps versteht sich die Bibliothek auch durch ein weiteres Plug-in, das allerdings nicht so gut funktioniert wie die anderen, weil es die Google-APIs überlisten muss, um die Kacheln (Tiles) mit den Bitmaps der Karten zu laden. Bei vielen der Kartendienste ist eine Registrierung nötig, die für Entwickler gedacht ist und eine private Nutzung in geringem Umfang erlaubt, eine Kreditkarte muss man meist nicht hinterlegen.

Das Einbinden in eine eigene Website ist mit zwei Includes für die Bibliothek selbst und ihren CSS-Code getan.



Außerdem muss man einige Zeilen JavaScript-Code ergänzen. Die helfen dabei, einen Kartenanbieter anzusprechen und den Ausschnitt und die Zoomstufe zu bestimmen. Leaflet kombiniert Baselayer (Kartenquellen) mit diversen Overlays. So gibt es zum Beispiel Overlay-Plug-ins für das Anzeigen von GPX-Tracks auf beliebigen Karten. So ist mit nur wenigen Zeilen Code das eigene Blog mit einer topografischen Karte des letzten Ausflugs dekoriert.

Die Möglichkeiten der Bibliothek gehen aber weit über solche Anwendungen hinaus. Zunächst gibt es viele der üblichen Funktionen, die man aus interaktiven Karten kennt: Zoomen, Verschieben, Wechseln der Ansicht (auch zwischen mehreren Anbietern), Markierungen, Tooltips, und Popups. Es lassen sich diverse Geo-Daten verarbeiten, Navigationshilfen bauen und sogar Videos über eine Karte legen. Die Plug-ins erweitern Leaflet um weitere Fähigkeiten. Es gibt sogar solche, die Nicht-Kartendaten für die Bibliothek zugänglich machen, etwa Fraktale oder Bilder.

Aufgrund der vielen Möglichkeiten braucht es etwas Einarbeitung, bis man Leaflet so weit im Griff hat, dass die eigene Anwendung rund ist. Da die Bibliothek schon einige Zeit im Umlauf ist, findet sich reichlich Beispielcode. Fürs eigene Blog muss man sich vielleicht nicht mal die Mühe einer eigenen Anpassung machen. Für WordPress etwa gibt es fertige Plug-ins, die die Bibliothek einbinden. Es ist sogar möglich, den eigenen Server die Kartenkacheln ausliefern zu lassen, was Zeilen in der Datenschutzerklärung einer Website sparen hilft. (ps@ct.de)

Leaflet.js

JavaScript-Bibliothek für interaktive Karten	
Quelle	https://leafletjs.com
Preis	kostenlos

SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHE



**ODER
AUTONOME DROHNE?**

Neugierig geworden?

**Testen Sie jetzt 3 Ausgaben
Technology Review und sparen
Sie über 9 Euro.**

Lesen, was wirklich zählt in
Digitalisierung, Energie, Mobilität,
Biotech.



**Bestellen Sie jetzt unter
trvorteil.de/3xtesten**

 trvorteil.de/3xtesten

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

**Technology
Review**
Das Magazin für Innovation



Klappschuss

Smartphone Samsung Galaxy A80 mit Riesendisplay und innovativer Kamera

Macht man viele Selfies, ist die Frontkamera zu schlecht, macht man gar keine, ist sie Platzverschwendung. Die Lösung des Samsung A80: Es kommt ohne Frontkamera und klappt für Selfies und Videotelefonate die Hauptkamera Richtung Nutzer.

Von Robin Brand

Die Kamera von Samsungs neuem Oberklasse-Handy lässt sich drehen. Doch das ist nur das offensichtlichste Mittel, um die Vorderseite des Galaxy A80 mit möglichst wenig Rand zu bedecken. Auch sonst war der Hersteller einfallsreich, um

das riesige Display des 500-Euro-Smartphones in einem zumindest einigermaßen kompakten Gerät unterzubringen. Das ist jedoch nur bedingt gelungen.

Ganze 16,5 Zentimeter lang und 7,7 Zentimeter breit ist das A80. Auf diese Fläche hat Samsung ein 6,7 Zoll großes OLED gepackt, die rückwärtige Hauptkamera dient gleichzeitig als Frontkamera. Im Selfiemodus fährt das Kameramodul in einer Art Schublade deutlich vernehmbar aus der Gehäuseoberseite hervor und klappt dann um 180 Grad dem Nutzer entgegen.

Fotoqualität

Eine ähnliche Lösung hat Asus mit dem Zenfone 6 (siehe c't 15/2019, S. 90) gezeigt. Während das Modul des Zenfone auch in Zwischenstufen einrasten und au-

tomatisch Panoramas abfahren kann, gibt es beim A80 nur zwei Varianten: Selfiecam oder nach vorne gerichtet. Die Vorteile liegen auf der Hand. Einerseits beanspruchen so weniger Kameras ihren Platz an der Gehäuseoberfläche, andererseits schießt die bessere Hauptkamera auch gleich die Selfies.

Im Kameramodul haben neben der Hauptkamera eine Ultraweitwinkel- und eine Time-of-Flight-, nicht aber eine Telekamera Platz gefunden. Die Hauptkamera nimmt ansprechende Fotos bis hinab zu etwa 20 Lux auf, dann legt sich ein deutlicher Blauschleier über die Bilder. Viel Licht auf die Motive zaubert der spezielle Nachtmodus auch noch bei schummrigen 5 Lux, bei noch weniger Licht erreicht das A80 aber nicht die Resultate der Klassenbesten um Samsung S10 und Huawei P30.

Weitwinkel und Video

Schlecht, auch gemessen am niedrigen Standard ultraweitwinkliger Smartphone-Kameras, sind die Aufnahmen der zweiten Knipse. Der große Bildwinkel (123 Grad) eignet sich zwar, um auch auf engem Raum viel aufs Foto zu bekommen, ansehnlich sind die Resultate aber nur auf dem Smartphone-Display. An größeren Monitoren betrachtet fallen sofort die glattgezeichneten Flächen ins Auge, Details hält die Kamera auch bei guten Bedingungen kaum im Bild.

Erfreulich vielseitig ist dagegen das Filmen mit dem A80. Videos lassen sich im „Super-Steady“-Modus erstaunlich wackelfrei aufnehmen. Ist dieser nicht aktiviert, kann man dank rotierender Kamera während des Filmens zwischen Selfie- und Hauptkamera hin und her springen. Eine nette Spielerei ist die „Schnellmessung“-App. Mithilfe der ToF-Kamera für Tiefeninformation lassen sich so Entfernungen und Maße von Gegenständen einschätzen – die produzierten Ergebnisse taugen immerhin als Anhaltspunkt.

Display

Jede Menge Technik hat Samsung beim A80 ins und unter Display gepackt – so etwa Helligkeitssensor und optischen Fingerabdrucksensor. Auch eine klassische Hörmuschel spart Samsung ein – stattdessen dient das Display selbst als Lautsprecher.

Doch der innovative In-Screen-Speaker ist ein Beleg dafür, dass die fast randlose Gehäusevorderseite teuer erkaufte ist.



Technisches Highlight des A80 ist die rotierende Kamera. Mit deutlich vernehmbarem Geräusch fährt sie aus dem Gehäuse hervor und wird so wahlweise zur Selfiekamera.

auch bei intensiver Nutzung, zudem ist das Gerät schnell wieder aufgeladen.

Fazit

Das Galaxy A80 ist kein schlechtes Smartphone, hat es aber schwer, in seiner Preisklasse zu bestehen. Wer wegen der besonders guten Frontkamera mit dem A80 liebäugelt, findet das Konzept im ähnlich teuren Asus Zenfone 6 noch konsequenter umgesetzt. Zudem kommt das Zenfone mit schnellerer Hardware, Kopfhörerbuchse und erweiterbarem Speicher – das bessere Display spricht im direkten Vergleich aber für das A80. Ähnlich teuer wie das A80 sind zudem im Preis gefallene High-End-Geräte, zum Beispiel das Huawei P30 oder das Google Pixel 3, beide punkten unter anderem mit besserer (nicht drehbarer) Kamera und schnellerer Hardware. Wer dennoch zum A80 greift, macht aber nichts falsch. Die flotte Hardware ist grundsätzlich, und das riesige OLED und – ja – die einzigartige Kamera machen das A80 zu einem Smartphone mit einer gewissen Extravaganz.

(rbr@ct.de) **ct**

Denn Telefonate mit dem A80 sind vor allem eins: anstrengend. Das Gegenüber klingt dumpf und ist in lauter Atmosphäre nur schwer verständlich. In ruhiger Umgebung dagegen wird offenbar, dass die großflächige Hörmuschel des A80 etwas stärker abstrahlt als herkömmliche Lautsprecher – wenn auch nicht so, dass ganze Gespräche mitgehört werden könnten.

Wesentlich besser als zum Telefonieren eignet sich das Display zum Anzeigen von Inhalten. Ob Filme oder Fotos, das OLED stellt sie kontraststark und in knackigen Farben dar. Auch bei direkter Sonneneinstrahlung lässt sich der Bildschirm problemlos ablesen. Die Auflösung von 2400 × 1080 Pixeln ergibt eine brauchbare Pixeldichte von 393 dpi.

Chipsatz und Laufzeiten

Angetrieben wird das A80 von Qualcomms neuem Oberklasse-Chip Snapdragon 730. In Benchmarktests erreicht das Smartphone damit Werte, die mit jenen des einstigen High-End-Chips Snapdragon 835 vergleichbar sind. Dieser rund zwei Jahre alte Chip verrichtet seine Arbeit in früheren Spitzen-Handys wie Google Pixel 2 und Motorola Moto Z3. Wie diese ist auch das A80 für alle alltäglichen Aufgaben gut gerüstet, auch aktuelle Spiele lassen sich mit vollen Details spielen. Dem SoC stehen stattliche 8 GByte Hauptspeicher zur Seite – so geht das Smartphone auch bei mehreren gleichzeitig geöffneten Anwendungen nicht in die Knie.

Der 128 GByte fassende Flash lässt sich nicht erweitern – und in Sachen Kopfhörerbuchse scheint sich bei Samsung ein Paradigmenwechsel zu vollziehen. Bis zuletzt hatten die Südkoreaner auch ihren Spitzengeräten – jüngst den Galaxy-S10-Modellen – einen analogen Klinkenanschluss spendiert, beim A80 ist das nun nicht mehr der Fall. Ein zertifizierter

Schutz gegen Wasser und Staub fehlt ebenso, und drahtlos laden lässt sich das Gerät auch nicht. Immerhin: Platz für zwei SIM-Karten hat der Hersteller gefunden.

Etwas unterdimensioniert erscheint auf den ersten Blick die Akkukapazität des A80 für den riesigen Screen. Während in der Oberklasse 4000 mAh und mehr fast schon der Standard sind, kommt das A80 mit 3700 mAh, weiß damit aber gut auszuhalten. Die Laufzeiten brechen zwar keine Rekorde, sind aber dennoch beachtlich. Über den Tag kommt man damit

Android-Smartphone

Modell	Galaxy A80
Hersteller	Samsung
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 9 / Juli 2019
Prozessor (Kerne) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 730 (2 × 2,2 GHz, 6 × 1,7 GHz) / Qualcomm Adreno 618
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei / erweiterbar)	8 GByte / 128 GByte (106 GByte / –)
Dual-SIM / Typ	✓ / nanoSIM
WLAN / 5 GHz	Wi-Fi 5 / ✓
Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / OTG / Kopfhörerbuchse	Typ-C (2.0) / ✓ / –
Akku / drahtlos ladbar	3700 mAh / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	16,5 cm × 7,7 cm × 1 cm / 219 g
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	48 MP / f/2 / –
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f/2.2 / –
Display	6,7" OLED / 2400 × 1080 Pixel
max. Helligkeit / Ausleuchtung	2 ... 620 cd/m ² / 93 %
Messwerte	
Laufzeit Stream / 3D-Spiel / WLAN-Surfen / Video ¹	15 h / 11,2 h / 13,4 h / 16,2 h
Ladezeit 50 % / 100 %	29 min / 100 min
Coremark Single / Multi	14688 / 64882
Geekbench Single / Multi	2495 / 6913
3D Mark Sling Shot Extreme / Ice Storm Unlimited	2395 / 37615
Bewertung	
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕
Display / Laufzeit	⊕ / ⊕
Kamera	⊕
Preis	520 €
¹ Abruf einer einfachen Website, Spiel: Asphalt 8, gemessen bei 200 cd/m ²	
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	



Schnell (&) teuer

Apple MacBook Pro 15" mit Achtkern-Prozessor und Vega-Grafik

Das diesjährige MacBook Pro 15" wurde dank einer mobilen Achtkern-CPU von Intel ein ganzes Stück leistungsfähiger. Der Radeon-Vega-Grafikchip stammt von AMD und kommt exklusiv bei Apple zum Einsatz.

Von Florian Müssig

Nach einer langen Phase, in der vier CPU-Kerne Standard in leistungsstarken Notebooks waren, hat sich in den letzten zwei CPU-Generationen viel getan: Die achte Core-i-Generation brachte Sechskerner und mit der nun aktuellen neunten Generation traten Achtkerner auf den Plan – wohlgerneht alles weiterhin im etablierten Abwärme-Budget von 45 Watt

Thermal Design Power (TDP). Letzteres erkennt man am Buchstaben H in der Modellbezeichnung – im Unterschied zu den bei Notebooks gängigen und schwächeren 15-Watt-Prozessoren der U-Serie.

Allerdings stellt Intel nicht die gesamte H-Familie auf acht Kerne um, sondern nur die beiden als Core i9 bezeichneten Topmodelle. Diese findet man nur in Mobilrechnern jenseits von 2500 Euro. Das erste Achtkern-Notebook im c't-Labor ist das mehr als doppelt so teure Topmodell von Apples diesjährigem MacBook Pro 15".

Während man das Leistungsplus gegenüber Sechs- oder Vierkernern bei der Interaktion mit einem Notebook nicht spürt – in dieser Preisklasse reagieren sämtliche Geräte dank viel Arbeitsspeicher und NVMe-SSDs rasant –, macht er sich in Benchmarks doch deutlich bemerkbar: Im Cinebench R20 haben wir rund 3200 Punkte gemessen. Sechskerner

der neunten Core-i-Generation liegen etwa 500 Punkte darunter und solche der achten Generation noch etwas tiefer. Aufwendige Berechnungen, die sämtliche Prozessorkerne für lange Zeit beschäftigen, sind auf einem Achtkern-Notebook deshalb merklich schneller fertig.

Sonder-GPU

Steht Spielen im Vordergrund, so reichen auch weniger als acht CPU-Kerne: Bei hohen Detailraten und schicken Effekten ist der Grafikchip das limitierende Element. Apple verwendet im MacBook Pro 15" seit einiger Zeit nur noch GPUs von AMD und ist der einzige Notebook-Hersteller, der Mobil-GPUs mit Vega-Architektur zum Einsatz bringt.

Im Testgerät steckt der schnellste mobile Vega-Ableger namens Radeon Pro Vega 20 samt 4 GByte schnellem HBM2-Speicher. Der Grafikchip erreichte in unseren Tests eine 3D-Leistung, die je nach Spiel und Benchmark zwischen den in der Windows-Welt bekannten GeForce GTX 1050 und GTX 1060 liegt. Beide sind allerdings schon etwas älter; an aktuelle Mittelklasse-GPUs wie den GeForce GTX 1660 Ti kommt der Vega-Chip nicht heran – von den noch schnelleren RTX-20x0-GPUs ganz zu schweigen, die in anderen teuren 15-Zoll-Notebooks ihren Dienst verrichten [1].

Abgesehen von den zusätzlichen Prozessorkernen hat sich am diesjährigen MacBook Pro 15" wenig geändert – im Guten wie im Schlechten. Der 15,4-Zoll-Bildschirm gehört weiterhin zu den besten seiner Art, was nicht nur an der großen Farbraumabdeckung (DCI-P3) liegt, sondern auch am arbeitsfreundlichen 16:10-Seitenverhältnis. Eine matte Oberfläche, die man bei vielen leistungsstarken Windows-Notebooks ohne Touchscreen vorfindet, bietet Apple nicht an.

Riesen-Touchpad

Das mehrfingertaugliche Touchpad ist das größte, das man aktuell bei Notebooks findet; es nimmt rund zwei Drittel der Fläche einer Notebook-Tastatur ein. Letztere bietet hier wie gehabt statt Funktionstasten das adaptive Bedienfeld Touch Bar und den daran angekoppelten Einschalter mit integriertem Fingerabdruckleser (Touch ID). Die Tasten selbst haben auch in der dritten Butterfly-Generation extrem wenig Hub; die hohe Anfälligkeit durch unter die Tastenkappen rutschende Krümel ist trotz einer zusätzlichen Membran nicht gebannt. Immerhin: Wer im Laufe

der Nutzung Probleme bekommt, kann das Gerät kostenfrei bei Apple reparieren lassen – auch nach Ablauf der nur einjährigen allgemeinen Herstellergarantie.

Über das Hilfsprogramm Boot Camp kann man parallel zum vorinstallierten macOS 10.14 Windows 10 aufspielen, muss dort aber mit etlichen Einschränkungen leben. So hat die Touch Bar mangels Software-Unterstützung keinen Mehrwert gegenüber klassischen Funktionstasten; der Fingerabdruckleser liegt brach. Das Touchpad versteht mit Apples Boot-Camp-Treibern keine Mehrfingergeräten, wobei man letztere über das kostenpflichtige Drittanbieter-Tool TrackPad++ nachrüsten kann.

Gegen die magere Akkulaufzeit von bestenfalls 6 Stunden – unter macOS sind im Optimalfall mehr als 22 Stunden drin – kann man hingegen nichts machen: Anders als unter macOS ist unter Windows ständig die stromhungrige Radeon-GPU aktiv. Die im Prozessor integrierte, für 2D-Aufgaben ausreichende Intel-GPU und daran gekoppelte Funktionseinheiten wie den Video-Transkodierer QuickSync behält Apple macOS vor. AMDs Referenz-Grafiktreiber für Windows unterstützen die mobilen Vega-GPUs nicht. Immerhin braucht man dank Boot Camp kein zweites Gerät, falls sich etwa mal das Firmware-Update eines Gadgets nur mittels Windows-Programm aufspielen lässt.

Apple verkauft das 2019er-MacBook Pro 15" ab 2700 Euro; dann sind ein Sechskerner und die langsamere GPU Radeon Pro 555X an Bord. Vega-Grafikchips sind nur bei den mindestens 3200 Euro teuren Ausstattungsvarianten mit Achtkern-CPU eine aufpreispflichtige Option. Das Testgerät mit 32 GByte Arbeitsspeicher, 4-TByte-SSD und Radeon Pro Vega 20 entspricht dem Maximalausbau und kostet 6000 Euro. Allein die riesige SSD schlägt mit knapp 1700 Euro Aufpreis zum 512-GByte-Basismodell zu Buche – so viel SSD-Speicherplatz bietet aber auch kaum ein anderes Notebook ab Werk. Alle Komponenten sind aufgelötet, was nachträgliches Aufrüsten ausschließt. Das Notebook ist unabhängig vom Innenleben in Grau oder Silber erhältlich.

Fazit

Auch in der x-ten Neuauflage bleibt das MacBook Pro 15" ein leistungsstarkes Notebook mit tollem Bildschirm, riesigem Touchpad und mittleren vierstelligen Zahlen auf dem Preisschild. Die Achtkern-Pro-

zessoren bringen größere Bild- oder Videobearbeitungsprojekte merklich schneller zum Abschluss als bisherige Modelle. Wie bei ähnlich bestückten Windows-Notebooks muss man aber genau in diese Zielgruppe fallen, damit sich die hohen Anschaffungskosten lohnen: Als Office-Notebook oder Surfstation sind solche mobilen Workstations gnadenlos überdimensioniert.

Glaubt man der Gerüchteküche, dann kommt noch vor Jahresende ein Upgrade

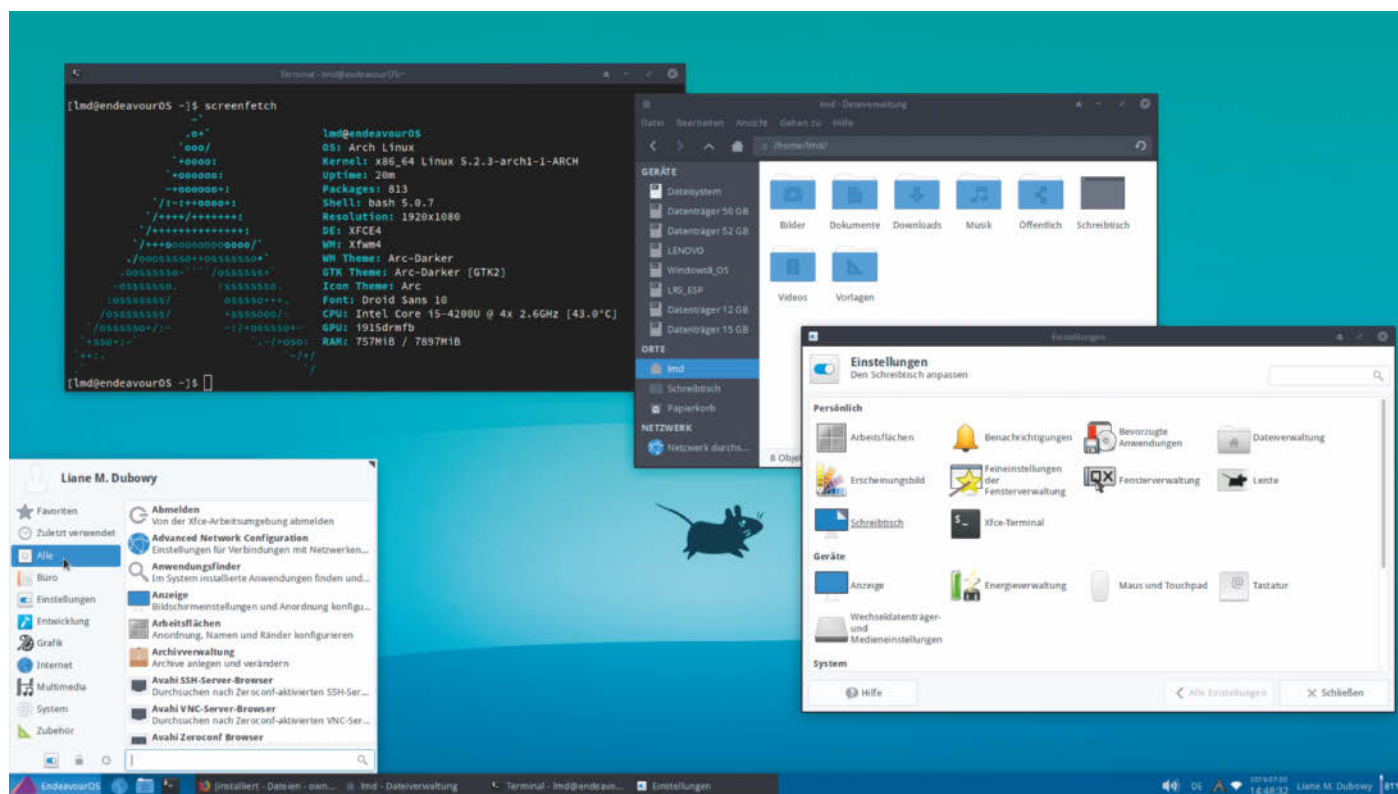
im MacBook-Portfolio: Angeblich steht ein 16-Zoll-Gerät an – mit sehr schmalen Bildschirmrändern und damit wohl selben Gehäuseabmessungen wie das 15-Zoll-Modell. Auch soll Apple dort eine Abkehr von der anfälligen Butterfly-Tastatur vollziehen. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Plattgemachtes zum Plattmachen, Flache Gaming-Notebooks mit den High-End-GPUs GeForce RTX 2070 Max-Q und RTX 2080 Max-Q, c't 10/2019, S. 122

Daten und Testergebnisse

Apple MacBook Pro 15" (2019)	
getestete Konfiguration	MV912D/A-Z0WW037
Lieferumfang	macOS 10.14 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Apple AP040: 15,4 Zoll / 39 cm, 2880 × 1800, 16:10, 221 dpi, 5 ... 397 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i9-9980HK (8 Kerne mit HT), 2,4 GHz (Turbo bis 5 GHz), 8 × 256 KByte L2-, 16 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	32 GByte DDR4-2400 / Intel Coffee-Lake-H
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: AMD Radeon Pro Vega 20 (4096 MByte HBM2) / ✓
Sound	PCIe: Apple
LAN / WLAN	– / PCIe: Broadcom (a/b/g/n-433/ac-1300)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / UART: Broadcom 5.0 (Apple)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / Apple T2 / Apple T2 (Touch ID)
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple AP4096 (4096 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	73 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	87 W, 367 g, 7,9 cm × 7,9 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,85 kg / 34,9 cm × 24 cm / 1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,8 W / 0,3 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	1,9 W / 5 W / 9,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	91,8 W / 16,8 W / 80,3 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	91,7 W / 0,9
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	22,5 h (3,2 W) / 7,4 h (9,8 W) / 1,2 h (63,2 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,5 h / 14,9 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 3,4 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben¹	3141,3 / 2873,9 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben¹	126520 / 98317
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig¹	26,4 / 12,6 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 115,5 dB(A)
CineBench R20 Rendering (1 / n CPU)	486 / 3229
3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal)¹	25930 / 23697 / 7787 / 2898 / –
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	6000 €
Garantie	1 Jahr
¹ gemessen unter Windows 10	
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Große Fußstapfen

Die Linux-Distribution EndeavourOS will das Erbe von Antergos antreten

Wie sein Vorgänger Antergos soll EndeavourOS dabei helfen, ein vorkonfiguriertes Arch Linux ohne viel Mühe auf der Festplatte zu installieren. Nun ist eine erste Version der Linux-Distribution erschienen.

Von Liane M. Dubowy

Unzählige Installationsskripte auf der Kommandozeile aufzurufen schreckt viele von der Arch-Linux-Installation ab und frisst außerdem einiges an Zeit. Linux-Distributionen, die ein komplett konfiguriertes System mit einem grafischen Installer auf der Festplatte einrichten, machen das Arch-System auch weniger versierten Usern zugänglich. Als schnell und einfach zu installierende Arch-Linux-Variante galt unter anderem in den letzten Jahren die Linux-Distribution Antergos. Doch deren

Entwickler gaben im Mai das Ende des Projekts bekannt. Die Lücke gedenkt EndeavourOS zu füllen; das noch junge Projekt hat eine erste Version seiner Linux-Distribution veröffentlicht und dabei wird deutlich: EndeavourOS ist nicht Antergos.

Die EndeavourOS-Entwickler versuchen, offiziell in die Fußstapfen des Vorgängers zu treten und die Community im Forum des Antergos-Projekts auf den Übergang vorzubereiten. Doch nicht alles soll wie bei Antergos sein, die erste Ausgabe des Linux-Systems zeigt deutliche Unterschiede.

Live-System

Das rund 1,4 GByte große ISO-Image der Erstausgabe von EndeavourOS gibt es nur für 64-Bit-x86-Systeme. Es enthält ein englischsprachiges Live-System mit Xfce-Desktop und Calamares-Installer, um das System auf der Festplatte zu installieren.

Die Software-Auswahl im Live-System umfasst nur wenige Tools, darunter gleich zwei zum Partitionieren der Fest-

platte: Gparted sowie den KDE Partition Manager. Zum Surfen ist Firefox an Bord, doch Mailclient und Büro-Software fehlen. Videos lassen sich mit dem Parole Mediaplayer abspielen, Fotos mit dem Bildbetrachter Ristretto ansehen. Für Downloads via Bittorrent ist Transmission dabei, CDs und DVDs brennt Xfburn. Etwas unerwartet ist Zenmap an Bord, eine grafische Oberfläche für den Nmap Security Scanner.

Installation

Die Entwickler haben keine Systemvoraussetzungen für die Installation von EndeavourOS veröffentlicht, nach unseren Testempfehlungen empfehlen wir mindestens zehn GByte Festplattenplatz und ein GByte RAM, besser bei beidem das Doppelte. Zur Installation nutzt EndeavourOS das distributionsübergreifend entwickelte Calamares-Framework, das ein konfiguriertes System mit Xfce-Desktop auf der Festplatte einrichtet. Das ist recht einsteigerfreundlich und stellt kaum Fragen. In wenigen Schritten richtet man die Systemsprache, das Tastaturlayout sowie die Zeitzone ein und legt einen Systembenutzer samt Passwort an.

Anders als bei Antergos kann man bei der Installation aber weder zwischen verschiedenen Desktop-Umgebungen wählen noch Einfluss darauf nehmen, ob Bluetooth, Firewall, AUR-Wrapper oder anderes installiert und konfiguriert werden. Leider prüft der Installer das eingegebene Passwort beim Anlegen des Systembenut-

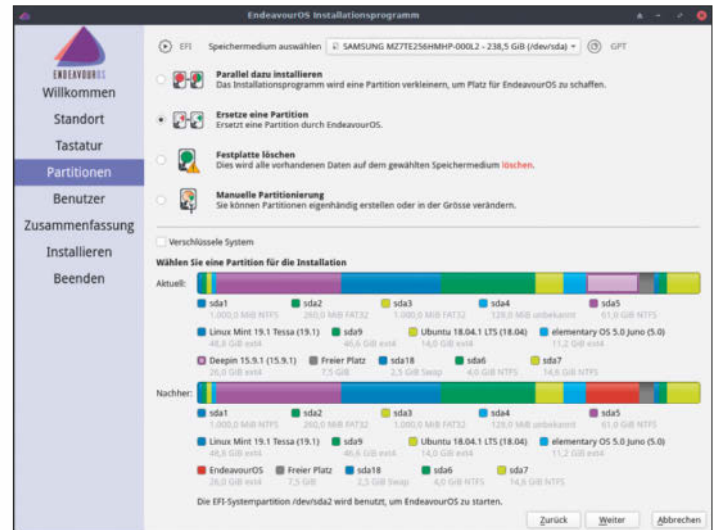
zers nicht auf Komplexität und akzeptiert auch ein sehr simples Kennwort.

Noch hat der Installer einige Probleme beim Aufteilen der Festplatte: Die automatische Partitionierung funktioniert bislang nur, wenn entweder die ganze Festplatte für EndeavourOS zur Verfügung steht oder das neue System eine bereits vorhandene Partition überschreiben darf. Soll das System parallel zu einem anderen Betriebssystem installiert werden, muss man daher die nötigen Partitionen vorab selbst mit Gparted oder dem KDE Partition Manager anlegen. Das Live-System bringt die beiden Tools mit. Wer das System parallel zu Windows nutzen will, darf außerdem die EFI/FAT32-Partition nicht formatieren, sonst bootet Windows nicht mehr. Eins hat Calamares dem Ubuntu-Installer allerdings voraus: Ist man bei der Partitionierung angelangt, kann man das Installerfenster größer ziehen und erhält so einen besseren Überblick. Als Hilfe öffnet die Live-CD nach dem Systemstart automatisch ein Fenster, über das sich wahlweise Gparted oder der Installer öffnen lassen. Davon abgesehen ist die Installation mit Calamares sehr einfach und in wenigen Schritten erledigt.

Das ist drin

EndeavourOS verfrachtet ein Arch-Linux-System mit Kernel 5.2 und Systemd 242 auf die Festplatte. Als grafische Oberfläche dient der Xfce-Desktop in Blaulila-Tönen mit viel Schwarz, der mit dem Arc-Darker-Theme ordentlich konfiguriert ist. Das Xfce-Panel am unteren Bildschirmrand enthält das Whisker-Menü samt Favoriten und einer Suchfunktion. Der

Der Calamares-Installer kann zwar noch keine Partitionen anlegen, aber eine vorhandene ersetzen.



Desktop lässt sich mit den üblichen grafischen Xfce-Einstellungsdialogen weiter anpassen.

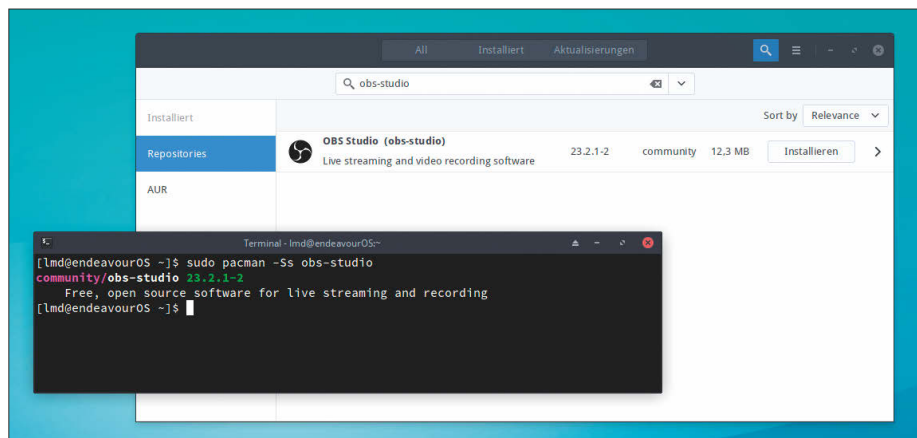
Die Software-Auswahl bei EndeavourOS ist ebenso minimalistisch wie die des Live-Systems; ein Office-Paket, ein Mailclient und eine Bildbearbeitung müssen bei Bedarf erst nachinstalliert werden. Die Ausstattung des neuen Linux-Systems bleibt ganz den eigenen Vorlieben überlassen, was der Arch-Philosophie entspricht. Um weitere Software zu installieren, muss man auf die Kommandozeile und den Paketmanager pacman zurückgreifen. Die Installation von Software aus dem AUR erleichtert der Wrapper yay, ebenfalls ein Kommandozeilentool. Über verfügbare Updates und aktualisierte PKGBuilds im AUR informiert Kalu, das mit einem Icon in der Bildschirmleiste vertreten ist.

Wie Antergos nutzt EndeavourOS die original Arch-Linux-Paketquellen, ergänzt um ein eigenes Repository, in dem bislang jedoch nur eine Handvoll Pakete liegen. Letzteres war im Test nicht immer erreichbar. Wem die Softwareverwaltung auf der Kommandozeile zu mühsam ist, der kann den grafischen Software-Manager Pacman mithilfe von yay aus dem AUR nachrüsten (Paket `pacman-aur`). Eigene Tools hat EndeavourOS nicht zu bieten.

Fazit

EndeavourOS scheint weniger Neueinsteiger in Arch Linux als vielmehr die existierende Antergos-Community als Zielgruppe vor Augen zu haben. Entscheidungen wie die, keine grafische Softwareverwaltung zu integrieren, machen das deutlich. Prinzipiell liefert die junge Distribution jedoch einen einfachen Weg, Arch Linux zu installieren – setzt dabei aber voraus, dass man bereit ist, die Partitionierung selbst in die Hand zu nehmen.

Auch wenn der Ansatz vielversprechend ist: Vom produktiven Einsatz der Linux-Distribution sollte absehen, wer nicht bereit ist, Probleme selbst zu beheben. Für eine in kurzer Zeit entstandene erste Ausgabe kann sich das Ergebnis jedoch sehen lassen. (lmd@ct.de) **ct**



EndeavourOS setzt auf den Konsolen-Paketmanager pacman. Wem das zu unbequem ist, der kann Pacman aus dem AUR nachinstallieren (hinten).

EndeavourOS 2019.07.15

Linux-Distribution	
Hersteller	EndeavourOS-Projekt, endeavouros.com
Systemanf.	empfohlen: 20 GByte HD/SSD, 2 GByte RAM
Preis	kostenlos



Speichermmonster

Festplatten für Desktop und NAS von 12 bis 16 TByte

Seagate und WD bringen hochkapazitive Festplatten für Netzwerkspeicher (NAS). Toshiba hingegen sieht auch bei Desktop-PCs Bedarf für riesige Festplatten.

Von Lutz Labs

SSDs sind für die Ablage von Daten viel zu teuer, auf das TByte gerechnet liegen Festplatten bei etwa einem Viertel des SSD-Preises. Wer wirklich viel Speicherplatz benötigt, wird etwa für die eigene Videosammlung oder ähnlich große Datenmengen daher meistens zu einer Festplatte greifen – vor allem, wenn die Geschwindigkeit bei der Ablage nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Zum Test in der Redaktion fanden sich vier neue Festplatten mit hoher Kapazität ein: die NAS-Modelle Seagate Ironwolf Pro mit 16 TByte und die WD-Modelle Red und Red Pro mit jeweils 12 TByte,

dazu stellen wir noch die Desktop-Festplatte X300 von Toshiba vor, die mit 14 TByte ebenfalls massenhaft Daten fasst.

Helium und TDMR

Die Festplatten mit mehr als 10 TByte Kapazität sind mit Helium gefüllt. Das Edelgas verringert die Verwirbelungen im Inneren des Gehäuses im Vergleich zu Luft. Das hat mehrere Vorteile: Die einzelnen Scheiben, von den Herstellern auch Platter genannt, können damit bei gleicher Stabilität etwas dünner ausfallen – den gewonnenen Platz nutzen die Hersteller zum Einbau weiterer Scheiben, was die Kapazität erhöht. Im 16-TByte-Laufwerk von Seagate stecken neun Platter, jede einzelne hat eine Kapazität von knapp 2 TByte.

Dank Helium sinkt auch die notwendige Energie, die der Motor zum Aufrechterhalten der Drehzahl aufbringen muss. Die Leistungsaufnahme der Helium-Laufwerke liegt daher einige Watt niedriger als die der luftgefüllten Laufwerke, gleichzeitig sinkt die Lautstärke.

Kapazitätssteigernde Techniken wie HAMR oder MAMR kommen bei den Laufwerken noch nicht zum Einsatz, wohl aber Two Dimensional Magnetic Recording (TDMR) – eine Technik mit zwei Leseköpfen pro Plattenseite, die die Signalqualität beim Lesen der Daten verbessern soll [1].

NAS vs. Desktop

Platten für NAS sind teurer als solche für Desktop-PCs. Das hat mehrere Gründe. So sind NAS-Platten für den Dauerbetrieb geeignet, Desktop-Laufwerke hingegen für einen Einsatz im Büro ausgelegt, etwa für 300 Arbeitstage à acht Stunden pro Jahr. Weiterhin spezifizieren die Hersteller für NAS-Laufwerke ein höheres Workload-Rating: NAS-Laufwerke dürfen im Rahmen der Garantiebestimmungen deutlich mehr Daten lesen und schreiben.

Viele NAS-Laufwerke mit hoher Kapazität besitzen Sensoren, die Vibrationen durch benachbarte Laufwerke erkennen und darüber hinaus helfen, die Köpfe genauer und schneller zu positionieren. Dabei



Seagate Ironwolf Pro

Seagates Ironwolf Pro stammt von der Server-Platte Exos X16 ab. Es gibt sie auch als rund 70 Euro günstigere Nicht-Pro-Version. Diese unterscheidet sich vor allem durch eine kürzere Garantiezeit und den fehlenden Rescue-Service, zudem ist sie lediglich für NAS-Gehäuse mit bis zu acht Schächten spezifiziert.

Bei der Geschwindigkeit liegt die Ironwolf Pro vorn: Sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben erreicht sie 270 MByte/s. Dank Heliumfüllung ist die Leistungsaufnahme recht gering, mit nur 0,3 Watt pro Terabyte Kapazität im Leerlauf eignet sie sich auch für die energiesparende Bestückung eines großen NAS-Gehäuses.

- ↑ hohe Kapazität
- ↑ geringe Leistungsaufn.
- ↑ schnell



Toshiba X300

Auch die Toshiba-Desktop-Platte X300 stammt von einer Server-Festplatte ab, der MG07ACA. Toshiba nutzt wie bei dieser ein Design mit neun Scheiben und 18 Köpfen, die Datendichte ist damit etwas geringer als bei der Ironwolf Pro.

Laut Website eignet sich die Platte auch für den Einsatz in einem NAS-Gehäuse, aufgrund der geringeren Leistung im Mischbetrieb würden wir davon jedoch abraten. Im Desktop erreicht sie knapp 260 MByte/s beim Lesen und Schreiben, die Werte beim Zugriff auf zufällige Adressen liegen etwas niedriger als bei den anderen schnell drehenden Laufwerken. Positiv ist die sehr geringe Leistungsaufnahme im Standby.

- ↑ schnell
- ↑ sparsam
- ↓ unklarer Garantiestatus



WD Red

Die einfache Version der WD Red (ohne Pro) dreht nur mit 5400 Umdrehungen pro Minute und kann damit nicht an die Geschwindigkeiten der anderen Laufwerke in diesem Test herankommen. Dennoch erreicht sie beim Lesen und Schreiben rund 200 MByte/s, für ein NAS im GBit-Netz meistens völlig ausreichend. Lediglich bei hohem Füllstand dürfte man bei den innen liegenden Daten einen leichten Geschwindigkeitseinbruch bemerken.

Während Seagate bereits NAS-Laufwerke mit 16 TByte baut, hat WD seine Red-Serie gerade auf 12 TByte gebracht. WD-Fans mit größerem Speicherplatzbedarf müssen zu einem Serverlaufwerk greifen.

- ↑ für GBit ausreichend
- ↑ günstig
- ↓ nur drei Jahre Garantie



WD Red Pro

Die Pro-Serie der Red dreht wie die Ironwolf Pro mit 7200 Umdrehungen pro Minute und kommt damit auf Lese- und Schreibgeschwindigkeiten von gut 260 MByte/s. Aktuell ist das Laufwerk, bezogen auf den Preis pro Terabyte, noch recht teuer. Da die Red-Serie mit 12 TByte jedoch erst seit gut drei Monaten auf dem Markt ist, dürfte der Preis mit der Zeit noch etwas sinken.

Bei den Messungen der Zugriffszeit im Audio-Labor registrierten unsere Messgeräte mehr als 2 Sone. Zwar wird man auf einem NAS nur selten auf sehr viele kleine Dateien zugreifen, doch im Wohnzimmer wären die Platten bei solchen Anforderungen wohl zu laut.

- ↑ schnell
- ↓ teuer
- ↓ laut

gibt es auch Unterschiede in den verschiedenen NAS-Serien: In einem NAS-Gehäuse mit acht Laufwerksschächten darf man laut WD noch die billigere Red einsetzen, die teurere Red Pro ist für Gehäuse mit bis zu 24 Laufwerken spezifiziert und hat zudem eine längere Garantiedauer.

Ein weiterer Grund für den Einsatz spezieller NAS-Laufwerke ist die Fähigkeit ihrer Firmware, einem RAID-Controller bei fehlerhaften Sektoren eine entsprechende Meldung zu liefern. Diese Funktion heißt bei Seagate und Toshiba ERC (Error Recovery Control), WD nennt sie TLER (Time Limited Error Recovery).

Erhält der RAID-Controller von der Platte eine solche Fehlermeldung, sucht er sich die angeforderten Daten aus den redundanten Informationen der anderen

Laufwerke zusammen. Eine Desktop-Platte würde minutenlang weitere Leseversuche durchführen, der RAID-Controller sie aber nach wenigen Sekunden als defekt aus dem Verbund entfernen. Seagate und WD setzen den Wert für die Fehlermeldung auf sieben Sekunden. Dieser Wert lässt sich ändern, nach dem Abschalten der Platten aber ist der Standard wiederhergestellt.












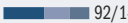

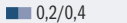






Lesen und schreiben

Greifen mehrere Nutzer auf eine Festplatte in einem NAS zu, steigt die Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Lese- und Schreibzugriffe. Die NAS-Platten sind zwar durch eine spezielle Firmware auf diese Situation besser vorbereitet als Desktop-Platten, aber dennoch sinkt die Leistung der Lauf-

werke dabei auf rund 70 Prozent der sequenziellen Maximalgeschwindigkeit. Das Desktop-Laufwerk von Toshiba kommt dabei sogar auf weniger als 40 Prozent der Maximalleistung – noch ein Grund, in einem Netzwerkspeicher eine spezielle NAS-Festplatte einzusetzen und keine billige Desktop-Festplatte.

Wir haben die Leistung der NAS-Laufwerke bei gemischten Zugriffen nicht nur bei praktisch leerer Platte überprüft, sondern zusätzlich in einer leeren Partition von 200 GByte Größe auf den inneren Spuren der Platte, denn hier sind die geringsten Übertragungsraten zu erwarten. Die Ironwolf Pro und die Red erreichten dort rund 90 MByte/s beim Lesen und Schreiben, die Red Pro war mit knapp 100 MByte/s etwas schneller – für ein übliches

Festplatten mit hoher Kapazität

	sequenzielle Transferraten beim Lesen von 128-KByte-Blöcken [MByte/s] ¹ min. / mittel / max.	sequenzielle Transferraten beim Schreiben von 128-KByte-Blöcken [MByte/s] ¹ min. / mittel / max.	mittlere Zugriffszeiten Schreiben / Lesen [ms]	Laufgeräusch Ruhe / Betrieb [Sone]	Leistungsaufnahme idle mit LPM / idle / Schreiben / Lesen [W]
	besser ►	besser ►	◄ besser	◄ besser	◄ besser
Seagate Ironwolf Pro	 121/203/266	 121/203/264	 3,66/11,83	 0,2/0,8	 5,3/5,3/7,1/7,8
Toshiba Performance X300	 119/195/248	 119/195/247	 4,42/13,93	 0,3/0,8	 4,4/4,6/6,4/6,9
WD Red	 92/149/193	 92/149/193	 2,25/14,76	 0,2/0,4	 5,5/5,7/7/6,9
WD Red Pro	 128/199/254	 128/199/253	 2,21/12,54	 0,2/2,2	 5,4/5,6/7,2/7,3

¹ gemessen mit H2benchw

1-Gbit/s-Netzwerk ist dies also noch knapp ausreichend, denn in diesen Netzen liegt die Maximaldatenrate bei etwa 110 MByte/s.

Bei schnelleren Netzwerken bremsen die Festplatten, ebenso wie am SATA-Anschluss im PC: Die mit 7200 Umdrehungen pro Minute rotierenden Laufwerke erreichen auf den äußeren Spuren zwischen 260 und 270 MByte/s, die langsamer drehende WD Red kommt auf knapp 200 MByte/s.

Bei Zugriffen auf zufällig verteilte Adressen liegen Festplatten besonders weit hinter SSDs, hier schaffen die Laufwerke lediglich Werte zwischen 400 und 800 IOPS statt mehrere zehntausend. Nutzt man die Festplatten lediglich als Dateiablage, spielt das keine Rolle. Für den Start des Betriebssystems greift man aber besser zu einer SSD; die Flash-Laufwerke erreichen dabei locker das Hundertfache und verkürzen damit die Zeiten für System- und Programmstarts unheimlich.

Leistungsaufnahme

Luftgefüllte Festplatten mit hoher Kapazität nehmen im Betrieb mehr als 10 Watt auf, die heliumgefüllten aus diesem

Test kommen mit rund 7 Watt aus. Da im Desktop-PC und auch im heimischen NAS nur selten Dauerlast herrscht, ist die Leistungsaufnahme im Idle-Betrieb für die Gesamtkostenberechnung wichtiger.

Diese liegt noch einmal rund 3 Watt unter der Betriebsleistung, für eine einzelne durchlaufende NAS-Festplatte muss man mit Stromkosten von rund 13 Euro pro Jahr rechnen. Die Toshiba X300 ist etwas sparsamer, aber eben nicht für den Dauerbetrieb ausgelegt.

Der Stromverbrauch lässt sich durch das Abschalten der Laufwerksmotoren weiter senken: Die Laufwerke von Toshiba und WD benötigen dann nur noch etwa 0,7 Watt, die Seagate-Platte liegt bei 1 Watt. Allerdings steigt die Latenz beim ersten Zugriff auf einige Sekunden. Die Ausfallwahrscheinlichkeit sollte sich durch das häufigere Abschalten nicht erhöhen, denn die Hersteller sichern einige hunderttausend Ein- und Ausschaltvorgänge zu.

Fährt man NAS-Platten etwa zeitgesteuert in der Nacht herunter und setzt ein An/Aus-Verhältnis von jeweils 50 Prozent an, liegt die Ersparnis auf der Stromrechnung daraus pro Platte bei ungefähr 5 Euro pro Jahr.

Fazit

Wer im Desktop-PC viel Speicherplatz benötigt, kann unbesorgt zur Toshiba X300 greifen: Mehr Speicherplatz in einer einzelnen Festplatte hat kein Hersteller im Programm. Dank Helium hört man sie kaum, die Leistungsaufnahme ist niedrig und die Geschwindigkeit hoch.

Bei den NAS-Platten ist die Auswahl größer. Die höchste Kapazität liefert Seagate mit der Ironwolf Pro, die auch beim Preis pro Terabyte recht niedrig liegt und eine lange Garantiezeit hat. Dazu gibt es einen kostenlosen Datenrettungsservice in den ersten zwei Jahren.

Die beliebte WD Red fällt in der Leistung etwas ab, was aber in einem langsameren Netzwerk nicht auffallen wird. Die Red Pro ist schneller und hat eine längere Garantiedauer, ist aber etwas laut. Noch ein Tipp zum Abschluss: Konsultieren Sie vor dem Kauf einer NAS-Platte den Hersteller Ihres Netzwerkspeichers und prüfen Sie, ob die gewünschte Platte für Ihr NAS freigegeben ist. (ll@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Lutz Labs, Auf dem Weg zur 100-TByte-Festplatte, Neue Techniken für mehr Kapazität, c't 1/2018, S. 164

Festplatten mit hoher Kapazität

Modell	Ironwolf Pro	Performance X300	Red	Red Pro
Hersteller	Seagate, www.seagate.de	Toshiba, www.toshiba.de	WD, www.wdc.com	WD, www.wdc.com
Bezeichnung	ST16000NE000	HDWR21EJZSVA	WD120EFAX	WD121KFBX
Kapazität laut Hersteller ¹	16 TByte	14 TByte	12 TByte	12 TByte
von Windows erkannte Kapazität	14902 GByte	13039 GByte	11176 GByte	11176 GByte
Interface	SATA 6G	SATA 6G	SATA 6G	SATA 6G
Workload-Rating	300 TByte/Jahr	k.A.	180 TByte/Jahr	300 TByte/Jahr
Umdrehungsgeschwindigkeit	7200 min ⁻¹	7200 min ⁻¹	5400 min ⁻¹	7200 min ⁻¹
nicht korrigierbare Lesefehler ²	1 × 10 ⁻¹⁵	1 × 10 ⁻¹⁴	1 × 10 ⁻¹⁴	1 × 10 ⁻¹⁴
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit	0,73 %	1,45 %	0,87 %	0,87 %
DRAM-Cache ²	256 MByte	256 MByte	256 MByte	256 MByte
Garantie	5 Jahre	k.A.	3 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	36 €	35 €	35 €	42 €
Straßenpreis	574 €	484 €	423 €	507 €

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. ² Herstellerangaben

IMMER EINE RUNDE GESCHICHTE.



2 x Mac & i mit 25 % Rabatt testen und Geschenk sichern!

Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv*
- **Plus:** Geschenk nach Wahl, z.B. einen iTunes Gutschein im Wert von 10 € oder ein 5-in-1 Objektiv-Kit
- **Lieferung frei Haus**

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.



Mit Artikel-Archiv!

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

0541 80 009 120 · leserservice@heise.de

www.mac-and-i.de/miniabo



Mac & i

Das Apple-Magazin von c't.



Aufgeblendet

Leistungsstarke Gaming-PCs mit GeForce RTX und Radeon 5700 XT

Moderne Spielerechner bringen nicht nur 3D-Shooter flüssig auf hochauflösende Monitore, sondern taugen auch als potente Allround-PCs. Manche schaffen das recht leise.

Von Christian Hirsch

Trotz Spielkonsolen und zweistelliger Wachstumsraten beim Mobile-Gaming auf Tablets und Smartphones bleibt der klassische Desktop-PC für viele Nutzer die Spieleplattform Nummer 1. Denn erst mit großem, hochauflösendem Monitor sowie präzisen Eingabegeräten wie Maus, Tastatur und Joystick gibt es bei vie-

len Genres wie 3D-Shootern, Strategiespielen und Simulatoren den vollen Spielspaß. Besonders beliebt waren auf dem PC im vergangenen Jahr Battle-Royale-Titel wie Apex Legends, Fortnite, Playerunknown's Battlegrounds (PUBG), aber auch E-Sport-Dauerbrenner wie Counterstrike, Dota 2 und League of Legends.

Damit aktuelle 3D-Spiele mit grafisch opulenten Effekten und Kantenglättung bei WQHD- (2560 × 1440) oder 4K-Auflösung (3840 × 2160) flüssig laufen, muss im Gaming-PC kräftige Hardware sitzen. Erfreulicherweise bekommt man derzeit dank gesunkener Preise bei Prozessoren, Grafikkarten, SSDs und Arbeitsspeicher pro Euro sehr viel mehr Performance als noch vor zwei Jahren. Bereits ab 900 Euro gibt es gut ausgestattete Spielerechner, die für die nächsten Jahre genug Dampf fürs

Zocken in Full-HD-Auflösung (1920 × 1080) mitbringen.

Wir haben aus dem riesigen Angebot drei leistungsstarke Gaming-PCs unterschiedlicher Größe mit aktueller Technik herausgesucht. Der MEK Mini von Zotac hat in etwa die Abmessungen einer Schuh-schachtel und kostet 1300 Euro. Im gewöhnlichen Midi-Tower-Gewand und mit AMD-CPU sowie -GPU kommt der Mifcom-Rechner für 1500 Euro. Aus dem Premiumsegment stammt der schlanke, 3300 Euro teure MSI Trident X mit einer High-End-Grafikkarte.

3D-Leistung satt

Die wichtigste Komponente bei einem Gaming-PC ist die Grafikkarte. Nach einer längeren Durststrecke ohne Neuheiten hat sich dabei in den vergangenen zwölf Monaten eine Menge getan. Im Herbst 2018 ließ Nvidia die GeForce-RTX-Serie vom Stapel, deren Turing-GPUs erstmals spezielle Kerne für Raytracing-Berechnungen enthalten. Mit letzteren sehen Spiele nicht nur schöner, sondern was Reflexionen betrifft auch realistischer aus als mit dem bisher gebräuchlichen Rasterverfahren [1].

Allerdings reicht aktuell selbst die Rechenleistung der derzeit schnellsten Gaming-Grafikkarte GeForce RTX 2080 Ti nur dafür aus, kleinere Bildbereiche wie

Pfützen oder spiegelnde Scheiben mit Raytracing-Effekten zu versehen, ohne dass die Bildrate ins Bodenlose stürzt. Bis dato gibt es erst wenige Titel, die Raytracing verwenden, wie beispielsweise Battlefield V, Metro: Exodus oder Shadow of the Tomb Raider. Grafikkarten der GeForce-RTX-Serie stecken in den Testkandidaten von MSI und Zotac. Sie eignen sich für Gamer, die in hohen Auflösungen wie WQHD und 4K zocken wollen.

Als Konter gegen Nvidias GeForce RTX brachte AMD Anfang Juli die Grafikkartenserie Radeon RX 5700 heraus. Deren RDNA-Architektur löst die seit 2011 verwendeten GCN-Rechenwerke (Graphics Core Next) ab, Raytracing-Schaltkreise sind jedoch noch nicht dabei. Mifcom verwendet bei seinem Gaming PC das derzeitige Topmodell Radeon RX 5700 XT. Deren 3D-Leistung liegt ungefähr auf Augenhöhe mit der GeForce RTX 2070.

Multimonitorsysteme stellen Gaming-Grafikkarten vor keine Schwierigkeiten, denn sie steuern alle mindestens vier 4K-Displays an. Die GeForce RTX 2080 im MSI Trident X 9SE beliefert eines davon sogar per USB-C-Anschluss. Zu den Fähigkeiten moderner Grafikkarten zählen weiterhin die digitale Tonausgabe und spezialisierte Videoeinheiten, die den Prozessor beim En- und Dekodieren entlasten.

Knapper SSD-Speicher

Damit die Grafikkarten bei modernen Spielertiteln ihre Performance optimal entfalten können, sollte ein Gaming-PC mit einem Core-i- oder Ryzen-Prozessor mit mindestens vier Kernen ausgestattet sein. Bei einer Neuanschaffung empfehlen wir, auf einen Sechskerner oder besser zu achten, damit die CPU auch in den nächsten paar Jahren nicht bremst. Zumeist dimensionieren die PC-Hersteller den Prozessor aber eher ein bis zu zwei Nummern größer als nötig und bauen wie Mifcom und MSI in diesem Test schnelle Achtkerner wie den Core i9-9900K oder Ryzen 7 3700X ein. Sie liefern auch fürs Rende-



Shadow of the Tomb Raider setzt bereits Raytracing-Effekte moderner Grafikkarten ein, um Lichtquellen authentischer darzustellen.

ring oder (Twitch-)Streaming viel Leistung. Obendrein haben sie eine hohe Singlethreading-Performance, wovon ältere Spiele und Office-Anwendungen profitieren, bei denen die meisten Berechnungen nur auf einem Kern laufen.

Achten Sie zudem darauf, dass ein Gaming-PC mindestens 16 GByte Arbeitsspeicher mitbringt, vor allem, wenn im Hintergrund noch eine Livestreaming-Software sowie verschiedene Spiele-Clients wie Epic Games Launcher, Origin, Steam und Uplay wertvolles RAM belegen.

Eine potente Grafikkarte und ein schneller Prozessor allein sind aber noch kein Garant für Spielspaß. Wenn man beim Spielstart oder einem Level-Wechsel nicht Däumchen drehen will, muss das Spiel auf der schnellen (System-)SSD liegen. MSI baut einen Flash-Speicher mit immerhin 512 GByte Kapazität ein. Die nur halb so großen SSDs von Mifcom und Zotac sind bei heutigen Installationsgrößen von 50 bis 70 GByte pro Spiel schnell gefüllt, sodass man dann auf die lahme Festplatte ausweichen muss. Optische Laufwerke sind hingegen im Zeitalter von Online-Spieleplattformen nahezu ausgestorben, aber trotzdem liefert nur Zotac

die Treiber auf einem USB-Stick anstatt auf Silberscheibe mit.

Mehrere schnelle USB-Buchsen mit USB 3.2 Gen 2, die rund 1 GByte/s liefern, gehören bei den Testkandidaten ebenso zur Ausstattung wie zwei Klinkenbuchsen fürs Headset. Trotz der recht hohen Preise muss man aber für Tastatur und Maus selbst sorgen.

Die hohe 3D-Performance gibt es nicht zum Nulltarif. Stehen Prozessor und Grafikkarte unter Volldampf, schlucken die getesteten Rechner über 300 Watt. Beim schnellsten der drei, dem MSI Trident X 9SE sind es sogar über 400 Watt. Die hohe Abwärme fordert ihren Tribut unter anderem bei der Lüfterlautstärke. Bei typischer 3D-Last, wie sie beim Spielen vorkommt, schneidet der MSI-Rechner mit 1,6 Sone Lautheit noch befriedigend ab. Die anderen beiden Gaming-PCs von Mifcom und Zotac werden mit 3,0 Sone beziehungsweise 3,9 Sone dabei so laut, dass man schon aus Selbstschutz beim Zocken freiwillig geschlossene Kopfhörer aufsetzt.

Fazit

Auf die Größe kommt es nicht an: Trotz ihrer recht unterschiedlichen Abmessun-

Leistungsstarke Gaming-PCs

Rechner	Cinebench R20 Single- / Multithread	3D Mark Fire Strike Extreme	Metro Exodus Ultra: 4K / WQHD [fps]	Shadow of the Tomb Raider, Ultra, SMAA: 4K / WQHD [fps]	Assassin's Creed Odyssey, Ultra Hoch: 4K / WQHD [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W]	Geräuschkentwicklung Leerlauf / 3D / Volllast
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser
Mifcom Gaming-PC	505/4761	11608	31/55	39/75	34/56	54/375	2,2/3,0/3,0
MSI Trident X 9SE	487/4682	12774	38/64	45/87	44/63	41/414	0,2/1,6/3,2
Zotac MEK Mini	411/2066	10001	29/47	32/61	32/50	36/315	1,1/3,9/4,0



Mifcom Gaming PC

Mifcom schnürt bei seinem Gaming PC ein Paket aus aktueller AMD-Hardware wie dem Achtkern Ryzen 7 3700X und der Radeon RX 5700 XT. Der Arbeitsspeicher bietet für aktuelle Spiele mit 32 GByte mehr als genug Kapazität, schöpft mit DDR4-2666-Tempo aber nicht die Fähigkeiten der Ryzen-3000-CPU aus. Mit DDR4-3200 wären hier und da noch ein paar Frames pro Sekunde mehr drin. Die 3D-Performance reicht trotzdem bei WQHD-Auflösung auch für anspruchsvolle Titel mit sehr hoher Detailstufe und Kantenglättung aus.

Die Kombination aus einer 240-GByte-SSD und einer 1-TByte-Festplatte ist aus unserer Sicht für Gamer ungünstig gewählt, weil der schnelle NVMe-Flash-Speicher bereits mit einer Handvoll Spielen gefüllt ist. Wir empfehlen eine 1-TByte-SSD anstelle der SSD- und Festplattenkombination.

Beim Systemaufbau hat sich Mifcom Mühe gegeben, alle Kabel sind ordentlich verlegt und mit Kabelbindern arretiert. Die von RGB-LEDs beleuchteten Lüfter machen allerdings schon bei ruhendem Windows-Desktop für ordentlich Lärm (2 Sone), denn mit Ausnahme des CPU-Lüfters laufen sie unregelmäßig mit Maximaldrehzahl. Zudem hat Mifcom vergessen, den AMD-Chipsatztreiber zu installieren. Das sorgt nicht nur für unschöne Warndreiecke im Geräte-Manager, sondern kostet bei Ryzen 3000 auch ein paar Prozent Performance, weil die CPU langsamer zwischen den einzelnen Taktstufen wechselt [2].

- ↑ gutes Preis/Leistungsverhältnis
- ↑ großer Arbeitsspeicher
- ↓ laute Lüfter, kein Chipsatztreiber



MSI Trident X 9SE

Im Trident X 9SE von MSI steckt Desktop-PC-Technik, er ist aber dennoch schlanker als ein klassischer Midi-Tower. In der unteren Hälfte des Gaming-Rechners sitzen SFX-Netzteil und ein Mini-ITX-Mainboard mit Intels schnellstem Achtkern Core i9-9900K sowie 32 GByte DDR-RAM. Die obere Hälfte ist hingegen der High-End-Grafikkarte GeForce RTX 2080 vorbehalten, die für 4K-Gaming mit hohen Details taugt. Sie ist aufrecht im Gehäuse eingebaut und über eine Riser-Card mit dem PEG-Slot des Boards verbunden.

Der Prozessor rechnet dank angehobener Power Limits im Multithreading noch etwas schneller, weil er dadurch länger in den höheren Turbostufen verweilen kann. Mit Last auf einem Kern erreicht der Core i9-9900K jedoch nur 4,8 statt der möglichen 5,0 GHz. Für kurze Ladezeiten sorgt eine schnelle NVMe-SSD mit 512 GByte Kapazität, auf der das Betriebssystem installiert ist.

Im Leerlauf ist der Trident X akustisch kaum wahrnehmbar, lediglich wenn der Lüfter des semipassiven Netzteils ab und zu anspringt, hört man ein leises Rauschen. Gehäuselüfter gibt es nicht, stattdessen müssen die Ventilatoren auf CPU- und GPU-Kühler bei Last die heiße Luft durch Öffnungen im Dach nach außen pusten, und sind deshalb dann deutlich zu hören.

Auf kurze Distanz betrug die WLAN-Transferate im 2,4-GHz-Band 107 MBit/s und bei 5 GHz 265 MBit/s. Bei 20 Metern Entfernung lieferte der MSI Trident X einen Durchsatz von 199 MBit/s (5 GHz) beziehungsweise 106 MBit/s (2,4 GHz).

- ↑ hohe 3D-Performance
- ↑ leiser Leerlauf
- ↓ CPU erreicht nicht maximalen Takt



Zotac MEK Mini

Zotac hat beim MEK Mini die Luft aus dem PC gelassen: In dem gerade einmal 25,5 Zentimeter hohen Gehäuse steckt dennoch eine leistungsfähige Grafikkarte vom wenige Wochen jungen Typ GeForce RTX 2060 Super. Sie taktet nicht nur höher, sondern bringt auch rund 13 Prozent mehr Shader-Einheiten mit als eine GeForce RTX 2060. Damit liefert der MEK Mini genug Power für aktuelle Spiele in WQHD-Auflösung und passt problemlos auf den Schreibtisch oder ins Wohnzimmerregal. Dem Sechskern Core i5-9400F fehlt eine integrierte GPU sowie Hyper-Threading, für 3D-Spiele ist er aber mehr als schnell genug.

Als Besonderheit ist der Gaming-PC mit zwei Gigabit-Ethernet-Buchsen ausgestattet. Bei der mit einem „K“ gekennzeichneten sowie dem WLAN-Adapter lässt sich die Netzwerkpriorität einzelner Anwendungen mit dem Killer Control Center einstellen. Auf kurze Entfernungen erreichte der Zotac-Rechner einen Funkdurchsatz von 409 MBit/s.

Wegen der kompakten Abmessungen musste der Hersteller beim MEK Mini einige Kompromisse eingehen: Statt einem integrierten Netzteil gibt es zwei externe, für die Zotac immerhin eine Halterung mitliefert, sodass man sie geordnet unterbringen kann. An die Grafikkarte kommt man nur schwer heran. Die zahlreichen Lüfter produzieren bereits im Leerlauf ein deutlich hörbares Rauschen (1,1 Sone). SD-Speicherkarten liest und beschreibt der Kartenleser lediglich mit USB-2.0-Tempo.

- ↑ kompakte Abmessungen
- ↑ 2 x Gigabit-Ethernet
- ↓ unter Last sehr laut

gen liefern alle drei getesteten Gaming-PCs genug Performance für ruckelfreies Spiel-spaß anspruchsvoller Titel. Für 4K-Auflösung ohne größere Abstriche bei den Grafikdetails taugt der MSI Trident X 9SE, für den man allerdings sehr tief in die Tasche greifen muss. Der Mifcom Gaming PC und der Zotac MEK Mini kosten nur halb so viel und eignen sich uneingeschränkt für WQHD-Displays.

Wir hätten uns bei allen Rechnern gewünscht, dass die Hersteller die Festplatte zugunsten einer größeren SSD weglassen. Bei über 1300 Euro Budget sollte

eine 1-TByte-SSD machbar sein, die es ab 100 Euro einzeln zu kaufen gibt. Zudem sind die Prioritäten falsch gesetzt: Statt Arbeit in den Einbau pulsierender RGB-LEDs zu stecken, sollten die Hersteller zuerst das Geräuschverhalten weiter verbessern und Schwachpunkte wie das zweite Netzteil beim Zotac MEK Mini und den fehlenden Chipsatztreiber beim Mifcom Gaming-PC beheben.

Wer den Rechner nicht nur zum Spielen, sondern auch als Arbeitsmaschine etwa zum Rendern einsetzen will, ist mit den Testkandidaten von Mifcom und

MSI besser bedient, die mit einem Achtkern-Prozessor mit Hyper-Threading beziehungsweise SMT und 32 GByte Arbeitsspeicher ausgestattet sind.

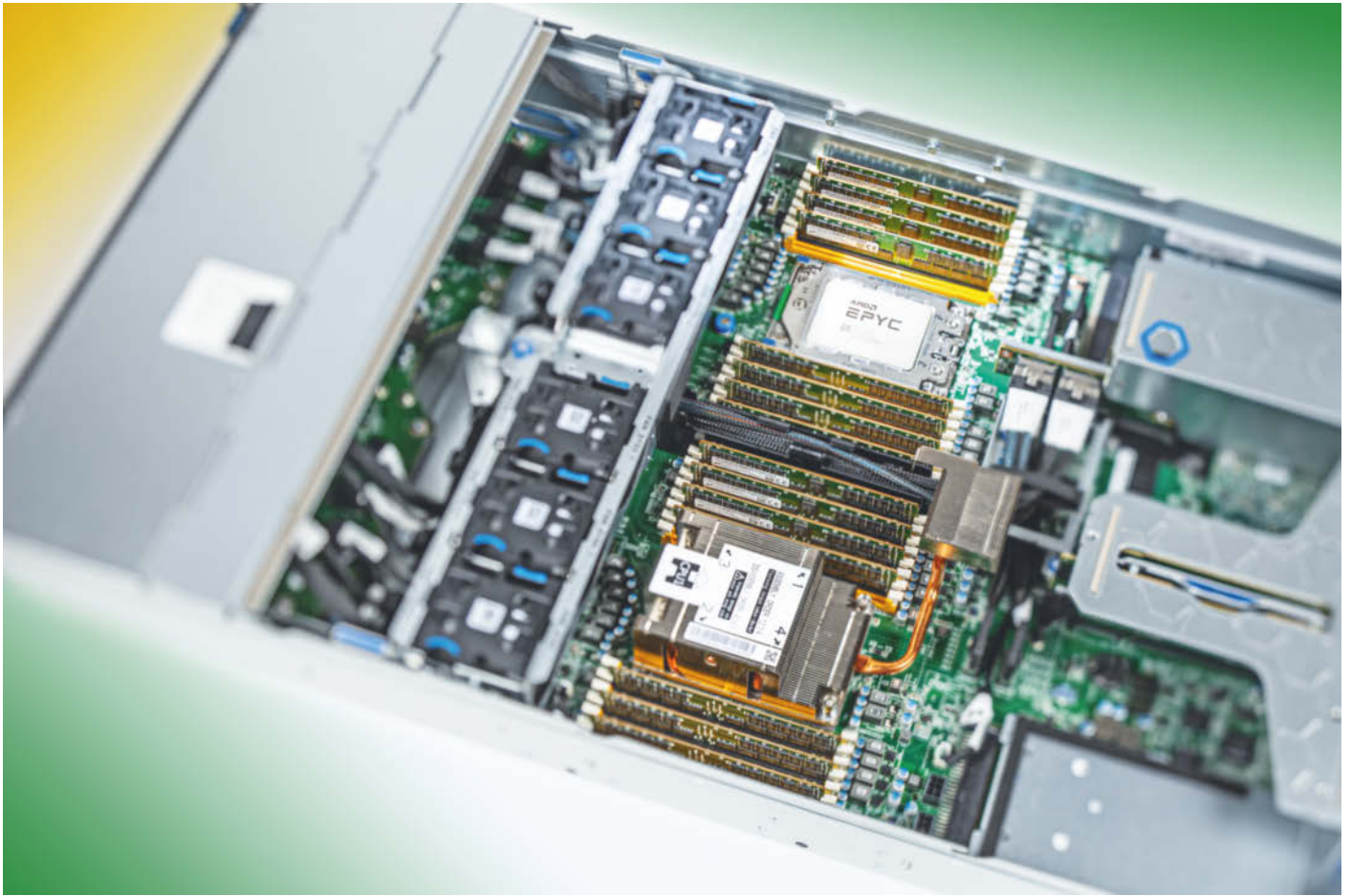
(chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Das Raytracing-Comeback, Raytracing für Spiele und mehr mit DirectX und Nvidias neuen Grafikchips, c't 21/2018, S. 134
[2] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit PCI Express 4.0, c't 16/2019, S. 16

Gaming-PCs – Technische Daten und Messwerte

Hersteller, Typ	Mifcom Gaming PC (10775)	MSI Trident X 9SE	Zotac MEK Mini
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Ryzen 7 3700X / 8+SMT / 3,6 (4,0 bis 4,4) GHz	Core i9-9900K / 8+HT / 3,6 (4,7 bis 4,8) GHz	Core i5-9400F / 6 / 2,9 (3,6 bis 4,1) GHz
CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)	AM4 / 12 cm (✓)	LGA 1151 / 12 cm (✓)	LGA 1151 / 6 cm (✓)
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	32 GByte (DDR4-2666 / 128 GByte) / 4 (2)	32 GByte (DDR4-2666 / 64 GByte) / 2 (0)	16 GByte (DDR4-2666 SO-DIMM / 32 GByte) / 2 (0)
Grafik (-speicher) / -lüfter	Radeon RX 5700 XT (8 GByte) / 7 cm	Geforce RTX 2080 (8 GByte) / 2 × 9 cm	Geforce RTX 2060 Super (8 GByte) / 9 cm, 10 cm
Mainboard (Format) / Chipsatz	MSI B450-A PRO (ATX) / B450	MSI Z370I Gaming Pro Carbon AC (Mini-ITX) / Z370	Zotac (proprietär) / B360
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	4 × PCIe x1 (3), 2 × PEG (1), 1 × M.2-22110/80/60/42 (0)	1 × PEG (0), 1 × M.2-2280/60/42 (0)	1 × PEG (0), 1 × M.2-2280/42 (1), 1 × M.2-22110/80/42 (0), 1 × M.2-2230 (0)
Festplatte (Typ, Kapazität, Drehzahl, Cache)	Seagate ST1000DM010 (3,5" SATA 6G, 1 TByte, 7200 min ⁻¹ , 64 MByte)	Seagate ST2000LM015 (2,5" SATA 6G, 2 TByte, 5400 min ⁻¹ , 128 MByte)	Seagate ST1000LM048 (2,5" SATA 6G, 1 TByte, 5400 min ⁻¹ , 128 MByte)
SSD (Typ, Kapazität)	Kingston A1000 (M.2-NVMe, PCIe 3.0 x2, 240 GByte)	Samsung PM981 (M.2-NVMe, PCIe 3.0 x4, 512 GByte)	Phison OEM (M.2-NVMe, PCIe 3.0 x4, 240 GByte)
Kartenleser / Kensington-Lock	n. v. / n. v.	n. v. / ✓	SDXC / ✓
Einbauschächte (frei)	2 × 3,5" (1)	2 × 2,5" (1)	1 × 2,5" (0)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (Realtek RTL8111H, PCIe) / n. v.	1 GBit/s (Intel I219-V, PCIe) / TPM 2.0	2 × 1 GBit/s (Killer E250, Realtek RTL8111, PCIe) / n. v.
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	n. v.	802.11ac, 433 MBit/s, 1 × 1 (Intel Wireless-AC 3168, PCIe)	802.11ac, 1733 MBit/s, 2 × 2 (Intel Wireless-AC 9260, PCIe)
Gehäuse (B × H × T [mm]) / -lüfter (geregelt)	Midi-Tower (195 × 450 × 450) / 4 × 12 cm (–)	Kompakt-Tower (130 × 395 × 385) / n. v.	Mini-PC (135 × 255 × 255) / 2 × 8 cm, 4 cm (✓)
Netzteil (Leistung)	Mifcom XP630R8 (630 Watt)	FSP650-57SAB (650 Watt)	2 × Delta ADP-230BE (2 × 230 Watt)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 3 × DisplayPort 1.4, 6 × analoges Audio, 2 × USB 3.2 Gen 2 Typ A, 2 × USB 3.2 Gen 1 Typ A, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2, BIOS-Flash-Knopf	1 × HDMI 2.0, 2 × DisplayPort 1.4, 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ C (Display), 5 × analoges Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ A, 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ C, 2 × USB 3.2 Gen 1 Typ A, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.0, 3 × DisplayPort 1.4, 4 × USB 3.2 Gen 2 Typ A, 2 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.2 Gen 1 Typ A, 1 × USB 2.0, 2 × analoges Audio, LED-Schalter	1 × USB 3.2 Gen 1 Typ A, 1 × USB 2.0, 1 × USB 3.2 Gen 1 Typ C, 2 × analoges Audio	1 × USB 3.2 Gen 1 Typ A, 1 × USB 3.2 Gen 1 Typ C, 2 × analoges Audio
Betriebssystem / UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 Home / ✓ / –	Windows 10 Home / ✓ / ✓	Windows 10 Home N / ✓ / –
Funktionstests			
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (–)	– / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	26 s	19 s	14 s
analoger Mehrkanalton (Art) / 2. Audio-Stream	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	n. v. (nur Stereo) / n. v.
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung			
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	1,1 W (0,3 W) / 2,3 W / 54 W	0,3 W / 2,3 W / 41 W	2,0 W (2,0 W) / 2,4 W / 36 W
Vollast: CPU / CPU und Grafik	143 W / 374 W	190 W / 414 W	123 W / 314 W
Festplatte / SSD: Lesen (Schreiben)	198 (196) / 1.613 (919) MByte/s	134 (129) / 2.900 (1.863) MByte/s	132 (132) / 3.030 (1.035) MByte/s
USB 3.2 Gen1 / USB 3.2 Gen2: Lesen (Schreiben)	442 (423) / 985 (1005) MByte/s	456 (462) / 1048 (1063) MByte/s	451 (455) / 1020 (834) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s / n. v.	118 (119) MByte/s / n. v.	119 (119) / 118 (119) MByte/s
SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	n. v.	n. v.	38,0 (38,0) MByte/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Vollast (Note)	2,2 Sone (○○) / 3,0 Sone (○○)	0,2 Sone (⊕⊕) / 3,2 Sone (○○)	1,1 Sone (○) / 4,0 Sone (○○)
CPU- / 3D-Last / Festplatte (Note)	2,2 Sone (○○) / 3,0 Sone (○○) / 2,2 Sone (○○)	2,4 Sone (○○) / 1,6 Sone (○) / 0,3 Sone (⊕⊕)	3,4 Sone (○○) / 3,9 Sone (○○) / 1,1 Sone (○)
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊕
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / ○ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ○ / n. v.
Preis / Garantie	1480 € / 36 Monate Pick-up & Return	3299 € / 24 Monate Pick-up & Return	1299 € / 24 Monate
✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht			



Doppelt episch

AMDs zweite Epyc-Generation mit 64 Kernen

AMDs Serverprozessoren der Epyc-Baureihe 7002 überholen mit vierfacher Rechenleistung nicht nur ihre eigenen Vorgänger, sondern auch Intels Xeons. Zudem adressieren sie 4 TByte Speicher pro Sockel und bieten 128 PCIe-4.0-Lanes für schnelle NVMe-SSDs oder Beschleunigerkarten.

Von Carsten Spille

Mit der zweiten Epyc-Generation, Codename Rome, verdoppelt AMD die Kernzahl pro Prozessor im Vergleich zur Vorgängergeneration. Da jeder Kern auch noch einen doppelt so hohen Rechendurchsatz hat, steigt die Performance im Idealfall noch einmal um Fak-

tor 2. Damit schaffen die Epyc 7002 nicht nur einen großen Abstand zum eigenen Vorgänger, sondern schlagen auch Intels Xeon-Prozessoren für Zwei-Sockel-Systeme deutlich. Für Rechenzentren bedeutet das deutliche Sparmöglichkeiten. Denn selbst das 64-kernige Topmodell Epyc 7742 bietet AMD im Großhandel zu Preisen unterhalb von 7000 US-Dollar an. Zudem sinken Software-Lizenzkosten, die pro Sockel abgerechnet werden, weil nun die Performance und Speichergröße eines Dual-Sockel-Systems (2P) mit einem Single-Sockel-Server erreichbar ist.

Mit der Leistungsfähigkeit der zweiten Epyc-Generation erhofft sich AMD, ein größeres Stück des lukrativen Server-Kuchens von Intel zu stibitzen. Nahezu alle großen Serverhersteller haben passend zum Launch auch Systeme mit AMDs zweiter Epyc-Generation im Angebot,

darunter auch jahrelang treue Intel-Kunden wie Dell und Lenovo.

Chipllets, Compute-Cache- und I/O-Die

Wie beim Ryzen 3000 nutzt AMD nun auch für die Serverprozessoren das Chiplet-Design. Dabei werden die sogenannten Compute-Cache-Dies (CCDs), also Chips mit jeweils zwei Compute-Complexes (CCX) à vier Rechenkernen und dem 2 × 16 MByte großen Level-3-Cache, in fortschrittlicher 7-Nanometer-Technik von der Chipschmiede TSMC hergestellt. Dadurch belegen sie nur sehr wenig Platz und lassen sich höher takten.

Das in älterer 12/14-Nanometer-Technik hergestellte I/O-Die enthält unter anderem die acht DDR4-Speichercontroller, die PCI-Express-Root-Complexe und das Infinity Fabric für die Kommunikation der Kerne untereinander sowie mit dem

Speicher und einem zweiten Epyc-Prozessor. Daneben sind noch die SATA3-Anschlüsse und der AMD-Secure-Prozessor darin untergebracht. Der verwaltet auch die Speicherschlüssel für die transparente RAM-Verschlüsselung, um virtuelle Maschinen voneinander abzuschotten.

Genügen beim Desktop-Modell zwei oder drei Chiplets für einen Ryzen 3000, muss AMD auf dem (wesentlich größeren) Substrat der SP3-Plattform bis zu neun Chiplets kombinieren, um auf 64 Kerne zu kommen: das I/O-Die und acht CCDs.

Kleine Palette

AMD rüstet bei der 7002-Reihe auch in Sachen Modellpalette auf. Dabei bleibt der Hersteller mit 19 Epyc-Versionen – 5 davon mit dem Kürzel P für reinen Single-Socket-Betrieb – allerdings noch im Rahmen. Die restlichen 14 Epyc 7002 decken mit 8 bis 64 Kernen fast alle erdenklichen Einsatzbereiche ab: vom Rechenmonster mit 225 Watt TDP (optional bis zu 240 Watt per konfigurierbarer TDP für mehr Turbo) bis hin zum sparsamen Achtkern-Verwalter für Storage-Systeme. Durch die Beschränkung auf nur zwei verschiedene Chiplets kann AMD die verschiedenen Epyc-Konfigurationen relativ einfach und flexibel der Nachfrage anpassen.

Anders als Intel verzichtet AMD jedoch darauf, die Epyc-Familie anhand ihrer I/O-Fähigkeiten zu segmentieren – das I/O-Die muss schließlich sowieso jeder Epyc-7002-Prozessor tragen. Lediglich Kernzahl, Takt, TDP und die Beschränkung auf einen Sockel bei den P-Modellen diktieren die Palette. So haben alle Epyc-7002-CPU's dieselben acht Speicherkanäle, über die sie bis zu 4 TByte DDR4-RAM adressieren, während Intel sich bei den Xeon-M-Versionen den Maximalspeicher von 3 statt 1,5 TByte extra bezahlen lässt.

Zwei in eins

Dank Chiplet-Technik und 7-Nanometer-Fertigung steigt die Kerndichte pro CPU-Fassung gewaltig. Das ist interessant für Administratoren, die hohe Rechenleistung oder viele Kerne für virtuelle Maschinen benötigen.

Die I/O-Fähigkeiten eines 1P- und 2P-Systems sind identisch, da sich zwei Epycs über vier xGMI-Links (Cross-Chip Global Memory Interconnect) verbinden, für die PCIe-x16-Links umgewidmet werden müssen. Jeder Epyc hat 128 PCIe-

4.0-Lanes und muss 64 davon für die Verbindung zweier Prozessoren abtreten. Damit stehen nach außen stets 128 PCIe-4.0-Lanes mit jeweils 32 GByte/s Übertragungsrate zur Verfügung, egal ob ein oder zwei Prozessoren im System stecken.

Das einzige, was hierbei hinderlich sein könnte, ist der verringerte Speicherausbau bei einem 1P-System, denn pro Prozessor stehen maximal 16 DIMMs zur Verfügung. Mit Server-Standardgrößen von 32 bis zu 128 GByte sind damit 512 GByte bis 2 TByte pro Sockel möglich. Erst mit sündhaft teuren 256-GByte-Riegeln eröffnet sich die Option auf 4 TByte.

Die neuen Epyc 7002 laufen auch in bisherigen Epyc-Servern und -Mainboards, sofern der jeweilige Hersteller ein BIOS-Update liefert und die TDP passt. PCIe 4.0 und DDR4-3200 fordern aber neue Server-Boards, siehe Seite 41.

NUMA reduziert

Außer Kapazität und Geschwindigkeit ist beim Arbeitsspeicher auch die sogenannte Lokalität wichtig. Da nicht jeder Speichercontroller mit jedem RAM-Riegel verbunden ist, müssen manche Zugriffe umgeleitet werden – deren Beantwortung dauert dann länger. Diese ungleichmäßigen Speicherzugriffe (Non-Uniform Memory Access, NUMA) sind beim Epyc 7002 durch die Verlagerung der Speicher-

controller in die I/O-Chiplets deutlich besser vorhersagbar geworden. Bei der Epyc-Vorgängergeneration hatte noch jedes der vier Dies pro Prozessor zwei Speicherkanäle.

Datenautobahn 4.0

Eine weitere wichtige Neuerung ist PCI Express 4.0. Im Vergleich zu PCIe 3.0 klettert die Datenrate um Faktor 2, sodass pro Lane und Richtung nun 2 GByte/s fließen. Das kann besonders für Storage-Systeme entscheidend sein, da wechselbare NVMe-SSDs in 2,5-Zoll-Bauform (U.2) mit 4 Lanes auskommen müssen. Auf dem Flash Memory Summit (siehe S. 42) wurden bereits zahlreiche PCIe-4.0-SSDs avisiert.

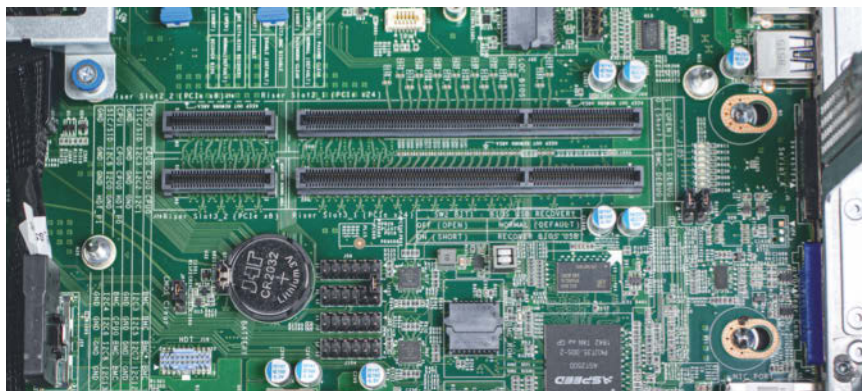
Aber auch breitere x16-Anbindungen wie für Rechenbeschleuniger profitieren von der höheren Transferrate, wenn Algorithmen besonders große Datensätze verarbeiten, die nicht mehr in den lokalen Beschleunigerspeicher passen. Da AMD beim Epyc 7002, anders als Intel beim Xeon 8200/9200 mit VNNI [1], auf spezielle Routinen zur Beschleunigung von Machine Learning verzichtet hat, dürften beim Training und Inferencing neuronaler Netze eher Beschleunigerkarten wie die hauseigenen Radeon Instinct MI50 und MI60 zum Einsatz kommen. Diese rechnen beim Machine Learning um Faktor 5 und mehr schneller.

Zweite Epyc-Generation: Modellübersicht

Modell	Kerne	Threads	Basistakt	Max. Boosttakt	TDP	cTDP min-max	L3-Cache	Preis ¹
7742	64	128	2,25 GHz	3,4 GHz	225 Watt	225 – 240 Watt	256 MByte	6950 US-Dollar
7702	64	128	2,0 GHz	3,35 GHz	200 Watt	165 – 200 Watt	256 MByte	6450 US-Dollar
7702P	64	128	2,0 GHz	3,35 GHz	200 Watt	165 – 200 Watt	256 MByte	4425 US-Dollar
7642	48	96	2,3 GHz	3,3 GHz	225 Watt	225 – 240 Watt	256 MByte	4775 US-Dollar
7552	48	96	2,2 GHz	3,3 GHz	200 Watt	165 – 200 Watt	192 MByte	4025 US-Dollar
7542	32	64	2,9 GHz	3,4 GHz	225 Watt	225 – 240 Watt	128 MByte	3400 US-Dollar
7502	32	64	2,5 GHz	3,35 GHz	180 Watt	165 – 200 Watt	128 MByte	2600 US-Dollar
7502P	32	64	2,5 GHz	3,35 GHz	180 Watt	165 – 200 Watt	128 MByte	2300 US-Dollar
7452	32	64	2,35 GHz	3,35 GHz	155 Watt	155 – 180 Watt	128 MByte	2025 US-Dollar
7402	24	48	2,8 GHz	3,35 GHz	180 Watt	165 – 200 Watt	128 MByte	1783 US-Dollar
7402P	24	48	2,8 GHz	3,35 GHz	180 Watt	165 – 200 Watt	128 MByte	1250 US-Dollar
7352	24	48	2,3 GHz	3,2 GHz	155 Watt	155 – 180 Watt	128 MByte	1350 US-Dollar
7302	16	32	3,0 GHz	3,3 GHz	155 Watt	155 – 180 Watt	128 MByte	978 US-Dollar
7302P	16	32	3,0 GHz	3,3 GHz	155 Watt	155 – 180 Watt	128 MByte	825 US-Dollar
7282	16	32	2,8 GHz	3,2 GHz	120 Watt	120 – 150 Watt	64 MByte	650 US-Dollar
7272	12	24	2,9 GHz	3,2 GHz	120 Watt	120 – 150 Watt	64 MByte	625 US-Dollar
7262	8	16	3,2 GHz	3,4 GHz	155 Watt	155 – 180 Watt	128 MByte	575 US-Dollar
7252	8	16	3,1 GHz	3,2 GHz	120 Watt	120 – 150 Watt	64 MByte	475 US-Dollar
7232P	8	16	3,1 GHz	3,2 GHz	120 Watt	120 – 150 Watt	32 MByte	450 US-Dollar

Alle Epyc-7002-Modelle haben 128 PCIe-4.0-Lanes und adressieren 4 TByte DDR4-RAM pro Sockel (mit 256 GByte-DIMMs)

¹ bei Abnahme von Tausenderstückzahlen



Die für Rack-Server typischen PCI-Express-Anschlüsse über Riser-Karten unterstützen beim Epyc 7002 PCIe 4.0. Mit einem x16-Link übertragen sie dabei bis zu 32 GByte/s pro Richtung.

Auch Netzwerkanwendungen profitieren von der schnellen Anbindung. Mellanox' ConnectX 5 kombiniert zwei 100-GbE-Ports, die mit PCIe 3.0 nicht ihre volle Geschwindigkeit erreichen. Die Mellanox-Karte bekommt auch NVMe-over-Fabrics (NVMeoF) für verteilte Speichersysteme.

Unter der Haube

AMD hat für die zweite Zen-Generation auch tief in die Architekturtrickkiste gegriffen. Diese kam bereits beim Ryzen 3000 zum Einsatz, greift für manche Serveranwendungen aber besonders stark [2]. Die AVX-Erweiterungen der Gleitkomma-(FP-)Einheit, welche den Hauptteil der theoretischen Rechenleistung stellt, wurde von 128 auf 256 Bit breite Befehle verbreitert, um auch AVX2-Code nun in einem Takt berechnen zu können. Dazu musste AMD auch verschiedene Caches und interne Datenpfade deutlich beschleunigen respektive verbreitern. Zusätzlich hat man durch eine verbesserte Sprungvorhersage mit Tagged Geometric History Length (TAGE), doppelt so große Op-Caches, eine dritte Address-Generation Unit (AGU) und zweimal so schnelle L1-Caches einiges an Leistung pro Takt herausholen können

Epyc 7742: Ziemlich flott

Für erste Tests hat AMD uns ein „Daytona“-Referenzsystem zur Verfügung gestellt. Dieses war mit zwei 64-Kern-Prozessoren Epyc 7742 bestückt. Ihnen zur Seite stand eine Menge Micron-Speicher: 16 32-GByte-DIMMs DDR4-3200-RAM sowie sechs NVMe-SSDs mit jeweils 3,84 TByte Platz – daneben geriet die SATA-System-SSD mit 256 GByte eher bescheiden.

Die Leistungswerte unter Linux (Ubuntu 19.04) fielen der Hardwareausstattung entsprechend beeindruckend aus, vor allem da der Naples-Server Grandstand mit zwei Epyc 7601 und Intels Serversystem R2208WFOZS (Dual Xeon Platinum 8280, 384 GByte RAM) sogar kombiniert nicht auf die Kern- oder Threadzahl des Daytona-Servers kamen.

Das Rendering-Programm Blender in der brandneuen Version 2.80 brauchte für die Classroom-Szene mit 42,4 Sekunden weniger als halb so lange wie sein Vorgänger. Gegenüber dem Dual-Xeon war es mit 51 Prozent der Rechenzeit etwas mehr als doppelt so schnell.

Das Packprogramm 7-zip, unter Linux als p7zip gepflegt, aber leider noch auf dem Stand von 2016 (Version 16.02), komprimierte auf dem Epyc 7742 fast zweimal so schnell wie auf dem alten Epyc. Daran

waren wohl die NUMA-Vereinfachungen schuld, denn auch der Xeon war deutlich schneller als der Epyc 7601, musste sich dem aktuellen 7742 aber mit gut 35 Prozent Rückstand geschlagen geben.

Auch das Programm Flops, das nur den reinen Durchsatz einzelner Rechenoperationen wie Add, Mul oder FMA in verschiedenen Befehlssätzen prüft, sieht den Epyc 7742 mit knapp über 5 Billionen doppelgenauen Gleitkomma-Rechenschritten pro Sekunde (FP64-TFlops) vorn. Da er allerdings nur halb so breite AVX-Rechenwerke wie der Xeon Platinum 8200 hat, kommt hier sein Kernvorsprung weniger zum Tragen und er liegt nur gut 21 Prozent vor Intels schnellstem Dual-Socket-System.

Beim Speicher teils nur Zweiter

Bei den Speicherlatenzen hat Intel aufgrund seines monolithischen Designs weiterhin die Nase vorn. Zugriffe innerhalb eines NUMA-Knotens – also innerhalb eines Prozessors – werden laut Memory Latency Checker in 80 Nanosekunden beantwortet. Zugriffe auf die zweite CPU in 138. Da kommen die beiden Epyc 7742 mit 105 respektive 209/228 Nanosekunden nicht heran. Beim direkten Zugriff indes ist auch der Epyc 7601 etwas flotter (94 ns), da bei ihm der obligatorische Umweg über einen I/O-Die entfällt. Zugriffe auf weiter entfernte NUMA-Knoten dauern mit 145 bis 267 Nanosekunden jedoch weitaus länger und sind vor allem kaum vorhersagbar. Nahezu konstante Latenzen nutzt manch hochoptimierte Software, um andere Berechnungen in die Befehlskette einzuschieben.

Die reine Transferrate liegt im Benchmark Stream-Triad beim Epyc 7742 mit rund 278 GByte/s wiederum sehr hoch und knapp 50 Prozent über der des Intel-Systems.

Der Numbercruncher γ -Cruncher (gesprochen: Gamma-Cruncher) erzielt auf dem Epyc-7742-Server Bestwerte, speziell

Leistungsmessungen 2 x Epyc 7742 unter Linux

Server	CPU	Speicher	Blender	Flops	7-Zip	γ -Cruncher	γ -Cruncher	Intel MLC	Intel MLC	Intel MLC
	2 x	n x 32 GByte	Szene Classroom [Sek.]	FMA3 (Double Precision) [GFlops]	Komprimierung [MIPS]	10 Mrd. Stellen [Sek. ¹]	50 Mrd. Stellen [Sek. ¹]	Stream-Triad [GByte/s]	Latency NUMA 0-0 [ns]	Latency NUMA 1-0 [ns]
			◀ besser	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	besser ▶	◀ besser	◀ besser
AMD Daytona	Epyc 7742	16 x DDR4-3200	42	5058	377899	116	661	278	105	209
AMD Grandstand	Epyc 7601	16 x DDR4-2667	97	1370	191366	267	1652	251	94	153
Intel R2208WFOZS	Xeon Pl. 8280	12 x DDR4-2933	83	4153	243908	193	1187	187	80	138 ²

Messungen unter Ubuntu 19.04 (Kernel 5.0.0-21) ¹ Compute-Time ohne Schreiben der Ergebnisdatei ² maximale Latenz NUMA 7-0: 270 ns

wenn wir die dynamische Version mit Intels Cilk+-Optimierungen nutzen. Dann errechnet das Daytona-System 10 Milliarden Nachkommastellen der Kreiszahl Pi in 115,787 Sekunden – und braucht danach noch einmal 35 Sekunden, um die Ergebnisdatei auf die SSD zu schreiben. Damit ist er mehr als doppelt so schnell wie sein Vorgänger – Intels Dual-Xeon braucht knapp über drei Minuten (193 Sekunden), obwohl der Code auf AVX512 optimiert ist und die verwendete Anzahl an Nachkommastellen auch in seinen kleineren Arbeitsspeicher passt. Erhöhten wir auf 50 Milliarden Nachkommastellen, bot sich im Prinzip dasselbe Bild: Epyc 7742 war knapp doppelt so schnell wie Intels Xeon 8280.

Die zeitintensiven Official-Run-Durchläufe der Spec CPU 2017 dauerten zum Redaktionsschluss leider noch an, so dass wir diese in einer der kommenden Ausgaben nachreichen. Erste Versuche mit denselben Flags und gcc 9.1 für beide Epyc-Systeme und AVX512-Optimierung für Intels Xeon sahen jedoch äußerst vielversprechend aus. Der Epyc 7601 lag in der SPECrate2017_int_base einige wenige Punkte hinter dem Xeon-System und beide waren weit abgeschlagen hinter dem Epyc 7742. In der SPECrate2017_fp_base waren die Verhältnisse ähnlich, allerdings lagen beide Epyc-Systeme vor dem Intel-

Server. Der Vorsprung des Epyc 7742 mit rund 77 Prozent auf den Epyc 7601 fiel allerdings kleiner aus. Mit vollen Optimierungen und anderen Compilern können sich die Ergebnisse noch verschieben.

Laut AMDs eigenen optimierten Messungen läge in der SPECrate2017_int_base bereits der 32-Kerner Epyc 7452 vor Intels Xeon Platinum 8280.

Messungen mit Windows Server waren indes schwierig, da das Microsoft-Betriebssystem nicht auf Systemen mit mehr als 192 Threads starten wollte. Und selbst eine vorab gepatchte Version hatte noch nicht den neuen Scheduler, der bereits Ryzen 3000 zu besserer Leistung verholfen hatte und verschluckt sich zudem an Prozessorgruppen (analog der NUMA-Nodes) bei Software, welche die Speicherzugriffe nicht explizit managt. So erreichten wir im Cinebench R20 nur gut 24.000 Punkte. Mit einem normalen Windows 10 1903 waren es sogar schon mit deaktiviertem SMT, also 128 nackten Kernen, 29.000 Punkte. Mit 48 Kernen pro CPU und aktivem SMT, also 192 Threads, verringerte sich das Ergebnis um einige hundert Punkte. Auch Blender und 7-Zip mögen mit den Prozessorgruppen nicht so recht arbeiten und nutzen maximal die Hälfte der Kerne – das Problem trat auch auf den anderen Servern auf.

Fazit

Mit dem Epyc 7002 mischt AMD die Welt der 1- und 2-Sockel-Server kräftig auf und zeigt, dass man den Ankündigungen auch Taten folgen lässt. Die Preisgestaltung der Epyc-Serverprozessoren ist sehr aggressiv, kostet Intels Xeon Platinum 8280L laut Liste doch rund das 2,5-Fache selbst des Topmodells Epyc 7742. Für mehr Performance muss man bei Intel zu 4- oder 8-Sockel-Systemen greifen – zu entsprechend astronomischen Kosten.

Im 2P-Segment verdoppelt AMD glatt die maximale Kernzahl und auch die mögliche Leistung im Vergleich zum Vorgänger. Damit zieht man auch an Intel vorbei, die dieses Marktsegment bis dato dominierten.

Vielleicht noch wichtiger sind aber die Verschiebungen bei den Single-Sockel-Servern. Hier kommt zum Performance-Aspekt noch hinzu, dass ehemalige Zwei-Sockel-Systeme heruntergedampft werden können, um Lizenzkosten bei der Software einzusparen. (csp@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christof Windeck, Xeon-Wechsel, Intels zweite Generation des Xeon Scalable Performance, c't 9/2019, S. 134
- [2] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit PCI Express 4.0, c't 16/2019, S. 16

Epyc 7002 gegen 7001 und Intels Xeon

Generation	Epyc 7002 (Rome)	Epyc 7001 (Naples)	Skylake (SKL)	Cascade Lake (CLX)	Cascade Lake Advanced Performance (CLX-AP)
Fertigungstechnik / CPU-Fassung	7 + 14 nm / Socket SP3 (FCLGA 4094)	14 nm / Socket SP3 (FCLGA 4094)	14 nm / Socket P (LGA3647)	14 nm / Socket P (LGA3647)	14 nm / Modul mit 2 Dies
PCI Express Version	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0
PCI-Express-Lanes	8 × 16 = 128 Lanes	8 × 16 = 128 Lanes	3 × 16 = 48 Lanes	3 × 16 = 48 Lanes	6 × 16 = 96 Lanes
Chipsatz	–	–	C620 (Lewisburg)	C620 (Lewisburg)	C620 (Lewisburg)
Anzahl Kerne / AVX-Einheiten	8 bis 64 / 2 × AVX2 pro Kern	8 bis 32 / 2 × AVX pro Kern	4 bis 28 / 1 oder 2 × AVX512 pro Kern	4 bis 28 / 1 oder 2 × AVX512 pro Kern	32, 48, 56 / 2 × AVX512 pro Kern
DL Boost (VNNI)	–	–	–	✓	✓
L3-Cache	32 bis 256 MByte	16 bis 64 MByte	8,25 bis 38,5 MByte	8,25 bis 38,5 MByte	71,5 bis 77 MByte
TDP	120 bis 225 Watt	120 bis 200 Watt	70 bis 205 Watt	70 bis 205 Watt	250 bis 400 Watt
Taktfrequenzen	2,0 bis 3,2 GHz	2,0 bis 3,1 GHz	1,7 bis 3,6 GHz	1,8 bis 3,8 GHz	2,1 bis 2,6 GHz
Turbofrequenzen	3,2 bis 3,4 GHz	2,7 bis 3,8 GHz	2,8 bis 4,2 GHz	3,2 bis 4,4 GHz	3,7 bis 3,8 GHz
Speicherkanäle pro CPU	8	8	6	6	12
DIMMs pro Kanal	2 (16 DIMMs/CPU)	2 (16 DIMMs/CPU)	2 (12 DIMMs/CPU)	2 (12 DIMMs/CPU)	1 (12 DIMMs/CPU)
RAM-Frequenz	DDR4-3200 bei 1 DPC	DDR4-2666 bei 1 DPC	DDR4-2666	DDR4-2933 bei 1 DPC	DDR4-2933 bei 1 DPC
DDR4-RAM pro CPU	bis 4 TByte	bis 4 TByte	bis 1,5 TByte ¹	bis 3 TByte ²	bis 1,5 TByte
Optane-DCPMM pro CPU	–	–	–	bis 3 TByte ³	–
Sicherheit, Spectre-Schutz	Meltdown, L1TF & weitere, geringere Anfälligkeit als Xeon	nur Microcode & OS, geringere Anfälligkeit als Xeon	nur Microcode & OS	Meltdown, L1TF & weitere	Meltdown, L1TF & weitere
auch für 4- / 8-Sockel-Server	–	–	Platinum 6100 / 8100	Platinum 6200 / 8200	–
Spezialversionen (Xeon: außer M und L)	P nur für Single-Socket-Server	P nur für Single-Socket-Server	F (Fabric), T (Telco), P (K. A.)	F, T, N (Netz.), V (Virtual. Density), Y (Speed Select), S (Search)	–

¹ M-Typen, sonst 768 GByte ² mit 16-Gbit-Chips und bei L-Typen ³ ab Xeon Gold 5200, nicht bei Bronze/Silver, Ausnahme Silver 4215

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

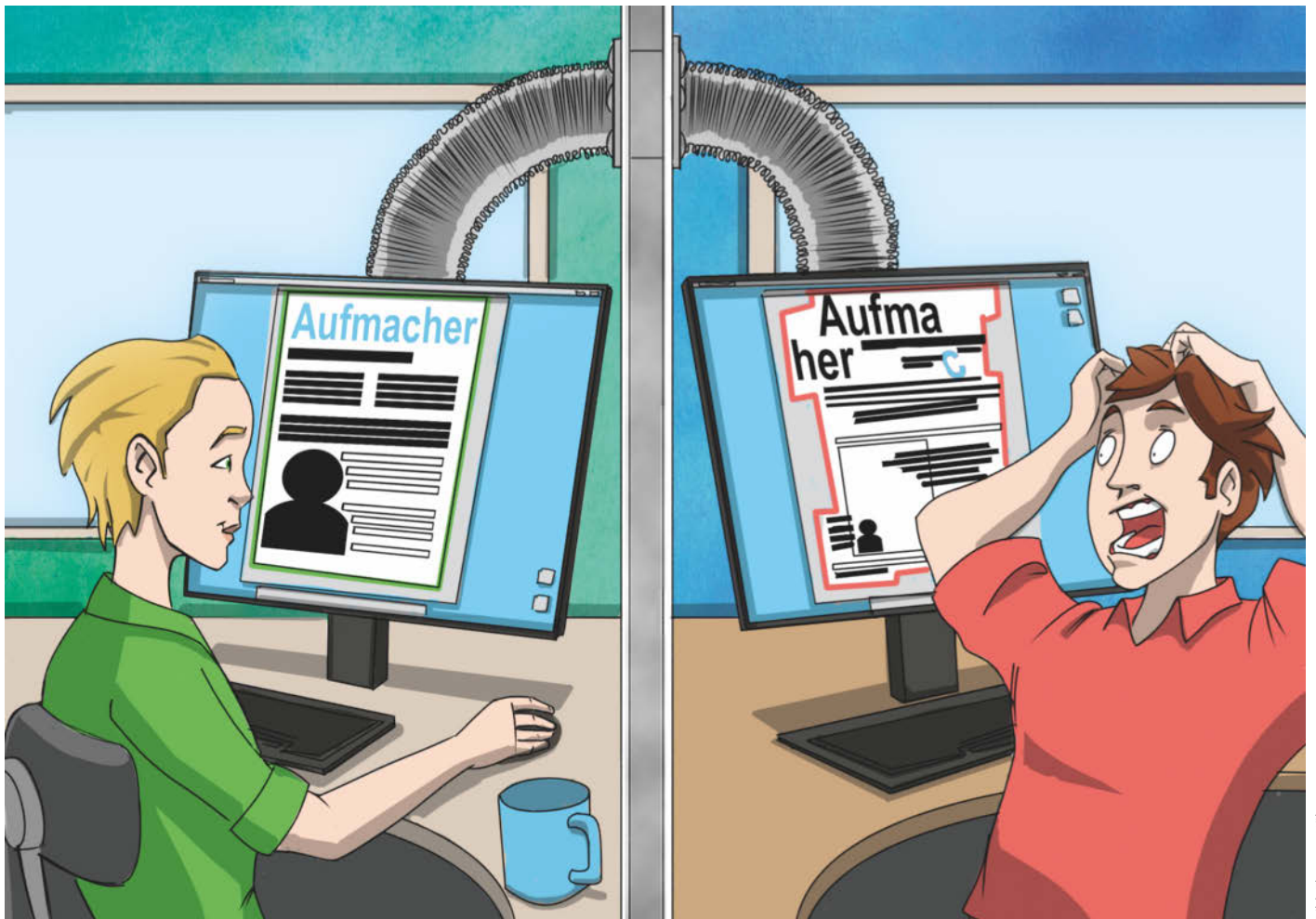


Bild: Thorsten Hübner

Word-brüchig

Wie gut Microsoft-fremde Textprogramme mit Word-Dateien umgehen

Viele Textverarbeitungsprogramme versprechen, Word-Texte im DOCX-Format problemlos lesen und schreiben zu können. Problemlos? Das haben wir uns genauer angesehen.

Von Stefan Wischner

Den Im- und Export von Word-Dateien versprechen viele Textprogramme, darunter LibreOffice Writer, Softmaker Office Textmaker, Papyrus Autor, Apple Pages und sogar die kostenlose Web-Textverarbeitung Google Docs. Wir wollten wissen, ob beim Import von Word-Doku-

menten nicht nur der Textinhalt, sondern auch alle Formatierungen sauber übernommen werden und die Dokumente genauso aussehen, wie sie der Verfasser unter Word gestaltet hat. Wir haben uns dabei auf das seit Office 2007 angesagte, modernere und dokumentierte DOCX-Format beschränkt. Makros (DOCM-Dateien) haben wir außen vor gelassen, weil kein anderes Programm das von MS Office verwendete VBA beherrscht. Wer darauf angewiesen ist, kommt an Word ohnehin nicht vorbei.

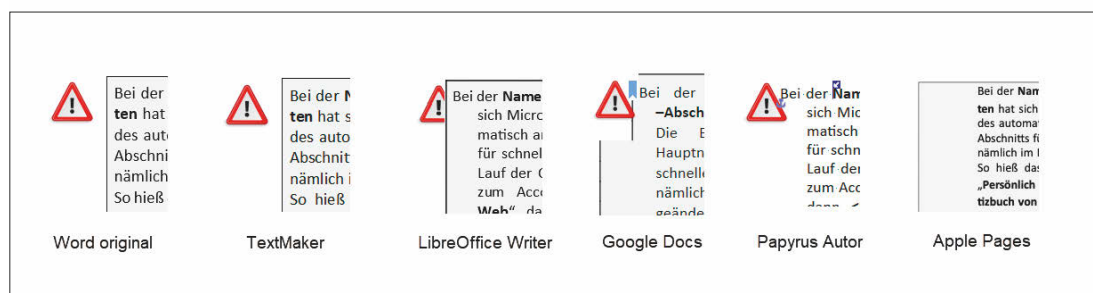
Der Testparcours

Um zu überprüfen, inwieweit unterschiedliche Word-Dateien den Import durch die Testkandidaten überstehen, haben wir einige grundverschiedene Do-

kumente verwendet. Diese enthalten nicht jede einzelne Layout- und Formatierungsoption, die Word bietet, aber doch die in der Praxis gebräuchlichsten und dazu ein paar extravagante.

Am häufigsten wird es Word im Alltag wohl mit relativ einfachen und kurzen Dokumenten ohne ausgefallene Formatierungen zu tun haben. Das stellen wir mit einem achtseitigen Vertrag (Fließtext, gegliederte Überschriften) und einem einseitigen Rechnungsformular mit Firmenlogo in der Kopfzeile und Tabulator-Formatierungen nach. Darin war auch eine Zeile anstatt per Tabulator für rechtsbündige Ausrichtung fälschlicherweise mit Leerzeichen an den rechten Rand geschoben.

Wir hätten nicht gedacht, dass die Importfilter schon mit diesen einfachen



Die im Fachbuchmanuskript enthaltenen Textkästen mit vorangestelltem Icon bekam nur Textmaker korrekt hin.

Texten Probleme bekommen könnten. Und doch leisteten sich fast alle zumindest kleinere Patzer. Textmaker brachte die letzte Zeilenschaltung am unteren Seitenrand nicht unter und verschob sie auf eine neue Seite. Zudem positionierte es den hinter der Leerzeichenkette an den Rand gerückten Text falsch. Papyrus würferte die Formatierung der Fußzeile mit einem zusätzlichen, im Original nicht vorhandenen zentrierten Tabstop durcheinander. Richtig daneben haute Google Docs. Es platzierte das Firmenlogo im Rechnungsformular falsch und vertat sich im Vertragsformular so massiv mit Zeilen- und Absatzabständen, dass eine halbe Seite Text auf ein zusätzliches Blatt überlief.

Stolperstein Fachbuch

Mit dem Original-Manuskript eines genau in diesem Format veröffentlichten 187 Seiten langen Fachbuchs testeten wir den Erhalt von Inhalts- und Stichwortverzeichnissen, Querverweisen und einer mehrstufigen Kapitelstruktur. Das Manuskript enthält zudem über 150 Abbildungen mit Bildunterschriften. Die Bilder wurden die teilweise direkt in Word beschnitten oder im Darstellungsrahmen verschoben. Als besondere Schwierigkeit sind zudem dynamische Seitenverweise und eine große Zahl an farbig hinterlegten Textkästen mit daneben platzierten Icons enthalten.

An diesem Manuskript scheiterten alle getesteten Programme. Google Docs und erstaunlicherweise auch das außer Konkurrenz mitgetestete Word Online (dazu später mehr) weigerten sich grundsätzlich, das Manuskript hochzuladen, da es zu groß ist. Wir testeten daher mit einem 30-seitigen Auszug. Das Ergebnis war auf den ersten Blick gar nicht mal so schlecht, abgesehen von den falsch umflossenen Icons an den Textkästen.

Jedoch fehlt Google eine automatische Trennhilfe, sodass alle Texte komplett

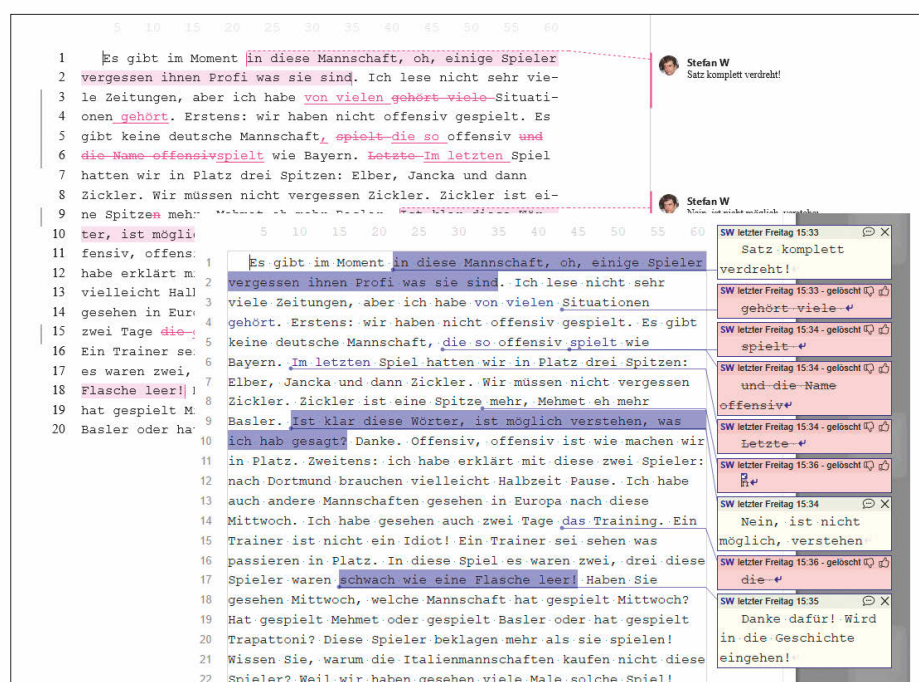
falsch umbrochen sind, was natürlich auch die Seitenumbrüche sabotiert. Überraschend gut schlug sich LibreOffice. Das importierte Buchmanuskript wäre sogar fast druckfertig erhalten geblieben, wenn das Programm nicht über die Textkästen mit den Icons gestolpert wäre. Die bekam nur Textmaker perfekt hin, es produzierte aber wegen einer leicht abweichenden Textlaufweite trotz korrekt übernommener Schriftarten falsche Umbrüche und Leerseiten.

Den Austausch zwischen einem Autoren und seinem Lektor im Verlag simulierten wir mit einem mehrseitigen Manuskript, das als Normseite (30 Zeilen mit je maximal 60 Anschlägen in nicht proportionaler Schrift, Zeilen- und Spaltennummerierung) formatiert ist und das etliche Randkommentare und Änderungen im Überarbeitungsmodus der jeweiligen Programme enthält.

In diesem Test schlugen sich alle Probanden überraschend gut, zumindest was die Kommentare und Bearbeitungsmarkierungen (etwa durchgestrichener statt gelöschter Text) angeht. Auch mehrfaches Hin und Her zwischen den Testkandidaten und Word mit weiteren Änderungen klappte problemlos. Jedoch hatten LibreOffice, Google Docs und Pages kleinere Probleme mit dem an sich unkomplizierten Normseiten-Format; zum Beispiel unterschlugen sie die Zeilennummern.

Multiformat-Stresstest

Abschließend mussten sich die Programme an einem komplexen Testdokument mit vielen Formatelementen beweisen. Dazu gehörten unterschiedliche Schriftarten – auch solche, die nicht auf dem Zielsystem vorhanden sind, aber in die Word-Datei eingebettet wurden. Mit denen ging



Überraschend problemlos gelingt der Austausch von Textdateien mit Kommentaren und Änderungen im Überarbeitungsmodus. Letzteren stellen die Programme (im Bild: Word und Papyrus Autor) nur unterschiedlich dar.



Google Docs

Die kostenlose Web-Anwendung Google Docs tat sich mit den Word-Dokumenten schwer. DOCX-Dateien lassen sich zwar lesen, wenn Sie zuvor auf Google Drive hochgeladen wurden. Allerdings nur, wenn sie eine bestimmte Größe nicht überschreiten. Für Textdokumente sind das 50 MByte oder 1,02 Millionen Zeichen – zu wenig für unser Buchmanuskript mit eingebetteten Bildern, von dem wir deshalb nur einen 30-seitigen Auszug testeten. Was dann bei Google Docs ankam, hatte teilweise zumindest vom Layout her nicht mehr viel mit dem Original zu tun. Das lag an der fehlenden Trennhilfe. Dadurch stimmten viele Zeilen- und Seitenumbrüche nicht mehr und es entstanden große Lücken im Blocksatz. Den Normtext mit Überarbeitungen und Kommentaren bekam die Webanwendung noch recht gut hin, vom Fehlen der Zeilennummerierungsfunktion abgesehen. Bei der Rechnung und dem Vertragstext patzte Google Docs bei den Textlaufweiten, Absatzabständen und Tab-Positionen. Das komplexe Testdokument überforderte den Google-Editor dann restlos. Google Docs eignet sich zwar gut für das gemeinsame Arbeiten an Texten und im Rahmen seiner Möglichkeiten auch für Layouts. Beim Austausch von formatierten Dokumenten mit Microsoft Word droht jedoch Ärger.

- ⬇️ viele Formatierungsprobleme
- ⬇️ Blocksatz unschön, weil Trennhilfe fehlt
- ⬇️ Upload mit Größenbeschränkung



LibreOffice Writer

Eine große Überraschung bescherte LibreOffice Writer im Test, sowohl unter Windows als auch in der Linux-Version. Das freie Office-Paket stand bislang im Ruf nur mäßiger Kompatibilität zu MS-Office-Dateien. Das zum Testzeitpunkt bei Linux Mint 1.9 standardmäßig installierte Writer 6.05 bestätigte diesen Ruf auch, indem es einige Testdokumente beim Import zerfledderte. Nach dem Update auf LibreOffice 6.25 zeigte es jedoch dieselben guten Ergebnisse wie die ebenso aktuelle Windows-Version. Das komplexe Multiformat-Dokument wurde abgesehen von den WordArt-Objekten fehlerfrei übernommen, ebenfalls die Standardtexte Rechnung und Vertrag. Dass sich durch unterschiedliches Fontrendering die Textlaufweiten minimal ändern und für abweichende Zeilenumbrüche sorgen, hat das Programm mit den anderen Kandidaten gemeinsam. Ins Stolpern kam LibreOffice Writer beim Buchmanuskript, das viele nummerierte Listen enthielt, deren Startwert immer wieder auf 1 zurückgesetzt wurde. Das bekam das Programm auch hin, nummerierte aber alle auf den jeweils ersten Punkt folgenden Einträge über das ganze Dokument hinweg fortlaufend durch. Zu den Zeilennummern im Normtext-Dokument addierte Writer fälschlicherweise eine weitere Nummerierung in den Kopf- und Fußzeilen. Von diesen Patzern abgesehen hat der DOCX-Import von Libre Office Writer ordentlich Boden gut gemacht.

- ⬆️ vieles wird korrekt importiert
- ⬆️ gute Ergebnisse auch unter Linux
- ⬇️ Probleme mit Nummerierungen



Pages

Seit Office 2016 klappt der Austausch zwischen Word auf dem Apple Macintosh und der Windows-Version sehr gut. Wer hingegen lieber mit dem haus-eigenen Pages schreibt und DOCX-Dateien importiert, muss sich auf Licht und Schatten einstellen. Einen Teil der Testdokumente importierte Pages ohne Probleme; das Rechnungsformular war sogar völlig frei von Fehlern. Überraschenderweise stellte Pages als einziges Programm im Test sogar die grafischen WordArt-Texte im Multifomat-Testdokument akkurat dar. Auch der Spaltensatz und der Textumfluss um die eingebetteten Grafiken gelangen tadellos. Verschachtelte Tabellen hingegen gingen verloren und beim Zeilenabstand nummerierter Listen vertat sich das Programm komplett. Probleme bereitete auch die Formatierung der Normseite, die die Zeilennummern vermissen ließ und zudem etwas zu schmal geriet. Das Buchmanuskript sah zwar auf den ersten Blick gut aus – von den Textkästen mit Icon abgesehen, an denen fast alle Kandidaten scheiterten. Jedoch fehlten aus unerklärlichen Gründen die letzten 20 der über 100 Bilder und waren durch Platzhalter ersetzt worden. Die Formatierung der Headlines mit Kapitelnummer passte auch nicht mehr. Unterm Strich macht der DOCX-Import-Filter von Pages einiges erstaunlich richtig, aber leider auch zu viel falsch.

- ⬆️ importiert viel Schwieriges
- ⬆️ konvertiert WordArt korrekt
- ⬇️ scheitert dennoch an vielem



Papyrus Autor

Das Textprogramm versteht sich in erster Linie als Schreibsoftware für Autoren und Journalisten und weniger als Textgestaltungsprogramm. Doch gerade diese Nutzergruppe ist oft auf den Austausch von Manuskripten mit Lektoren und Redakteuren angewiesen. Massive Schwierigkeiten hatte der auffällig gemächlich arbeitende DOCX-Importer mit dem Multiformat-Testdokument. Der Spaltensatz wurde völlig zerstört, die Grafiken nur rechteckig und einseitig umflossen, die verschachtelten Tabellen verstümmelt. Eingebettete Fremdschriften wurden zwar erkannt, aber nicht akzeptiert. Stattdessen sollte man beim Import eine Ersatzschrift wählen, die den Originalfont im Dokument permanent ersetzte. Die Struktur des Buchmanuskripts mit mehrstufigen Kapitelüberschriften, Inhalts- und Stichwortverzeichnis wurde einwandfrei übernommen. Die eingebetteten Grafiken litten jedoch schwer, auch weil Papyrus keine im Textprogramm angeschnittenen Bilder unterstützt. Das bei Proportionalsschriften grundsätzlich aktivierte Kerning (obwohl im Word-Original deaktiviert) kann schon bei einfachen Texten für abweichende Umbrüche und damit Seitenumfänge sorgen. Keine Probleme machten hingegen die Kommentare und der Überarbeitungsmodus beim Normseiten-Manuskript – offenbar das Format der Wahl für Autor und Verlag.

- ↑ gut bei Kommentaren und Überarbeitung
- ↓ Probleme mit Grafiken und Tabellen
- ↓ Auto-Kerning ändert Textlaufweiten



Textmaker 2018

Drei Kriterien machen das Office-Paket vom Nürnberger Hersteller SoftMaker für viele Nutzer zu einer interessanten Alternative zu Microsoft Office: Die relativ preisgünstige Einmalkauf-Möglichkeit (Abo ist optional), der in der Pro-Version integrierte Duden-Korrektor[1] und die zu Recht beworbene hohe Kompatibilität zu den MS-Office-Dateiformaten. Letztere kann der Test für Word-Dokumente im DOCX-Format zwar grundsätzlich bestätigen. Vor allem das anspruchsvolle Multiformat-Dokument wurde fast fehlerfrei übernommen. Restlos überzeugen konnte uns die Leistung des Importers jedoch nicht. Dass Textmaker mit Microsofts WordArt nichts anfangen kann, ist nicht so tragisch, die fehlende Darstellung eingebundener Schriftarten stört schon eher. Ein scheinbar kleines Problem mit unter Umständen größeren Auswirkungen ist die minimale Abweichung von Schriftlaufweiten gegenüber dem Original. Der Grund hierfür ließ sich nicht abschließend klären; der Hersteller vermutete auf Rückfrage ein leicht unterschiedliches Fontrendering. Dadurch entstehen manchmal falsche Zeilenumbrüche und in der Folge falsche Seitenumbrüche oder angehängte Leerseiten. Aus diesem Grund hätte man das getestete Buchmanuskript nicht unbearbeitet in den Satz geben können. Dabei hatte das Programm es ansonsten nahezu fehlerfrei importiert.

- ↑ höchste Kompatibilität
- ↑ schafft auch komplexe Layouts
- ↓ leicht abweichende Textlaufweiten

gen die Kandidaten unterschiedlich um: LibreOffice und Apple Pages stellten die Fremdfonts korrekt dar. TextMaker und Google Docs tauschten sie gegen Standardsschriften aus, aber nur für die Anzeige. Nach dem Bearbeiten der entsprechenden Textstellen und Speichern im DOCX-Format kamen die Sonderschriften unbeschadet wieder bei Word an. Lediglich Papyrus Autor fragte beim Import nach Ersatzsschriften und tauschte die Fonts im Dokument unwiederbringlich aus.

Zu den weiteren Hürden gehörten WordArt-Elemente, auf einer Seite wechselnder Mehrspaltensatz mit sowohl rechteckig als auch in Freiform umflossenen Grafiken und mehrfach ineinander verschachtelte Tabellen.

Erwartungsgemäß verschluckten sich sämtliche Testkandidaten an diesem Dokument, allerdings in unterschiedlichem Maß. Stark überfordert waren Papyrus Autor und Google Docs, die weder den Spaltensatz mit umflossenen Bildern noch verschachtelte Tabellen hinbekamen. Fast perfekt gelang hingegen LibreOffice und TextMaker die Reproduktion des Originals. An den WordArt-Elementen scheiterten alle, mit einer überraschenden Ausnahme: Ausgerechnet Apple Pages baute die Ziertexte sauber nach, stolperte aber über andere Aufgaben. So verhaute Pages den Zeilenabstand von Aufzählungslisten.

Word Online: eigenwillig kompatibel

Man sollte meinen, dass das kostenlos nutzbare und nur einen Web-Browser erfordernde Word Online eine gute Ausweichlösung für den Austausch problematischerer DOCX-Dateien ist, wenn man ansonsten eine andere Textverarbeitung nutzt und kein Problem damit hat, seine Textdateien auf OneDrive zu laden. Schließlich handelt es sich um Microsoft Word, weshalb es eigentlich keinerlei Probleme mit DOCX-Dateien haben dürfte. So dachten wir jedenfalls. Doch als wir die Testdokumente im Web-Word öffneten, gab es eine faustdicke Überraschung: Word Online zerfledderte die Layouts etwa im selben Maß wie Google Docs und weigerte sich wegen dessen Größe ebenfalls, das Buchmanuskript zu öffnen. Allerdings stellte sich heraus, dass die ausgeprägte Inkompatibilität nur den Word-Editor betrifft. Schaltet man in den „Lesemodus“ um, zeigt Word Online plötzlich alle Testdokumente völlig korrekt an und druckt sie auch



Das Textdokument mit Spaltensatz und umflossenen Bildern zeigt deutlich, wie sehr sich der Word-Import von LibreOffice Writer 6.06 (links) zu 6.25 (rechts) verbessert hat.

sauber aus. Tatsächlich kann man die Texte auch im durcheinandergewürfelten Layout bearbeiten und unversehrt speichern, allerdings quasi blind und mit spitzen Fingern. Entweder gilt es, Formatierungen und Umbrüche zu erraten – etwa beim Bearbeiten von Text, der im Spaltensatz formatiert sein soll, im Edit-Modus von Word Online aber nur als Fließtext dargestellt wird. Oder man wechselt nach jeder kleinen Änderung zur Überprüfung in den Lesemodus.



Wenig überraschend scheiterten fast alle Programme an grafischen WordArt-Texten, auch Textmaker (Mitte) und LibreOffice (unten).

Das kann doch nicht so schwer sein, oder?

Jetzt mag man sich fragen: Warum eigentlich scheint es nicht möglich, einen akkuraten DOCX-Importer zu programmieren, der ein Word-Dokument komplett unbeschadet in einem anderen Textprogramm öffnet? Zunächst einmal behandelt jedes Programm Texte ein klein wenig anders. Das betrifft zum Beispiel das Fontrendering, das aktivierte Kerning (Papyrus Autor) oder auch den Trennalgorithmus. Beides kann Zeilenumbrüche derart verändern, dass das Gesamtlayout leidet.

Das größere Problem ist aber, dass Microsoft das DOCX-Format um viele spezielle Fähigkeiten von Word herum gestrickt hat. Viele davon sind bei den Konkurrenzprogrammen anders oder überhaupt nicht vorhanden. Das Anschneiden von eingebundenen Grafiken oder Verschieben eines Ausschnitts eines vollständig eingebundenen aber nur teilweise angezeigten Bildes etwa beherrscht Google Docs gar nicht. Entsprechend könnten diese Programme solche Anweisungen gar nicht umsetzen, selbst wenn der Import-Filter sie verstünde.

Hinzu kommt, dass die von Microsoft anlässlich einer ISO-Zertifizierung veröffentlichten Spezifikationen von Microsoft Office Open XML (OOXML), worauf DOCX basiert, rund 6000 Druckseiten umfassen. Entsprechend gewaltig wäre der Aufwand für die Programmierer von Import-Filtern, wirklich alles einzubauen und dazu Lösungen für solche Anweisun-

gen zu finden, zu denen das eigene Programm gar keine entsprechende Funktion enthält. Außerdem äußerten sich einige Entwickler der Textverarbeitungen gegenüber c't übereinstimmend, dass die Dokumentationen jede Menge Fehler enthielten und eine korrekte Umsetzung nur per Trial & Error möglich sei.

Diesen Vorwürfen ist durchaus Glauben zu schenken, vor allem angesichts des Ärgers, für den Microsoft seinerzeit bei der Umsetzung des ISO-Standards 29500 zur Zertifizierung des OOXML-Formats gesorgt hatte. Die Entwickler hatten viele Vorgaben von Ländern und Standardisierungsorganisationen beharrlich ignoriert.

Der umgekehrte Weg, also der Export in eine DOCX-Datei aus einem der getesteten Programme, sollte naturgemäß schonender mit Inhalten und Formaten umgehen. Die Export-Filter nutzen ja diejenigen OpenXML-Spezifikationen, die bekannt, korrekt und erprobt sind. Das bestätigten dann auch einige Tests, in denen wir Texte in LibreOffice Writer oder Softmaker Office schrieben und gestalteten und als DOCX speicherten. Abgesehen von einigen systembedingten Abweichungen, etwa unterschiedliche Textlaufweiten durch das andere Fontrendering, klappte es in dieser Richtung merklich besser, aber auch nicht perfekt.

Format-Alternativen

Da offenbar kein einziger DOCX-Importer fehlerfrei arbeitet, drängt sich die Überlegung auf, für den Textaustausch zwischen Word und anderen Textprogrammen ein anderes Format zu verwenden. PDF fällt aus, da es sich um eine Einbahnstraße handelt. Zwar lassen sich aus Word- (und anderen) Dokumenten sehr formatgetreue PDF-Versionen erzeugen; die Bearbeitungsmöglichkeiten sind aber sehr beschränkt und benötigen zudem einen speziellen PDF-Editor. PDF eignet sich also nur zum Weitergeben, nicht aber zum Nachbearbeiten oder für wechselseitige Änderungen. Man könnte auch auf das ältere DOC-Format von Microsoft ausweichen. Einige Stichproben ergaben aber mindestens ebenso große, wenngleich auch teilweise andere Probleme bei allen Kandidaten.

Der Grund ist, dass das binäre DOC-Format von Microsoft lange Zeit nicht offen dokumentiert wurde (inzwischen schon, siehe ct.de/yy12). Den Herstellern von Import-Filtern blieb nur die fehleranfällige Analyse per Reverse Engineering, wollten sie nicht hohe Lizenzgebühren an

Tablet-PCs Tablet-PCs

Manchmal sind es Kleinigkeiten: Das bei Papyrus Autor (oben) automatisch aktivierte Unterschneiden (Kerning), gut sichtbar am Abstand zwischen „T“ und „a“, macht Texte schmaler und ändert so Zeilenumbrüche.

Microsoft zahlen. Inzwischen könnten sie zwar bessere DOC-Unterstützung bauen. Der Aufwand dürfte sich aber für die meisten nicht lohnen, da das Format veraltet ist. Und RTF? Dieses schon 1987 von Microsoft ins Leben gerufene Markup-Format sollte zwar den Austausch von Textdokumenten zwischen unterschiedlichen Programmen ermöglichen, unterstützt aber nur einen Teil der MS-Office-Auszeichnungen, die im modernen DOCX stecken können. Schon beim Speichern als RTF-Datei in Word können Formatierungen verloren gehen.

DOCX ist nicht gleich DOCX

Als wäre das Format an sich nicht schon problematisch genug, gibt es auch noch verschiedene DOCX-Spielarten. Ein Grund ist, dass die auf Word 2007 folgenden Versionen etliche neue Funktionen erhalten haben. Damit wurde auch das DOCX-Format entsprechend erweitert. So kann es durchaus passieren, dass man einen mit einer älteren Word-Version erstellten DOCX-Text mit einer jüngeren Word-Fassung öffnet und nach dem Bearbeiten und Speichern eine Warnung erhält, dass manche Formatierungen verloren gehen könnten. In diesen Fällen weist Word zumeist auch im Fenstertitel auf den Kompatibilitätsmodus hin.

Außerdem entstanden beim Gerangel um die ISO-Normierung des OOXML- (und damit auch DOCX-) Formats quasi als Kompromiss zwei unterschiedliche DOCX-Ausprägungen mit den Zusatzbezeichnungen „Transitional“ sowie „Strict“. Erstere entspricht dem standardmäßig von Word angebotenen, in der Formatliste der Speichern-Dialoge mit „Word-Dokument (*.docx)“ bezeichneten Format. Die „Strict“-Spielart unterscheidet sich in ein paar Punkten. So verwendet sie zum Beispiel für im Text enthaltene Autoform-Grafiken die Be-

schreibungssprache DrawingML anstelle von VML. Um in Word eine den Strict-Spezifikationen entsprechende DOCX-Datei zu speichern, wählt man in der Formatliste den Eintrag „Strict Open XML-Format (*.docx)“. In unserem Test hat es aber für den Import in die Fremd-Textverarbeitungen keinerlei Unterschied gemacht, in welchem der beiden DOCX-Formate wir die Word-Dokumente speicherten.

Fazit

Das Ergebnis der Tests ist klar: Wer mit Word-Nutzern formatierte Texte austauschen und sichergehen will, dass das Layout dabei komplett erhalten bleibt, muss ebenfalls Word benutzen. Alle anderen Textprogramme richten, obwohl sie grundsätzlich DOCX-Dateien lesen und schreiben können, Schaden an der Formatierung an. Wie groß der ist, hängt sowohl von der Komplexität der jeweiligen Layouts als auch von der verwendeten Textverarbeitung ab. Am schonendsten geht Softmaker Office Textmaker mit den Dokumenten um, dicht gefolgt von LibreOffice Writer 6.25 unter Linux und Windows.

Papyrus Autor taugt durchaus für den Austausch von Manuskripten mit Lektorat oder Redaktion, wenn man sich auf unformatierte Texte ohne Bilder und Tabellen oder auf Normseiten beschränkt. Apples Pages bekommt manch komplexes Layout gut hin, stolpert aber überraschend über einfachere Formatierungen. Google Docs hat mit etwas komplexeren Word-Dokumenten große Probleme, was auch an seinem begrenzten Funktionsumfang liegt.

Die gute Nachricht: Der Austausch zwischen Word und den getesteten Textverarbeitungen ist dann weitgehend problemfrei, wenn man auf aufwändigere Formatierungen verzichtet. Die Seitenstruktur mit Rändern, Kopf- und Fußzeilen wurde von allen einwandfrei übernommen, ebenso wie die meisten Absatzformate mit Einrückungen und Abständen. Zudem darf man davon ausgehen, dass alle Hersteller weiterhin an ihren Importfiltern arbeiten. Speziell LibreOffice Writer hat gezeigt, dass da noch einiges möglich ist. (swi@ct.de) **ct**

Spezifikationen des DOC-Formats:
ct.de/yy12

DOCX-Import von Textprogrammen

Textprogramme	LibreOffice	Textmaker	Papyrus Autor	Google DOCS	Apple Pages
Version	6.25 Windows / Linux	2018 Windows / Linux	9.10 Windows		8.1 für macOS
Hersteller	The Document Foundation	Softmaker	R.O.M. Logicware	Google Juli 20/9	Apple
Preis	kostenlos	ab 70 Euro	180 Euro	kostenlos	kostenlos
Gleiche Textlaufweite	–	–	–	–	–
Seitenformat/Ränder	✓	✓	✓	✓	✓
Absatzformate (Abstände / Einzüge)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
Inhaltsverzeichnis	✓	✓	✓	✓	✓
Textmarken-Verweise	✓	✓	✓	–	✓
Kommentare / Überarbeitung	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Gliederungen und Listen	✓	✓	✓	✓	✓
Spaltensatz	✓	✓	–	–	✓
Bild mit Unterschrift	✓	✓	✓	✓	✓
Bild beschnitten/verschoben	✓	✓	–	–	✓
Textumfluss beidseitig (Rechteck/frei)	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –	✓ / ✓
verschachtelte Tabellen	✓	✓	–	–	–
eingebettete Schriften Anzeige/Erhalten	✓ / ✓	– / ✓	– / –	– / ✓	– / ✓
Textkästen mit Icon	–	✓	–	–	–
WordArt	–	–	–	–	✓
Bewertung					
Vertrag	⊕⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕
Rechnung	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕⊕
Multiformat-Testdokument	⊕	⊕	⊖⊖	⊖⊖	○
Korrektur-Normseite	⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	⊖
Fachbuchmanuskript	⊕	⊕	⊖	⊖⊖	○
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ ok – nicht ok					

VOICE ENTSCHEIDERFORUM vom 18. bis 20. September 2019 in Berlin

Der CIO als Innovator

Selten wird einer Unternehmensfunktion so viel und so vieles Unterschiedliches abverlangt wie der CIO-Funktion. Ursprünglich einmal geschaffen, um die IT eines Unternehmens strategisch auszurichten und operativ zu leiten, kümmerten sich viele CIOs in den Nullerjahren auch um die Ausgestaltung der IT-gestützten Prozesse. Jetzt in Zeiten der Digitalisierung sind sie auch als Innovatoren gefragt. Sie sollen evaluieren, welche und wie sich bestehende Prozesse digitalisieren lassen und wie neue digitale Geschäftsmodelle mit Hilfe der IT ausgestaltet werden können. Außerdem müssen sie sich mit Hochdruck darum kümmern, wie ihre Unternehmen von den Innovationen in Sachen KI profitieren. Einer der acht Workshops des 4. VOICE ENTSCHEIDERFORUM vom 18. – 20. September in Berlin nimmt sich dieses Themas an. Hier wird diskutiert, was CIOs tun können, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Leiten werden diesen Workshop Helge-Karsten Lauterbach, CIO von Bilfinger und Christoph Hecker von der Beratung Kobaltblau Management Consultants. Die Digitalisierung schreitet mit riesigen Schritten voran, dennoch stehen viele Unternehmen in diesem umwälzenden Prozess noch immer am Anfang. Nicht selten fehlt es sowohl bei den Mitarbeitern als auch im Management noch immer an einer klaren Strategie. Daraus ergeben sich ganz naheliegende Fragen:

- **Muss der CIO angesichts der Digitalisierung den Lead im digitalen Change-Prozess übernehmen? Tut er dies bereits?**
- **Wie kann oder muss seine Rolle im Unternehmen in diesem Zusammenhang ausgestaltet sein?**
- **Wie kann ein umfassender Change-Prozess aus der IT heraus vorangetrieben werden?**
- **Was bedeutet die Digitalisierung für das Unternehmen und seine Mitarbeiter? Kann man diese „mitnehmen“ und wie?**

Auch die weiteren sieben Workshops, in denen sich die Teilnehmer intensiv austauschen und konkrete Ergebnisse erarbeiten, werfen wichtige Fragen auf. Die Themen lauten:

Ohne Cyber Security keine Digitalisierung

Die These ist so aktuell wie noch nie! Daher müssen wir gemeinsam mehr wirkungsvolle Cyber-Sicherheitslösungen motivieren und nutzen sowie Security-by-Design, Privacy-by-Design und nachvollziehbare Qualitätssicherung in unsere Digitalisierungsbemühungen effektiv integrieren. Wie das funktionieren kann, soll im Workshop gemeinsam mit den Leitern **Professor Norbert Pohlmann** vom Institut für Internet-Sicherheit (ifis) und **Dr. Rolf Reinema** von der ZF Group erarbeitet werden.

Plattform Ökonomie

Plattformen sind zweifelsfrei das „nächste große Ding“ und nahezu kein Unternehmen beschäftigt sich heute nicht mit der Frage, wie das eigene Geschäftsmodell von einer sog. Pipeline

der klassischen Wertschöpfung auf ein exponentielles Geschäftsmodell der Plattformen umgestellt werden kann. Dieser Workshop beschäftigt sich unter der Leitung von **Daniel Gerster**, Universität St. Gallen und **Laibing Yang** von Knooing mit der Frage, wodurch sich eine erfolgreiche Plattformstrategie auszeichnet, welche Chancen und Risiken die Gründung oder Mitgliedschaft in einer Plattform eröffnet und mit welchen Implikationen auf das bestehende Kerngeschäft zu rechnen ist. Schließlich wird die Frage adressiert, wie durch Kooperationen mit geeigneten Partnern oder vielleicht sogar Wettbewerbern das eigene Geschäft exponentiell vorangebracht werden kann.

Digitale Transformation im Mittelstand aus Sicht des CEO

Die Digitalisierung erfasst alle Bereiche der Unternehmen. Sie betrifft Märkte, Geschäfts- und Vertriebsmodelle, Prozesse, Produkte, Arbeitsmethodik und Führung, Kunden- und Lieferantenbeziehungen, Sicherheit, IT und vieles mehr. Und alles will am besten gleichzeitig angegangen werden.

- **Wie gehen CEOs mit dieser Herausforderung um? Wie setzen sie Prioritäten?**
- **Welche Ansätze für eine Strukturierung des technischen und kulturellen Wandels haben sich bewährt? Welche nicht?**
- **Was heißt das für die C-Level-Struktur, den CIO, die Mitarbeiter (der IT)?**
- **Was kann daher unser Beitrag sein?**

Diese Fragen diskutieren die Teilnehmer mit den Moderatoren **Dr. Matthias Behrens**, Interim Manager und **Andreas Wartenberg** von der Hager Unternehmensberatung.

Software Defined Infrastructure

Software Defined Infrastructure besteht aus vollständig virtualisierten Rechen-, Netzwerk- und Speicherressourcen, die logisch in Pools kombiniert und wie eine Software verwaltet werden können. Dies ermöglicht eine richtlinienbasierte Bereitstel-



lung von Infrastrukturen und IT-Automatisierung und zudem eine recht genaue Analyse und Steuerung von Prozessen und Kosten. Wie eine solche Struktur aussehen kann, welche Möglichkeiten sie bietet und ob sie für Ihr Unternehmen geeignet ist, erfahren die Teilnehmer des Workshops von den Moderatoren **Frank Benke** von der Hahn group und von **Dietmar Hensch** von Kramer & Crew.

KI/AI – Die neue Technik integrieren

Wer sich mit der Einführung der neuen Technologie im Unternehmen befasst, steht vor vielen Herausforderungen: Wie integriert man eine Technologie, die auf vielen Gebieten noch in den Kinderschuhen steckt? Braucht es eine ausgefeilte Strategie oder sollte man „einfach mal basteln“? Wie kann ich im Unternehmen KI-Know-How aufbauen? Wie schätze ich die Budgets für diese Technik ab und wie erkläre ich der Geschäftsleitung den Sinn einer Technik, die Ergebnisse nur mit 97 % Wahrscheinlichkeit korrekt liefert? Oder haben Sie bereits die ersten Gehversuche mit der neuen Technologie gemacht und möchten sich mit anderen über fuck ups (die es bei KI immer gibt) und Best Practices austauschen? Der Workshop unter der Leitung von **Fabian Schladitz**, Capgemini, gibt Antworten.

Digital Europe

Obwohl die Entscheidungen aus Brüssel Unternehmen und auch Privatpersonen in Deutschland ganz direkt betreffen, ist vielfach der politische Kurs in Europa in Sachen Digitalpolitik nur bedingt bekannt. In diesem Workshop bekommen die Teilnehmer mit Hilfe der Moderatoren **Thomas Niessen** von Trusted Cloud und **Steve Purser** von ENISA einen ersten Eindruck der Brüsseler Mühlen und welche Gruppen dort Einfluss nehmen.

High Potentials only – New Work

Dies ist der Workshop für High Potentials. Thema in diesem Jahr: „NewWork – (die Lösung für) welches Problem?“ Was genau ist New Work? Eingeladen sind junge Nachwuchsfüh-

rungskräfte. **Patrick Quellmalz** von ZF Group Friedrichshafen und **Thomas Luister** von Siemens führen durch das Thema.

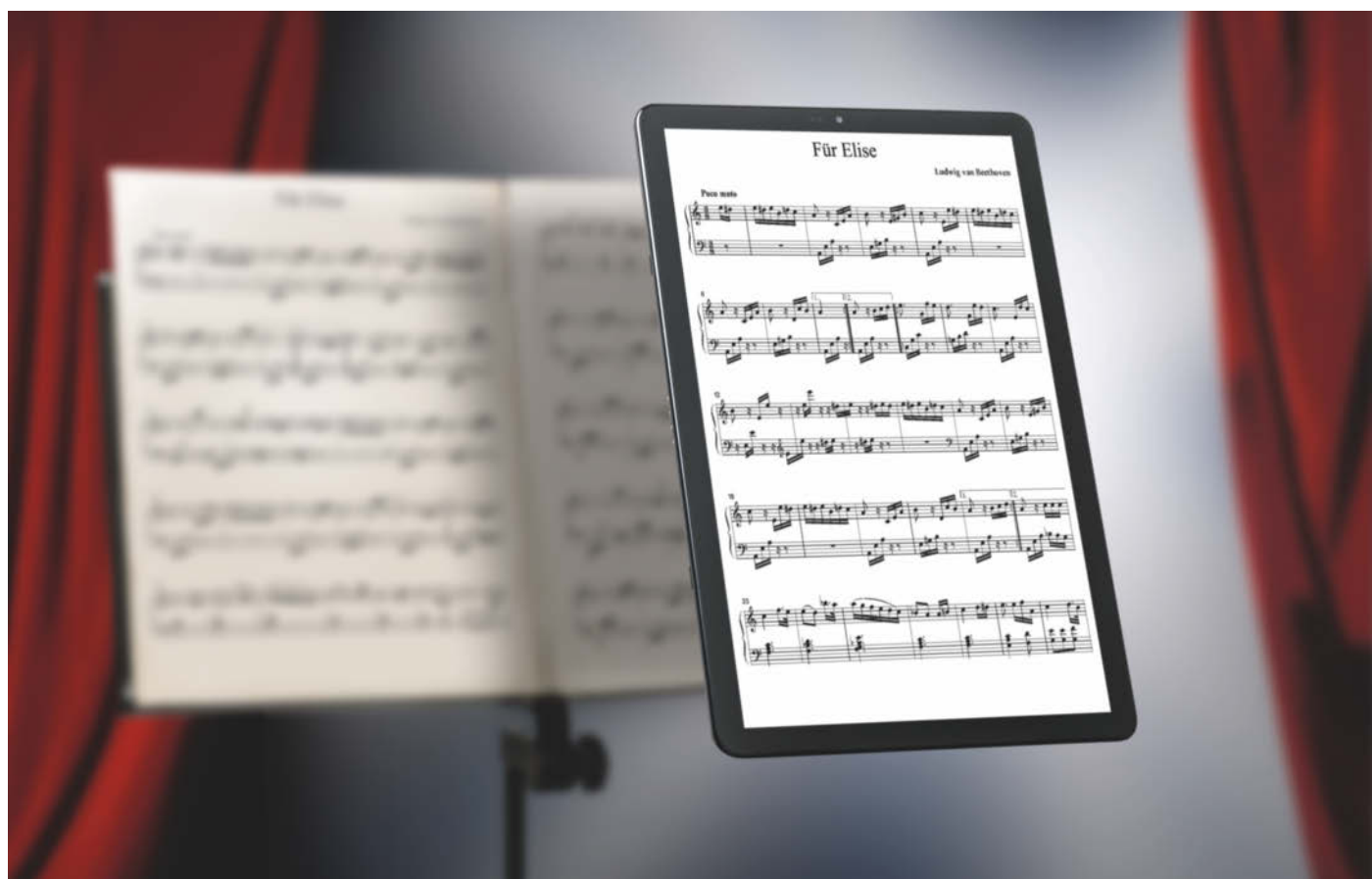
Unsere Top-Referenten

Neben diesen Workshops, die einen der Eckpfeiler des VOICE ENTSCHEIDERFORUM bilden, bieten die Veranstalter Inputs in Form von politischen und technisch orientierten Keynotes, sowie Podiumsdiskussionen zu den Themen Cybercrime und Digitalpolitik in Deutschland und Europa. Als Sprecher haben unter anderem bereits zugesagt: **Mariya Gabriel**, EU-Kommissarin für digitale Wirtschaft und Gesellschaft; **Arne Schönbohm**, Präsident des BSI; **Dr. Frank Brienda**, Geschäftsführer der DFB IT und Digital GmbH, **Stefan Muhle**, Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit und Digitalisierung des Landes Niedersachsen oder Professor **Daniel Cremers**, Lehrstuhl Bildverarbeitung und KI an der Technischen Universität München.

Last but not least lädt VOICE junge IT-Manager und Projektleiter ein, für den High-Potential Award spannende Digitalisierungsprojekte bis zum 30.08. 2019 einzureichen. Weitere Informationen und die Möglichkeit zur Anmeldung zum VOICE ENTSCHEIDERFORUM finden Sie unter <https://voice-entscheiderforum.org/>



VOICE
ENTSCHEIDERFORUM



Intelligentes Notenlesen

Programme zum Digitalisieren gedruckter Musiknoten

Wer vorhandene Noten ändern oder anpassen möchte, braucht dazu ein Programm, das die eingescannten Noten in ein digitales Notenformat umwandelt. Doch was menschlichen Musikanten relativ leicht fällt, stellt den Computer vor ungeahnte Schwierigkeiten. Fünf Programme für die optische Notenerkennung.

Von Dr. Justus Noll

Was OCR für Texte, ist OMR für Noten: die automatische Umwandlung analoger Vorlagen in ein digitales Ebenbild. Bei der automatischen Text-Erkennung (Optical Character Recognition, OCR) erwartet man heute weitgehend fehlerfreie Resultate, auch bei nicht ein-

wandfreien Vorlagen. Anders sieht das bei der Erkennung von Noten (Optical Music Recognition, OMR) aus, die einen ungleich größeren Zeichenvorrat als das Alphabet und – anders als Text auf einer Zeile – eine nahezu beliebige Zeichenpositionierung enthalten können.

Schon der Anfang bei der Erkennung von traditionellen Musikzeichen fällt dem Computer nicht leicht, denn dabei geht es darum, Zeichen fast in beliebiger Größe und von variabler Form sicher zu identifizieren. Kein größeres Problem für den Menschen, wohl aber für die Maschine. Obendrein kann das Bild eines Notenblatts irreführende Fehler enthalten, etwa Kleckse, verzerrte Linien oder Kompressionsartefakte, dazu Anmerkungen oder Notizen. Noch schwieriger wird der Umgang mit alten Drucken und handschriftlichem Material.

Die eingebauten Noten-Editoren bringen nur einen kleinen Funktionsvorrat

mit; sie dienen der Ausbesserung erkannter Fehler, bevor die Datei an eine Notensatzsoftware weitergeleitet wird. Nur SmartScore bietet einen umfangreicheren Layout-Editor. Leistungsstarke Notensatzprogramme haben wir in [1] vorgestellt.

Breit gefächert

Die fünf Programme im Testfeld decken eine große Spanne an unterschiedlichem Funktionsvorrat, Bedienkonzepten und Entwicklungsstand ab. PhotoScore verwendet zwei verschiedene OMR-Engines, die es OmniScore² nennt. PhotoScore ist eng mit dem Notensatzprogramm Sibelius verbunden. Als PhotoScore Lite gibt es das Programm kostenlos mit Sibelius.

ScanScore stammt wie das Notensatzprogramm Forte von Lugert. Bis vor einigen Monaten war Forte mit einem Vorläufer namens ForteScan ausgestattet, der laut Lugert-Verlag auf anderen Algo-

rithmen beruhte. ScanScore ist nur als OMR-Programm gedacht; sein rudimentärer Editor soll lediglich Fehler vor dem Export ausbügeln. Mit im Forte-Paket ist die Arrangier- und Kompositionssoftware „Bandora“. Insgesamt erlauben die drei Module einen preislich sehr günstigen und umfassenden Einstieg in das Notensetzen und -schreiben per Computer.

SharpEye darf als „Methusalem“ der kommerziellen Musiksoftware gelten. Denn die letzte Version 2.68 erschien schon 2006. Dennoch ist SharpEye immer noch im Handel.

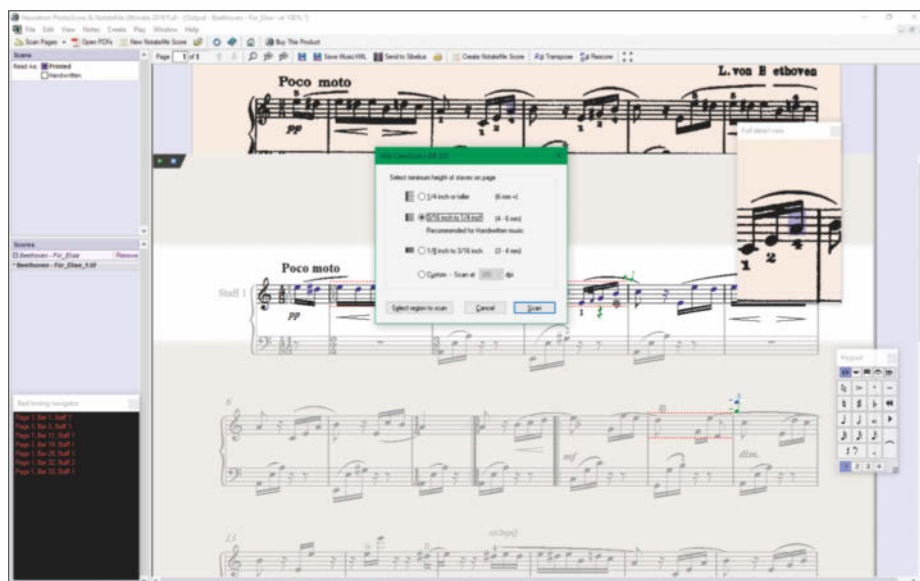
Die kalifornische Firma Musitek reklamiert auf ihrer Webseite für sich, schon im August 1993 „die erste kommerziell erhältliche Notenerkennungssoftware“ veröffentlicht zu haben, die anfangs „Midi-scan“ hieß. Als „SmartScore“ hat sie sich zu einem gut ausgebauten Programm entwickelt, das insbesondere den Notenschreiber Finale unterstützt. SmartScores letzte Version stammt von 2013, für Finale-User zum Sonderpreis.

Die Grenzen der Erkennungsleistung der fünf OMR-Programme loteten wir mit Vorlagen aus, die einer wachsenden Zahl von Veränderungen unterworfen wurden. Das „Original“ entspricht dabei den Empfehlungen der Programmhersteller, 256 Graustufen bei 300 dpi. Daraus leiteten wir Versionen ab, die mit jeweils weiteren Störungen verschlechtert wurden:

- 0 – Original, 256 Graustufen, 300 dpi,
 - 1 – Graustufen-JPEG-Datei,
 - 2 – wie 1, mit Pixelverdopplung,
 - 3 bis 5 – wie 2, zunehmend unscharf,
 - 6 – wie 2, mit zugefügtem Rauschen,
 - 7 – wie 2, mit verknittertem Hintergrund,
 - 8 – wie 2, mit braunem Hintergrund,
 - 9 – wie 2, aber um zwei Grad gedreht.
- Für die Abtastung der Vorlagen nutzten wir Scanner von Epson und Canon (Photo V700 bzw. LiDE 200).

Bei Capella-Scan, PhotoScore und ScanScore beurteilten wir die Ergebnisse in den von den Herstellern empfohlenen Satzprogrammen (siehe Tabelle). Bei SharpEye wurde das Ergebnis in das kostenlose Notensatzprogramm MuseScore 3 exportiert. SmartScore verfügt über einen eigenen Notensatzeditor.

Mit der Originaldatei – Nr. 0 – wurden die ersten zwölf Takte der Scanergebnisse daraufhin beurteilt, wie viele brauchbare Takte dabei erkannt wurden. Mit „brauchbar“ ist gemeint, dass der Takt nur geringen Korrekturaufwand bedingt, also einfache Änderungen mit der Maus, einfache



PhotoScore liefert insgesamt gute Ergebnisse, die aber unter Umständen von Sibelius verschlimmbessert werden. Den Scanner steuert das Programm direkt an.

Eingaben oder Löschen, Verschieben und Ändern des Rhythmuswertes. Nicht zu den einfachen Korrekturen zählen falsche Systemvorzeichen, krumme Rhythmen (z. B. kein Verlängerungspunkt), falsche Taktstriche oder Taktarten. Überflüssige und fehlende Zeichen oder Artikulationen wurden ignoriert, ebenso falsch geschriebene Texte. Den XML-Import überprüften wir zusätzlich mit MuseScore 3.

Erwartungsgemäß lieferte die Vorlage Nr. 0 bei allen die am ehesten brauchbaren Ergebnisse, während die Vorlagen 1 bis 9 jeweils schnell an die Grenze der Unbrauchbarkeit führten. Obwohl alle Pro-

gramme versuchten, Drehungen der Vorlagen zu korrigieren, führte bei ScanScore schon zwei Grad Drehung zu merklichen Qualitätseinbußen. Bis auf Capella Scan, bei dem drei Takte zu beanstanden waren, schafften alle Programme die zwölf in diesem Sinne korrekten Takte. Versuche mit gescanntem handschriftlichen Material erbrachten keine brauchbaren Ergebnisse.

PhotoScore zeigte ein seltsames Fehlverhalten: Das Scanprogramm machte alles richtig, doch das Notensatzprogramm fügte bei der Übernahme der Daten Fehler hinzu. Daher kreideten wir PhotoScore nicht die Fehler von Sibelius an, denn beim

Scan-Tipps

Alle Programme verlangen Schwarz-Weiß- oder Graustufen-Scans mit etwa 300 dpi Auflösung. Farbformate werden nicht akzeptiert oder intern umgewandelt.

Die besten Scanresultate bringt ein Flachbettscanner oder ein Multifunktionsgerät. Smartphone-Fotos zeigen oft perspektivische Verzerrungen (dann ist das Bild etwa oben schmaler als unten) oder störende Schatten. So etwas sollte man korrigieren oder vermeiden, denn sonst führen solche Effekte zu Beeinträchtigungen der Erkennungsergebnisse. Ohnehin müssen manche Bildformate nach JPEG oder TIF gewandelt werden, damit die OMR-Software die Scans akzeptiert.

Wird das Papier zu hell abgetastet, können (Noten-)Linien ausbrechen. Dann bringt eine Änderung der Hell-dunkel-Korrektur mehr als eine Erhöhung der Auflösung. Wird der Scanner von der OMR-Software gesteuert, sollte man mit 100 Prozent Skalierung arbeiten. Bei der direkten Ansteuerung des Scanners kann das Programm praktische Verbesserungen vornehmen: PhotoScore beispielsweise berücksichtigt dabei die notwendige Höhe der Notenzeilen. Je nach Vorlage lohnt es sich, bei den Voreinstellungen nicht benötigte Features (z. B. Texterkennung) abzuschalten, um die Erkennungsgeschwindigkeit zu erhöhen.



Capella-Scan 8

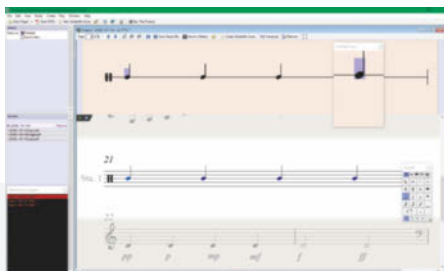
Capella-Scan zeigt im alten Windows-Design bewegliche Leisten mit etlichen Icons, deren Bedeutung sich nicht auf Anhieb erschließt. Scanergebnis und erkannte Zeichen werden übereinander gelegt. Unterschiedliche Farben zeigen Stimmen und Fehler an. Die Texterkennung erledigt ein OCR-Modul vom „Abbyy Finereader“.

Die Original-Datei wurde erfreulich korrekt eingelesen, das Programm erkannte ab Vorlage 3 die Vorzeichnung nicht mehr, ab Nr. 5 fehlten die Schlüssel. Auch unter besten Bedingungen waren mehrere Taktstriche gegeneinander verschoben. Löschte man sie, sprangen Noten an falsche Positionen. Schlagzeugnoten auf einer Linie wurden nicht gelesen.

Capella-Scan bearbeitet mehrseitige Partituren und übergibt alle Seiten als Partitur an das Notensatzprogramm Capella. Aus mehrseitigen PDFs berücksichtigt es nur Bitmap-Seiten. Per XPDF werden PDF-Seiten in Bitmaps gewandelt, der Hersteller empfiehlt das kostenlose GhostScript, das schneller arbeitet. Capella-Scan verarbeitet zwispaltige Vorlagen. DIN-A3-Partituren, die man im A4-Querformat scannt, werden automatisch zusammengefügt. Beim Scannen aller zehn Testseiten in einer Datei gab es einen Absturz.

Den Nachbearbeitungsaufwand für eine Partiturseite schätzt Capella-Scan im Handbuch bei 97-prozentiger Erkennung auf in der Regel weniger als eine Minute, beim Abtippen dagegen je nach Arbeitstempo zwanzig- bis hundertmal so lang – was optimistisch ist. Mit dem Modul Capella-Tune lassen sich für die Wiedergabe viele MIDI-Einstellungen vornehmen.

- ↑ befriedigende Notenerkennung
- ↑ Texterkennung Abbyy FineReader
- ↑ Midi mit Capella-Tune



PhotoScore Ultimate 2018

Die Bedienung von PhotoScore erinnert stark an Sibelius. Freut sich ein Sibelius-Nutzer über die Ähnlichkeit, könnte er sich durchaus über manche Unterschiede ärgern. Das Sibelius-typische Keypad funktioniert wie im Notensatzprogramm – aber mit weniger Funktionen.

PhotoScore arbeitet mit zwei gekoppelten Fenstern, welche die Cursor-Position zeigen. In einem Navigator-Fenster bewegt man sich schnell durch die erkannten Fehler. Der Editor dient vorab der Fehlerkorrektur. Oktava-Linien (eine Oktave versetzt, 8va), alternative Notenköpfe und Tremolos liest PhotoScore nicht; es erkannte Schlagzeugnoten, gab sie allerdings auf fünf Linien statt auf nur einer wieder.

Der Hersteller empfiehlt 256-Graustufen- oder 1-Bit-Scans mit 200 bis 400 dpi. Photoscore akzeptiert Scans mit 72 bis 600 dpi und bietet eine Option, um vor dem Scannen die Notenzeilenhöhe zwischen 3 bis über 6 Millimeter festzulegen.

Bei richtiger Wahl der Voreinstellungen erhält man sehr gute Ergebnisse, die aber merkwürdigerweise beim Übergang zu Sibelius verschlimmbessert werden: Beim Export in XML statt im OPT-Eigenformat war der in unserem Test beanstandete Takt jedoch fehlerfrei.

PhotoScore wird mit NotateMe geliefert, um auf einem Tablet handschriftlich per Stift Noten einzugeben. Im Testfeld ist dies die einzige „Offline“-OMR, also Notenerkennung mit Echtzeit-Assistenz beim Schreiben. Das funktioniert gut und macht nach etwas Gewöhnung auch Spaß. Die Option „Handwritten“ in Photoscore dagegen brachte kein brauchbares Ergebnis.

- ↑ gute Erkennung
- ↑ erkennt Schlagzeugnotation
- ↑ handschriftliche Noteneingabe



ScanScore 1.0.2

Die Bedienung ist sehr einfach: Nach dem Einlesen der Vorlage überprüft man in den nebeneinanderliegenden Fenstern mit Original und Kopie das Ergebnis auf Fehler und verbessert sie vor dem Export nach Forte. Verschiedene Fehlerarten werden farblich unterschieden, etwa blau, wenn ein Takt zu viele Notenwerte enthält. Überlässt man ScanScore die Auswahl der Scanner-Auflösung, fertigt es Bilder mit 300 dpi an.

Das Programm zeigte sich sehr robust beim Lesen der gedrehten, veräuschten und zerknitterten Vorlagen. Erst ab Vorlage 8 lieferte es Unbrauchbares; doch es erkannte selbst bei Nr. 9, dass es sich um drei Notenzeilen handelte; PhotoScore und SmartScore hatten nur eine, SharpEye zwei Zeilen gefunden. Allerdings ist ScanScore noch nicht voll ausgebaut, insbesondere erkennt es keinen (Lied-)text.

Mehrseitige TIF-Dateien werden derzeit nicht unterstützt; nach dem Import lassen sich Seiten nicht umsordieren. Die Verwendung von PDF-Dateien setzt GhostScript voraus. Seltsamerweise sah das Ergebnis unserer Tests im Scan-Editor wesentlich besser formatiert aus als nach dem Import in Forte.

Wer Noten mit dem Smartphone abfotografieren möchte, kann die Bilder direkt an den ScanScore-Server schicken und sie anschließend auf dem heimischen Computer laden. Dazu dient die App „ScanScore Capture“ für Android oder iOS.

- ↑ robuste Erkennung
- ↑ Handy-Unterstützung
- ↓ keine Texterkennung



SharpEye Music Reader 2.71 (2.68)

Die urtümliche Oberfläche von SharpEye erinnert an frühe Windows-Zeiten. Die Bedienung ist umständlicher als bei modernen Programmen. SharpEye liest jeweils nur eine Datei mit einer Seite ein; erst im Stapel-Modus (Batch-Modus) erkennt es mehrere Dateien und verbindet sie miteinander. Aus mehrseitigen PDF- oder TIF-Dateien muss man jede Seite als BMP- oder TIF-Datei separieren. Die liest SharpEye dann ein und speichert das Resultat als XML, MIDI oder im Eigenformat MRO. Als Vorlage empfiehlt der Hersteller Schwarz-Weiß-Scans, am besten in 300 dpi. Grauton-Daten werden konvertiert. Die Scanauflösung sollte zu einem Notenlinienabstand von 20 Pixel führen. Bei Notenlinien mit einem Abstand unter 10 oder über 40 Pixel bricht SharpEye mit einer Fehlermeldung ab.

Nach dem Laden erscheint ein Fenster mit dem Original. Das Erkennungsergebnis dazu wird synchron im Hauptfenster angezeigt – einfach, aber wirkungsvoll. Die Fenster lassen sich beliebig skalieren.

Die Genauigkeit der Rhythmus-, der Notenwert- und der Texterkennung lässt sich separat einstellen; letztere unterstützt zahlreiche Sprachen. Der vorhandene MIDI-Play-Menüeintrag bewirkte bei unseren Tests nichts. Immerhin übergab „MIDI/speichern und im Zielprogramm öffnen“ die erkannte Datei an den System-MIDI-Player.

- ↑ gute Erkennung
- ↑ Sprachunterstützung
- ↓ schlechtes Design



SmartScore X2

Wie das Notensatzprogramm Finale arbeitet die Oberfläche von SmartScore X2 mit zahlreichen frei verteilbaren Paletten. Als einziges Programm im Testfeld bietet der SmartScore-Editor für das Eigenformat ENF fast so umfangreiche Layoutfähigkeiten mit wie ein echtes Notensatzprogramm. Man kann das Spacing der Noten beeinflussen, Ränder und Seitengröße setzen, die Taktbreite durch Ziehen des Taktstrichs variieren und Einzelstimmen herausziehen.

Der MIDI-Funktionsvorrat ist inklusive Aufnahme gut ausgebaut und unterstützt VST, den Aria-Player sowie Garritan-Sounds aus Finale und Karaoke, sodass SmartScore fast eine DAW im Kleinen bietet.

Während SmartScore sehr gute Ergebnisse bei den „astreinen“ Vorlagen (Nr. 0 und 1) lieferte, reichte spätestens Nr. 5 (gedoppelte Pixel, 3-fach unscharf), um die Erkennung auszuhebeln. Die gedrehte Vorlage 9 wurde nicht akzeptiert. Schlagzeugnotation auf nur einer Linie wurde bei der Erkennung ausgelassen.

SmartScore bevorzugt Grauton-Scans mit 300 bis 400, maximal 600 dpi Auflösung. Vor dem Scan kann man mit einem Schieberegler die Helligkeit einstellen. Über das PDF-Format lassen sich mehrere Seiten zusammenfassen. Auch SmartScore empfiehlt einen einfachen Test zur Ermittlung der besten Auflösung, wobei der erwartete Zwischenraum zwischen den Notenlinien rund 20 Pixel betragen soll. Sehr große oder sehr kleine Notensysteme versuchte das Programm zwar zu lesen, scheiterte dabei aber.

- ↑ gute Erkennung
- ↑ Notensatz-Editor
- ↑ MIDI- und Karaoke-Funktion

XML-Export nach MuseScore waren die betroffenen Takte korrekt.

Fazit

Alle besprochenen Programme können eine nützliche Hilfe für die Digitalisierung von Noten sein – vorausgesetzt, die einzuscannenden Vorlagen sind nicht verpixelt, unscharf, verrauscht oder stammen von zerknitterten oder verdrehten Vorlagen.

Ein wissenschaftlicher Test der Universität Florenz nahm vor einiger Zeit drei OMR-Programme unter die Lupe, darunter SmartScore und SharpEye. Dabei schnitt SharpEye am erfolgreichsten ab [2]. Auch in unserem Test schafften beide Programme durchschnittlich rund 98 Prozent korrekter Noten- und Texterkennung.

Im Vergleich dazu bietet PhotoScore bei relativ guten Leistungen eine modernere und bequemere Oberfläche. Außerdem unterstützt es die Tablet-Eingabe; das Erkennen von handgeschriebenen Noten funktioniert aber nur dann vernünftig, wenn man auf dem Tablet per Stift Noten malt, deren Interpretation schon bei der Eingabe von PhotoScores NotateMe kontrolliert wird (Online-OMR). Ansonsten blieben alle Versuche mit der Option „Handwritten“ in PhotoScore inakzeptabel.

Capella-Scan liefert – als eine vergleichsweise gute Lösung aus Deutschland – bei hochwertigen Vorlagen durchaus akzeptable Ergebnisse. Der Hersteller will 2020 mit der neuen Version 9 die aufgeräumtere, besser bedienbare Optik von Capella 8 bieten.

ScanScore von Lugert kommt als beachtliche Beigabe zum preiswerten Forte-Programm. Abgesehen von den Songtexten zeigt sich diese Software für alle Notenzeichen recht „erkennlich“. ScanScore beweist bereits einen erfreulichen Entwicklungsstand, bedarf aber noch weiterer Arbeiten am Code.

Wer schließlich kein zusätzliches Notensatzprogramm benutzen möchte, erwirbt mit dem in die Jahre gekommenen SmartScore eine bewährte Gesamtlösung mit zusätzlichen DAW-Funktionen.

(uh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Dr. Justus Noll, Satzzeichen, Vier Notensatzprogramme für Windows und macOS zwischen 190 und 600 Euro, c't 13/2019, S. 130
- [2] Pierfrancesco Bellini (Universität Florenz), Assessing Optical Music Recognition Tools, in: Computer Music Journal, März 2007

Scannen, digitalisieren, kopieren ...

Rechtlich ist das Einscannen und Digitalisieren von Noten nicht unproblematisch. Denn grundsätzlich ist das Vervielfältigungsrecht von Noten, Texten, Grafiken und Fotos gesetzlich nur dem Urheber vorbehalten. Noten stehen in Deutschland unter besonderem Schutz (§ 53 Abs. 4 UrhG), weil sie eine besonders aufwendige und kostspielige Form der Informationsübermittlung darstellen. Daher ist jede Art der Kopie ohne Einwilligung des Urhebers untersagt. Verboten ist schon das Versenden von Noten via Mail – denn das stellt ja eine Kopie dar. Die Ausnahmen von dieser Regel sind

eng umrissen. Anders sieht es bei sogenannter gemeinfreier Musik aus; das betrifft etwa Werke, deren Komponist vor mehr als 70 Jahren gestorben ist.

Schon die Frage, wer eine Kopie erlauben kann, lässt sich nicht einfach beantworten, denn der Komponist könnte seine Rechte vollständig an den herausgebenden Verlag abgetreten haben – dann müsste man nicht den Urheber (den Komponisten), sondern den Verlag um Einwilligung bitten. Erlaubt ist, die Noten mit der Hand abzuschreiben oder in ein Notensatzprogramm einzutippen, doch selbst von diesen Abschriften dürfen

keine Kopien erstellt werden. Für eine legale Nutzung von Notenkopien müsste man eine Pauschal-Lizenz bei der VG Musikedition einholen.

Dass die Praxis von zahllosen Musikern eher der Regel folgt: „Wo kein Kläger, da kein Richter“, sollte man nicht als Pauschal-Genehmigung auffassen. Spätestens wenn man digitalisierte Noten eines noch lebenden Künstlers gegen Bezahlung vertreibt und damit nicht nur gegen das Urheberrecht, sondern auch gegen das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb verstößt, begibt man sich auf sehr dünnes Eis.

Notenerkennungssoftware

	Capella-Scan	PhotoScore & NotateMe Ultimate	ScanScore	SharpEye Music Reader	SmartScore X2
Version/Jahr	8/2019	8.8.7/2018	1.2.0/2019	2.71 (2.68)/2006	10.5.8/2016
Hersteller	capella-software AG	Neuratron Ltd	Lugert-Verlag	Columbus Soft	Musitek
Web	www.capella-software.com	www.neuratron.com	www.forte-notensatz.de	www.columbussoft.de	www.klemm-music.de
empfohlenes Notensatzprogramm	Capella 8	Sibelius	Forte	(MuseScore)	Finale
Systemvoraussetzungen					
Windows	7, 8.1, 10	Vista, 7, 8, 10	7, 10	ab 95	ab XP
macOS	–	ab 10.6.7	–	Apple mit Parallels	10.5 bis 10.12
Eigenschaften					
mehrseitige Dokumente laden	✓	✓	✓	–	✓
Systeme pro Seite	unbegrenzt	64	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
Notenzeilen pro System	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	50	unbegrenzt
Seiten pro Partitur	unbegrenzt	400	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
Schlagzeug-Notation / Akkord-symbole	– / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	✓ / ✓
Gitarrengriffbilder / Tabulatur	✓ / –	✓ / ✓	– / –	– / –	✓ / ✓
Stimmzüge / Transposition	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –	✓ / ✓
erweiterte Midi-Funktionen	capella-tune, VST	Sibelius Espressivo	–	–	VST, AU, Aria-Player, Garritan-Sounds, Karaoke
Eigenformat	CAPX	OPT	SCSC	MRO	ENF
Input-Formate	BMP, TIF, GIF, JBG, JPG, PDF, PNG, PCX, PGX, PNM, PBM, PGM, PPM, RAS, RAW, SKA, TGA, WBMP, WMF, EMF	PDF, BMP, TIF, JPG, NME	JPG, BMP, PNG, TIF, PDF (mit Ghostscript)	BMP, TIF	RMI, TIF, BMP, XML, NIFF, PDF
Export-Formate	XML, MID, PDF	PDF, BMP, TIF, XML, NIFF, MID	XML, FNF (Export nach Forte)	XML, TIF, NIFF, MID	XML, TIF, NIFF, MID, PDF
Audio	WAV	WAV, AIFF, MP3	–	–	WAV
günstiger Linienabstand ca. (Pixel)	10 ... 20	20 ... 40	10 ... 40	20 (10 ... 40)	20
Preis (Varianten)	178 € (Pro) ¹ , 38 € (capella-scan&play) ¹	269 € (Pro), 69 € (Lite)	149 € (Pro), 59 € (Ensemble), 29 € (Melody)	178,00 €	400 € (Pro), 200 € (Songbook), 80 € (Piano, Gitarre), 50 € (Midi)
Testversion	15 Tage ²	kostenlos ³	kostenlos ³	30 Tage ²	kostenlos ³
Bewertung					
Noten-/Texterkennung	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊖ / –	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Bedienoberfläche / Benutzerführung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	○ / ⊖	○ / ○
Zeichenumfang	⊕	○	⊕	⊕	⊕
Noten-Editor/ MIDI-Funktionen	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕
¹ Aktivierung nach 30 Tagen ² ohne Einschränkungen ³ Speichern/Export eingeschränkt					
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe					

8. Bremer IT-Sicherheitstag

Securing Industrial IoT

Der 8. Bremer IT-Sicherheitstag steht in diesem Jahr ganz unter der Thematik IT-Sicherheit im Bereich Industrial IoT. Der zunehmende Einsatz und die wachsende Vernetzung von Industrial IoT führt unweigerlich zu einer Vergrößerung der Angriffsfläche und stellt die IT-Sicherheit damit vor neue Herausforderungen. Experten aus Forschung und Praxis erläutern, wie sich sowohl Unternehmen aus dem industriellen Umfeld als auch KRITIS-Betreiber beim Einsatz von Industrial IoT aktiv schützen und wehren können.

Der 8. Bremer IT-Sicherheitstag ist eine Mischung aus Konferenz, Fachausstellung und Plattform zum Erfahrungsaustausch und Netzwerken.



Termin: 29. August 2019, Bremen

Auszug aus dem Programm:

- Anforderungen an die IT-Sicherheit in der DSGVO
// Joerg Heidrich, Heise Medien GmbH & Co. KG
- Manufacturing security: Bridging the gap between IT and OT
// André Diener, Cisco Systems
- Wirtschaftsspionage: Betroffenheit, Sicherheit, Machbarkeit
// Dipl.-Ing Jörg Peine-Paulsen, Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport
- Sicheres Edge-Computing mit Blockchain-Anbindung – neue Anwendungen für die Produktion
// Dr.-Ing. Markus Jostock, Arxum

**Jetzt
Ticket
sichern!**

Teilnahmegebühren (inkl. MwSt.): 159,00 Euro

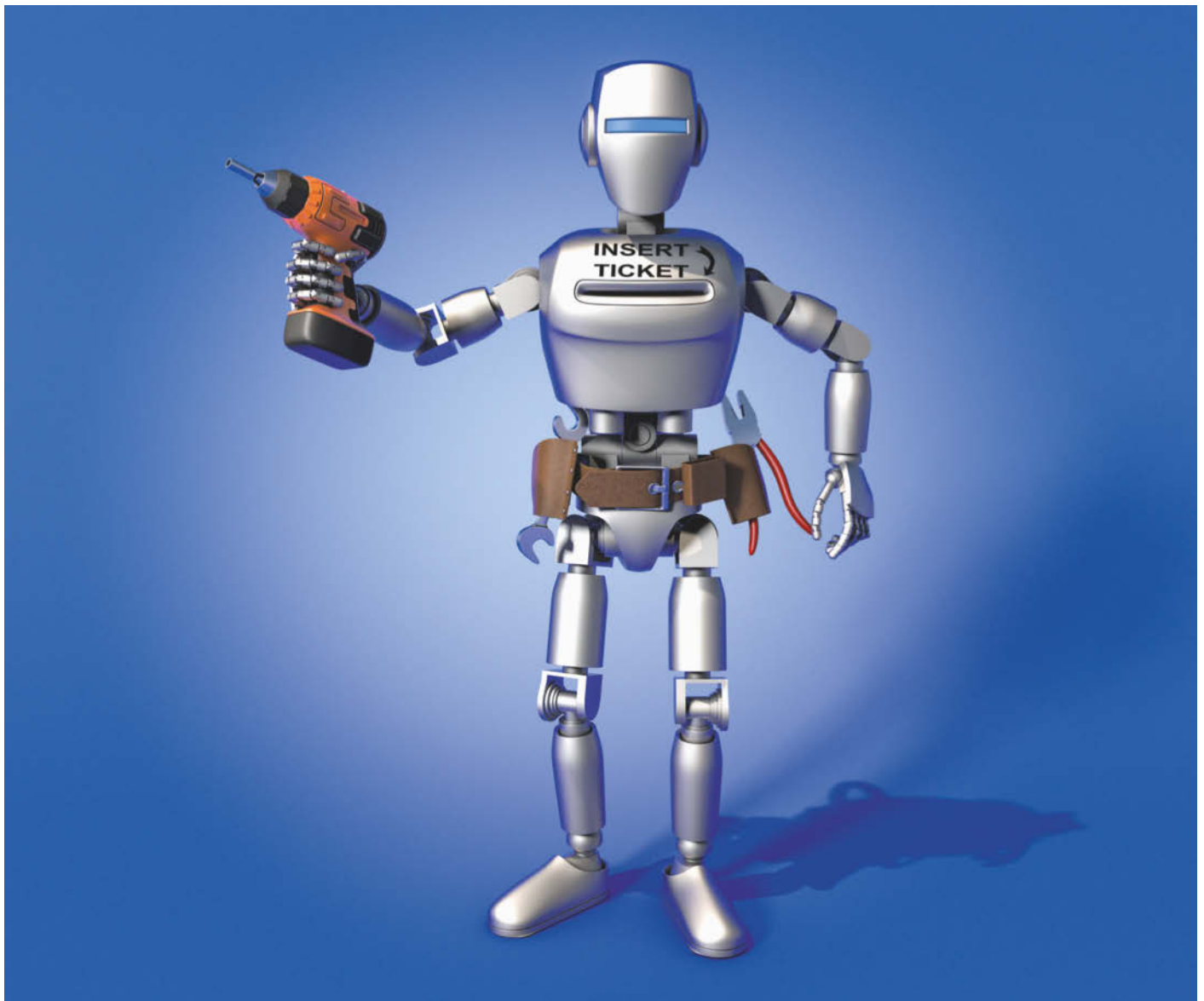
Partner:



Organisiert von:



Weitere Informationen und Anmeldung unter: www.heise-events.de/secbremen



Hilfe per Fahrschein

Support-Tickets bringen den Kundendienst in Fahrt

„Mein Drucker druckt nicht“ – Wenn man als Kundendienst auf so einen Hilferuf reagieren muss, lassen sich die erforderlichen Maßnahmen am besten über ein Support-Ticket verfolgen. Einige Anwendungen dafür gehen – zum Teil sogar kostenlos – auch den Produktentwicklern und der Rechnungsabteilung zur Hand.

Von Peter Schüler

Ob in der internen IT-Abteilung, beim Kundendienst eines Geräteherstellers oder beim Elektriker – meistens nimmt der Mitarbeiter, bei dem sich ein Kunde mit Servicebedarf meldet, erst einmal nur die relevanten Informationen zu Protokoll. Dieser Datensatz, das sogenannte Ticket, dient als Ausgangspunkt für die Arbeitsplanung und dokumentiert anschließend den Fortschritt der Problemlösung.

Anhand der Eckdaten weist der Kundendienst den resultierenden Arbeitsauftrag einem zuständigen Mitarbeiter zu. In den meisten Fällen klassifiziert er die Aufgabe auch nach ihrer Dringlichkeit und

nach benötigten Ressourcen. Zudem versorgt er den oder die Techniker mit möglichst vielen Informationen, die ihnen bei der Problemlösung helfen.

All diese Informationen sammelt und verwaltet das Ticket-System. Damit unterstützt es nicht nur die Kundendienstmitarbeiter, sondern auch den Innendienst, indem es jederzeit einen Überblick über gesetzte Termine, verfügbare Ressourcen, Arbeitsauslastung, Kosten und Problem-Häufigkeiten gewährt.

Ein gut konfiguriertes Ticket-System hält auch den Kunden über Arbeitsfortschritte auf dem Laufenden, ohne dass

dieser dem Kundendienst durch regelmäßige Rückfragen auf den Nerv gehen müsste. Insbesondere dann, wenn es um Defekte an Massenprodukten geht, werden sich Kunden zudem freuen, wenn sie einen Standardfehler nicht mühsam per Telefon-Hotline beschreiben müssen, sondern das Reparatur-Ticket menügesteuert gleich selbst auf der Hersteller-Webseite anlegen können. Womöglich hat das Kundenportal für manche Problemfälle sogar Anleitungen zur Selbsthilfe parat.

Reiche Auswahl

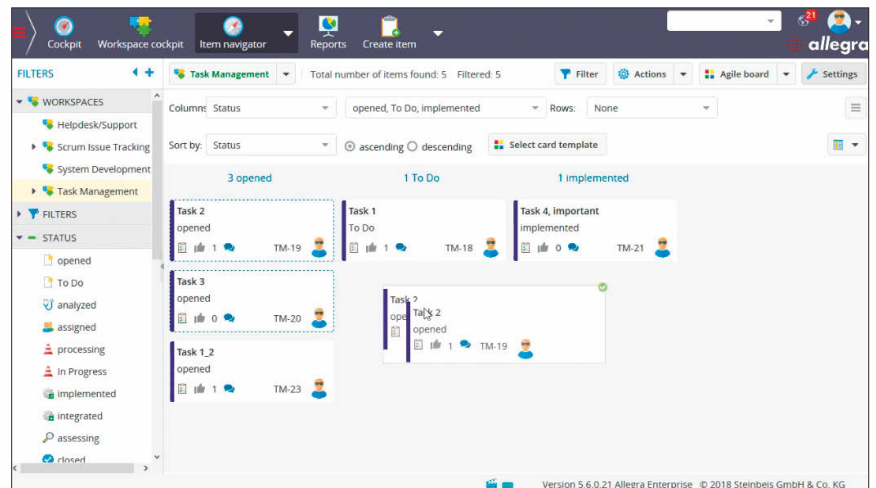
Das Angebot an Ticket-Systemen erstreckt sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf viele Branchen von der Softwareentwicklung über IT-Administration, Hersteller-Kundendienst und Handwerk bis zu kommunalen Diensten am Bürger. Neben sehr verbreiteten Systemen in Englisch gibt es weitere in Deutsch, auf die wir uns hier konzentrieren. Unter den überwiegenden Cloud-Anwendungen werden einige von kommerziellen Anbietern gehostet, andere kann man in Eigenregie betreiben, auch mit quelloffener Software und zum Teil riesiger Komponentenauswahl. Alternativ können Betriebe mit eigener IT-Abteilung auch zu einem Programmpaket greifen, das auf einem lokalen Linux- oder Windows-Rechner läuft, etwa als eigenständige Anwendung auf Basis einer Datenbank-Engine oder als Erweiterung eines SharePoint-Servers.

Für einen hieb- und stichfesten Vergleichstest sind die bedeutendsten Systeme zu unterschiedlich. Deshalb stellen wir auf den folgenden Seiten nur beispielhaft einige Vertreter unterschiedlicher Konzeptionen vor.

Knackpunkte für Admins

Die meisten Ticket-Systeme lassen sich entweder auf einem lokalen Server betreiben oder als Cloud-Anwendung abonnieren. Cloud-Anwendungen bieten sich auch als Plattformen für Kundenportale an und eröffnen die Chance, dass mancher Fragesteller sein Problem in Selbstbedienung erledigt und die Kundendienstabteilung entlastet. Mit oder ohne Kundenportal muss die Software aber der DSGVO entsprechen.

Selbst in einfachen Konfigurationen muss Ticket-Software mit einem SQL-Datenbankserver und einem E-Mail-System zusammenspielen. Um die ganze Leistung auf die Straße zu bringen, braucht sie außerdem Zugriff auf eine zentrale Nutzer-



Viele Systeme bieten genau wie allegra an, dass sich Mitarbeiter auf einem Kanban-Board selbst für Aufgaben einteilen.

verwaltung, die Dienste eines Webservers und Systembibliotheken, die ihr beim Modellieren von Geschäftsprozessen und der Pflege dynamischer Webseiten helfen. Darüber hinaus sollte sie sich mit anderen Unternehmensanwendungen verzahnen, etwa fürs CRM, die Auftragsbearbeitung, die Warenwirtschaft und die Finanzbuchhaltung.

Daraus ergibt sich ein bedenkenwerter Pflegeaufwand, der auch bei der Installation vor Ort erst einmal gestemmt sein will. Betriebe mit fest angestellten Admins können auch ein großmächtiges, quelloffenes Paket wie RequestTracker ohne Lizenzkosten mit Community-Support am Laufen halten. Doch insbesondere kleine Firmen ohne eigene IT-Abteilung

sollten erwägen, Ticket-Software mitsamt gewerblicher Pflege zu mieten.

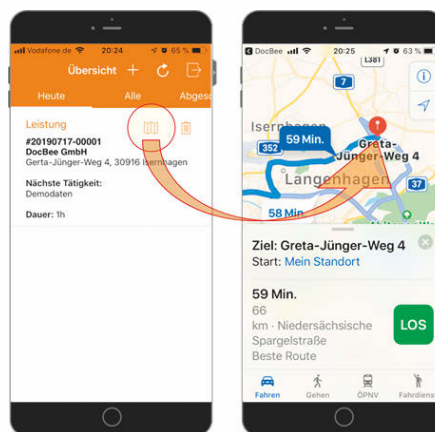
Bestandsaufnahme

Fürs unmittelbare Geschäft sind in einem Ticket-System zwei Gesichtspunkte interessant: Die Kundendienstmitarbeiter wollen bestmögliche Hilfe für die Lösung der Kundenprobleme. Die Kaufleute im Betrieb wollen den Support schneller, wirkungsvoller und billiger machen – dabei hilft ein System wie TickX, das sich via SharePoint nahtlos in die Unternehmensstruktur eingliedert.

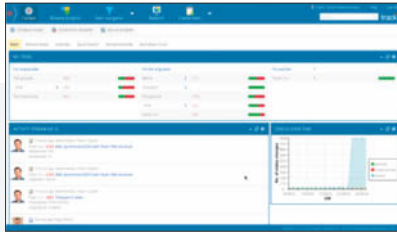
In ein hilfreiches Ticket gehören von Anfang an die relevanten Kundendaten, also je nach Sachverhalt Angaben zur Adresse, Kundennummer und Wartungsvertrag, sowie eine möglichst aussagekräftige Problembeschreibung.

Je nach verwendeter Software kann ein Ticket auf unterschiedliche Arten zustande kommen: Mit allen Anwendungen kann man ein Ticket von Hand anlegen, etwa wenn ein Kunde anruft. Alternativ gibt es in einigen Systemen die Möglichkeit, Standard-Tickets auch über formatierte Fax-Mitteilungen, per E-Mail, Instant Messenger oder im Rahmen eines Videochats anzulegen.

Einige Anwendungen wie zum Beispiel DocBee können Tickets zudem über spezifische Schnittstellen etwa vom haus-eigenen CRM-System oder als interne Supportanforderungen vom ERP-System übernehmen. Solche Anforderungen können auf konkreten Störungsmeldungen oder wie bei KIX MRO auch auf vorbeugenden Wartungsplänen beruhen. Last,



Praktisch, wenn ein Ticket-System wie DocBee dem Außendienstler auf seinem Mobilgerät gleich den Weg zum Kunden anzeigt.



allegra

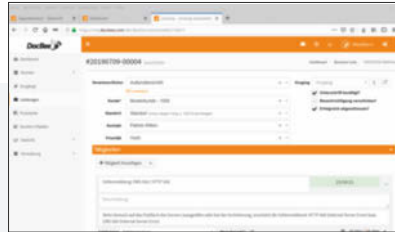
Das ursprünglich als Track+ vermarktete allegra ist ein gut ausgestattetes Paket für konventionelles Projektmanagement und agile Aufgabenteilung in Scrum-Teams.

Eine der Paketfunktionen ist das Reklamationsmanagement, in dem man passende Tickets aber als spezielle Vorgänge selbst konzipieren muss. Zeiterfassung mit Tickets gelingt allenfalls mit selbst geschriebenem Code, dafür lassen sich aber Betreuer-Zuständigkeiten differenzieren als RACI-Matrizen festlegen und auch eskalieren.

Mit ITIL-konformen Prozessmustern lässt sich etwa die Standardlösung eines häufig auftretenden Kundenproblems programmieren. Daten, die bei einem solchen Workflow anfallen, kann allegra automatisch aufzeichnen und als Berichte mit eingebetteten Grafiken ausgeben.

Außerdem kann man mit der Software ein Kundenportal mitsamt Wiki und FAQs in seine Firmenwebseite integrieren.

- 👆 mächtiges Projektmanagement
- 👆 differenziertes Rollenmodell
- 👇 keine Zeiterfassung

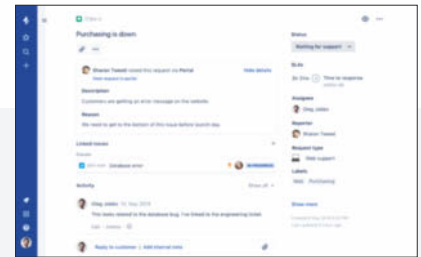


DocBee

Die Cloud-Anwendung DocBee ermöglicht zwar auch Kunden, ein Ticket per Kundenportal selbst anzulegen, doch vor allem soll sie Servicekräften beim Abarbeiten von Tickets helfen. Der Innendienst kann Mitarbeitern ihre Aufgaben per Drag & Drop in der Kalenderansicht zuweisen. Dabei berücksichtigt die Software die jeweiligen Skills sowie urlaubsbedingte Abwesenheiten der Mitarbeiter und soll zudem Aufgaben bei Bedarf eskalieren.

Relevante Auftragsdaten einschließlich Anfahrtbeschreibung und Checklisten mit Arbeitsvorgaben erhält der Außendienstler direkt aufs Mobilgerät, wo er sich ausgeführte Arbeiten auch gleich vom Kunden bestätigen lassen kann. Auch Projektzeiten und Materialbedarf erfasst er direkt unterwegs. DocBee kooperiert mit ERP-, Warenwirtschafts- und CRM-Anwendungen und hält den Innendienst in Echtzeit auf dem Laufenden. Kunden können ihre Problembeschreibung über die Mobil-App mit Fotos anreichern oder einen Standard-Servicefall per QR-Code melden.

- 👆 umfassende Software-Integration
- 👆 viel Hilfe für den Außendienst
- 👇 keine Wissensdatenbank



JIRA

Die Software vom Hersteller Atlassian ist auch in Deutsch bedienbar, eine Dokumentation dazu gibt es aber nur in Englisch. Jira Service Desk mit der eingebetteten Wissensdatenbank Confluence und Self-Service-Funktionen ist speziell für Kundendienst gedacht und wird nur nach der Zahl schreibberechtigter Kundenbetreuer lizenziert. Nur Lese-Zugänge sind kostenlos. Vorgänge lassen sich von Hand oder per E-Mail anlegen, auch über ein Kundenportal.

Jira ohne Namenszusatz umfasst zusätzliche Funktionen für konfektionierte Arbeitsabläufe und zur Auswertung. Alle von Hand oder mittels Service Desk erfassten Vorgänge zeigt Jira in Kanban-Boards sowie in beliebigen anpassbaren Dashboards an. Suchanfragen lassen sich zusammen mit Anzeigeeoptionen für die Trefferliste speichern. Um komplexe Zusammenhänge zu analysieren, kann man in einem Dashboard Attribute aus mehreren Abfragen zu einer Pivottabelle kombinieren und mit Grafiken anreichern.

- 👆 mächtige Bearbeitungsfunktionen
- 👆 üppiger App-Marketplace
- 👇 Cloud DSGVO-unverträglich

but not least beherrschen einige Systeme die telemetrische Überwachung komplexer Anlagen beim Kunden.

Außer dem üblichen Freitext-Eingabefeld enthalten Support-Tickets je nach System feste und weitere, vom Anwender definierte Attributfelder, zum Beispiel für Fehlerklassen oder Produkttypen. Unterschiede tun sich etwa beim Erfassen von Projektzeiten auf. Einige Systeme beherrschen außerdem die Aufzeichnung von GPS-Daten, etwa zur Lokalisierung von Kundendienstfahrzeugen.

Bevor man sich für eine Anwendung entscheidet, sollte man prüfen, welche Daten sie beim Anlegen eines Tickets gezielt anfordern kann. Angaben, die sich nur als Freitext festhalten lassen, geben

nur schlechte Filterkriterien ab, wenn man die Datenflut nach bestimmten Tickets durchsucht. Andererseits gilt es, insbesondere beim Erfassen von Arbeitszeiten und Fahrzeugbewegungen auch den Arbeitnehmer-Datenschutz zu berücksichtigen.

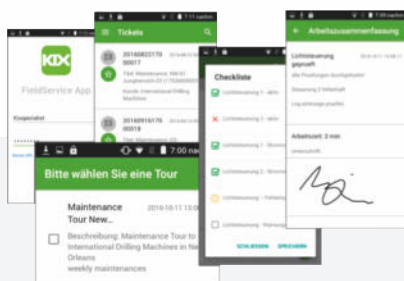
Arbeitsvorbereitung

Als erstes kann die Software helfen, Aufgaben anhand von Reparatur-Deadlines, Service-Historie und Vertragsstatus des jeweiligen Kunden zu klassifizieren.

Um ein Ticket als erledigt wieder vom Tisch zu bekommen, muss man ihm zunächst einen Bearbeiter und eine Terminplanung zuweisen. Ticket-Systeme können diese Aufgabe erleichtern, indem sie einerseits den Überblick über verfügbare

Mitarbeiterkapazitäten und andere Ressourcen bewahren. Idealerweise verfügt das System nicht nur über Regeln, für welche Aufgaben jeder Service-Mitarbeiter infrage kommt, sondern auch über Stellvertreter- und Eskalationsmechanismen für Krankheits- Urlaubs- und Notfallsituationen. Einige Systeme, zum Beispiel allegra, differenzieren Zuständigkeiten über sogenannte RACI-Matrizen. Darin gibt es vier Rollen: Responsible (durchführungsverantwortlich), Accountable (rechnungverantwortlich), Consulted (beratend) und Informed (zu informieren).

Optional bieten einige Ticket-Systeme sogenannte Kanban-Boards an. Auf diesen Boards kann jeder Mitarbeiter ei-

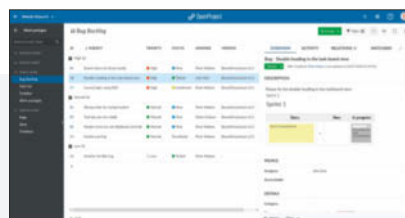


KIX

Der Hersteller Cape IT hat auf Basis des etablierten Systems OTRS 5 das quelloffene und browsergestützte KIX entwickelt und um einige Neuerungen erweitert, etwa einen Servicekatalog und die Anzeige von Eskalationszeiten. Die als Alpha-Release verfügbare Version 18 läuft komplett unter einer frischen GUI, die schon auf der Startseite mit prägnanten Infografiken aufwartet. Unter anderem bietet KIX einen Verknüpfungsggraphen für verwaltete Gerätschaften an.

Neben der kostenlosen Ausführung gibt es die modular erweiterbaren Ausführungen KIX Professional und KIX MRO (Maintenance, Repair, Overhaul) mit Werkzeugen für die Wartungsplanung von Produktionsanlagen. Alle Versionen verwalten außer Störungsmeldungen auch technisches Equipment und Softwarelizenzen, offerieren ITIL-konforme Prozessmodelle und erhalten Anwendersupport vom Hersteller; in der kostenlosen Variante allerdings nur per Web-Forum.

- ↑ zeitgemäße Bedienoberfläche
- ↑ signierbare Zeiterfassung
- ↓ teuer im Hosting



OpenProject

Das quelloffene, nur in Englisch verfügbare Projektmanagementsystem OpenProject ist zwar von Haus aus nicht auf Kundendienstbelange ausgerichtet. Es lässt sich aber mit einem kostenlosen php-Skript so erweitern, dass es Tickets aus passend formatierten E-Mails erzeugen kann. Das ausgereifte System enthält Funktionen zur Aufgabenverteilung und -überwachung, zur Projektkalkulation und zum Verfolgen gemeldeter Probleme.

In der kommerziellen Cloud-Ausführung unterstützt OpenProject Kanban-Boards, anwenderdefinierte Auswahlfelder in Tickets, modellierbare Arbeitsabläufe mit programmierbaren Buttons sowie Volltextsuchen über Tickets und Anhänge.

Die Entwickler des Systems haben besonderen Wert auf Sicherheitsaspekte gelegt, etwa durch Zwei-Faktor-Authentifizierung der Nutzer und strenge Regeln für Passwörter und Session-Laufzeiten.

- ↑ quelloffenes, sicheres System
- ↓ spartanische Ticket-Erzeugung
- ↓ nicht in Deutsch erhältlich



OTRS

OTRS ist als quelloffenes Ticket-System entstanden und der gleichnamige Hersteller zählt davon mehr als 170.000 Installationen. Für die in 38 Sprachen verfügbare Anwendung existieren unzählige Schnittstellen und Erweiterungen, beispielsweise zum Verwalten von Serviceverträgen und zum Fernüberwachen von Geräten.

OTRS unterstützt zwar Videochats mit Kunden, doch davon abgesehen kommuniziert die Software mit ihren Anwendern ausschließlich per Text. Für maßgeschneiderte Berichte gibt es immerhin einen konfigurierbaren Reportgenerator, sodass man zum Beispiel eine Ticket-Statistik auch passend formatiert für ein Grafikprogramm ausgeben kann.

Seit Version 7 entwickelt die OTRS AG das System nur noch als proprietäre Cloud-Anwendung weiter und schließt damit externe Programmierer von der Entwicklung neuer Erweiterungen aus. Die kostenlose, ältere Ausführung ist jetzt als „(OTRS)“ verfügbar.

- ↑ extrem verbreitet
- ↑ sehr viele Erweiterungsmodule
- ↓ keine Grafikerweiterung

genverantwortlich die Erledigung einiger Tickets übernehmen, ohne dass eine zentrale Instanz Aufgaben nach Plan verteilen müsste.

In vielen Fällen sind mehrere Kundendienstaufgaben miteinander verbunden – entweder als Unteraufgaben eines größeren Projekts oder als stereotype Arbeiten etwa im Rahmen eines Produkt-Rückrufs. In den meisten Ticket-Systemen lassen sich einzelne Arbeitspakete dazu passend miteinander verknüpfen.

Ein gutes System kann einzelnen Tickets standardisierte Arbeitsabläufe von der einfachen Wiedervorlage bis zum veritablen Projekt zuweisen. Damit vereinfachen sich nicht nur die Handlungsvorgaben für Kundendienstmitarbeiter,

sondern auch die Dokumentation der durchgeführten Arbeiten. Vergleichsweise einfach lassen sich Arbeitsabläufe vorgeben, wenn das Ticket-System dafür konfektionierte Muster mitbringt, etwa im Einklang mit der IT Infrastructure Library (ITIL, siehe ct.de/yaw5).

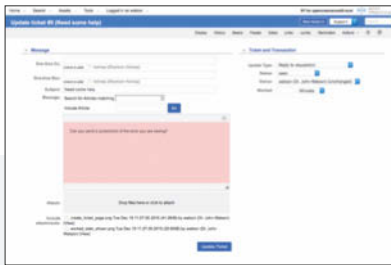
Als weitere Arbeitshilfen kommen Checklisten für bestimmte Routineaufgaben in Betracht, deren Einträge die Kundendienstmitarbeiter bei manchen Systemen sogar mit ihrer persönlichen Signatur quittieren können.

Unabhängig von der Arbeitseinteilung ist ein Ticket bis zur Erledigung kontinuierlich um Arbeitsfortschritte, aufgewendete Arbeitszeit und Materialien sowie um Terminprognosen zu aktualisie-

ren. Solche Informationen sind nicht nur gefragt, wenn sich der Kunde nach dem Arbeitsfortschritt erkundigt, sondern auch wichtig für Kostenrechnung und Terminplanung. Systeme wie allegra und OpenProject sind als Spezialausprägungen von Projektverwaltungen entstanden und kommen ebenso wie Jira meist für unternehmensinterne Aufgaben zum Einsatz. Das zeigt sich unter anderem daran, dass sie entweder gar keine oder nur schwer auffindbare Funktionen zur projektbezogenen Zeiterfassung enthalten.

Schön für Kunden

Kundenportale, die man mit einigen Ticket-Systemen pflegen und in die Unter-

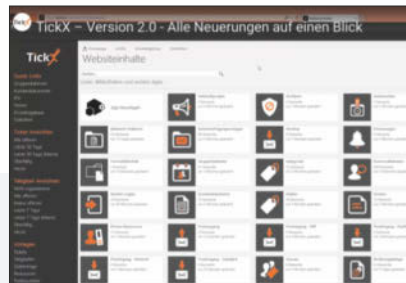


RequestTracker

Der quelloffene RequestTracker ist eines der ältesten Ticket-Systeme am Markt. Sofern man die Software nicht entgegen DSGVO-Anforderungen in Kanada hosten lässt, kann man sie nur unter macOS oder einem unixoiden System aus den Quellen kompilieren und vor Ort betreiben. Im Zusammenspiel mit einer SQL-Datenbank-Engine verwaltet die Software Tickets mit durchgehend dokumentierter History, betreute Geräte und Supportvereinbarungen, pflegt eine Wissensdatenbank und ein Kundenportal mit Self-Service-Funktionen.

RequestTracker lässt sich mit immens vielen Erweiterungen aufbohren, etwa um Gantt-Diagramme für die Zeitplanung in Tickets einzubetten, Aktionen per Captcha vor Missbrauch zu schützen oder automatisch SMS-Nachrichten zu verschicken. Die Software liefert auf Wunsch regelmäßige Protokolle per E-Mail, außerdem ermöglicht sie den Austausch individueller Dashboards unter ihren Anwendern.

- 👆 ausgereift und quelloffen
- 👆 vielseitig erweiterbar
- 👇 aufwendige Installation



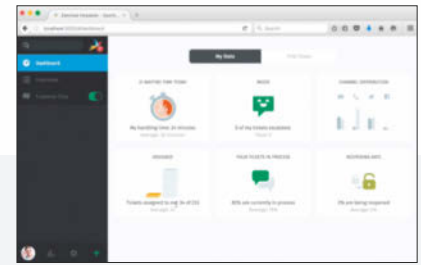
TickX

TickX setzt auf Microsoft SharePoint als Datenbasis. Über Kacheln auf der Navigations-Webseite erschließen sich zahlreiche Übersichten, etwa über Antwortvorlagen, bekannte Probleme und über Geräte, die bei einem Kunden unter den Support fallen. Das Feature „Fluency“ dirigiert Anwender beim Bearbeiten eines Tickets mit dynamischen Menüs entlang festgelegter Workflows.

Die Bildschirmseiten von TickX nutzen viele großflächige Tabellen, mitunter ergänzt durch einfache Geschäftsgrafiken. Alle Ausgaben sind als Responsive Design programmiert und lassen sich mit einigem Scrollen und Blättern auch auf Mobilgeräten darstellen.

Man kann TickX zwar auch zusammen mit SharePoint online hosten lassen, aber typischerweise wird es vor Ort betrieben. Unabhängig davon bietet der Hersteller media-service sowohl kostenlosen als auch kostenpflichtigen technischen Support an.

- 👆 enge Anbindung an SharePoint
- 👆 elegante Workflow-Steuerung
- 👇 keine Gratisversion



Zammad

Das quelloffene Zammad vom OTRS-Gründer Martin Edenhofer wendet sich erkennbar an kleinere Betriebe. Außer mit E-Mail-Clients kooperiert die Software mit Telefonanlagen, Messenger-Diensten und mit sozialen Netzen wie Facebook und Twitter. Anwender sollen sich sogar über soziale Netze authentifizieren können. Die Software lässt sich in Ruby und PHP über ein REST API mit anderen Anwendungen verbinden.

Die Zammad Knowledge Base lässt sich mit mehrsprachigen Frage- und Antwortkatalogen füllen. Für jedes Element kann der Admin entscheiden, ob es nur für interne Betreuer oder auch für registrierte Kunden sichtbar ist. Kundenbetreuer können Knowledge-Base-Inhalte – Texte und Bilder – in individuelle Antworten an Kunden übernehmen.

Zammad speichert automatisch alle Eingaben mitsamt revisionssicheren Änderungshistorien.

- 👆 pragmatische Bedienführung
- 👆 Anbindung an soziale Netze
- 👇 junges System, noch im Aufbau

nehmens-Website einbinden kann, spannen einen sehr pflegeleichten Draht zum Kunden.

Besser noch: Als Teil eines Kundenportals kann man mit einigen Ticket-Systemen eine Wissensdatenbank mit Informationen über Produkteigenschaften, häufige Störfälle und mögliche Abhilfen pflegen. So eine Knowledgebase unterstützt nicht nur die Kundendienstmitarbeiter, sondern befähigt in einfachen Fällen auch Kunden zur Selbsthilfe.

Das gesammelte Wissen kann auf der Unternehmenswebsite als Wiki erscheinen, in dem Besucher frei herumstöbern dürfen. Ergänzend bewährt sich eine Suchmaschine, die mehr oder weniger mächtig bei jedem Ticket-System

zum Standard gehört. Mit ihr können Mitarbeiter prinzipiell auch die Erkenntnisse aus archivierten Tickets auswerten. Doch diese Option bietet Kunden nur dann einen Vorteil, wenn die Software ihre Tickets differenziert für Mitarbeiter und die jeweils betroffenen Kunden freigeben kann. Schließlich wird kaum ein Betrieb jedem Portalbesucher Einblick in seine komplette Kundendienst-Historie gewähren; im Zweifelsfall könnte er eher die ganze Suche für Externe deaktivieren.

Info fürs Geschäft

Die in Tickets gesammelten Daten sind auch für die Kaufleute im Betrieb relevant, und – sofern es um den Support von Seri-

enprodukten geht – auch für die Entwicklungsabteilung.

Kaufmännisch gesehen steht jedes Ticket für einen Dienstleistungsauftrag – ob dahinter ein externer Kunde als Auftraggeber steht oder eine hausinterne Fachabteilung, die etwa auf ihren PC-Arbeitsplätzen ein Software-Update aufgespielt bekommen möchte.

So oder so ist es fürs Unternehmen von Bedeutung, wie viel Geld es für seinen eigenen Kundendienst aufwendet, und auch, wie oft zahlende Kunden so lange auf Hilfe warten müssen, dass sie sich einen anderen Geschäftspartner suchen. Ticket-Systeme sollten daher möglichst alle Anfragen zur Service-Statistik mit passenden Berichten beantworten

können – gehe es darin um die Gesamtauslastung des Kundendiensts, um das Serviceaufkommen nach Jahreszeiten und Vertriebsgebieten, um die Fehleranfälligkeit bestimmter Produkte, um die häufigsten Fehlertypen oder um die Unterscheidung zwischen eher mäkeltigen und nachsichtigen Kunden. Die allermeisten Kundendienstsysteme sind auf diese Aufgabe vorbereitet, unterscheiden sich aber in der Handhabung.

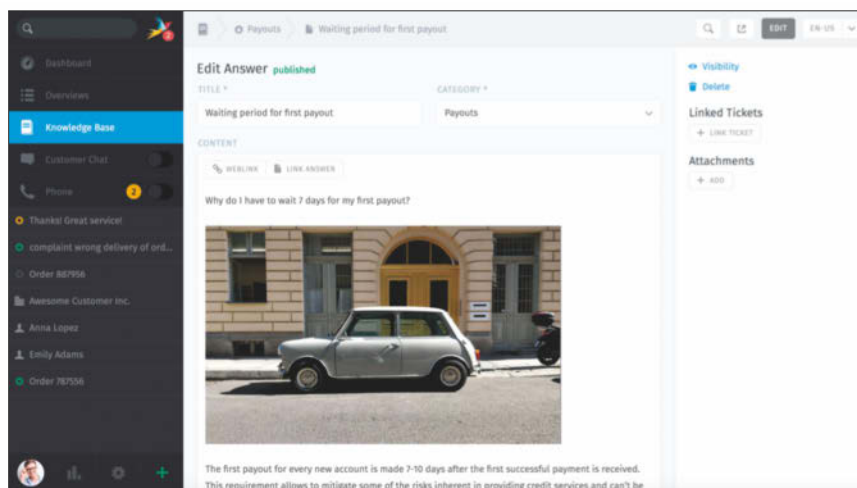
Fazit

Die Aufgaben für ein Ticket-System sind vielfältig und hängen vom Einsatzgebiet ab. Etwa für Handwerker ist die Aufwands- und Zeiterfassung besonders wichtig, fürs Kundendienst-Callcenter eines Softwarehauses womöglich eher die Option, mit Kunden zu chatten. Außerdem sollte man sich darüber klar werden, ob man ein System selbst hosten und administrieren kann und mag oder ob unterm Strich nicht doch eine gehostete Soft-

ware günstiger kommt. Mit solchen Weichenstellungen findet man höchstwahrscheinlich eine passende Lösung am Markt. Diese sollte man vor der endgülti-

gen Kauf- oder Abo-Entscheidung trotzdem zuerst testen. (hps@ct.de) **ct**

IT Infrastructure Library: [ct.de/yaw5](https://www.ct.de/yaw5)

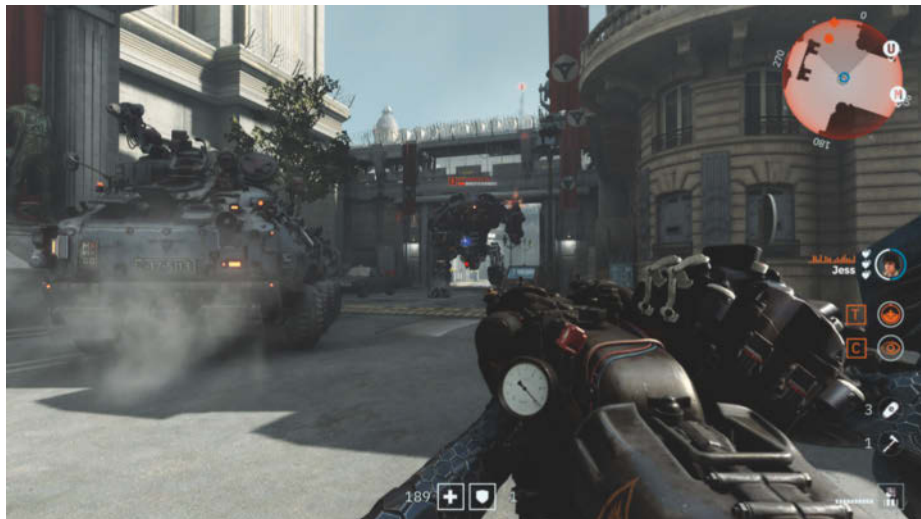


Mit Zammad kann man für häufige Anfragen fertige Antwortvorlagen bereitstellen.

Marktübersicht: Support-Ticket-Systeme

Produkt	allegro	DocBee	JIRA	KIX	OpenProject	OTRS	Request Tracker	TickX	Zammad
URL	www.trackplus.com/de	www.docbee.com	https://de.atlassian.com/software/helpdesk-software	www.kixdesk.com	https://github.com/various/open-project-ticket-system	www.otrs.com	https://bestpractical.com/request-tracker	www.tickx.de	https://zammad.com/de
Plattform	Linux, Windows	keine Angaben	Linux, Windows	Linux, Windows	Linux	Linux	Linux, macOS	SharePoint	Linux, Docker
Cloud gemäß DSGVO	✓	✓	–	✓	✓	✓	–	–	✓
Mobil-Apps	Android, iOS	Android, iOS	–	–	–	Android, iOS	–	–	–
Schnittstellen	Excel, Outlook, MS Project, ERP, Warenwirtschaft	MS Office 365, Exchange, ERP	k. A.	k. A.	k. A.	SAP, CRM, Warenwirtschaft, Telemetrie	REST-API	Exchange, cobra CRM	k. A.
Tickets									
Anfragekanäle	E-Mail, Kundenportal	E-Mail, QR-Code, Monitoring, ERP-System, Kundenportal	E-Mail, Kundenportal	Kundenportal	E-Mail	Telefon, E-Mail, Fax, SMS, (Video-)Chat, Kundenportal, Monitoring	E-Mail, Kundenportal	Exchange, SharePoint	E-Mail, Telefon, Chat, Telegram, Facebook, Twitter
Arbeitszeiterfassung	–	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓
Bearbeitung									
modellierbare Workflows / ITIL	✓ / ✓	✓ / –	✓ ¹ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	– / –
Suchfunktionen	Filter, Volltextsuche auch in Anhängen	Filter, Volltextsuche	per Abfragesprache	Filter, Volltextsuche	Filter, Volltextsuche auch in Anhängen	Filter, Volltextsuche	Volltext und per Query Builder	Filter, Volltextsuche	Filter, Volltextsuche auch in Anhängen
Knowledgebase	✓	✓, auch in der Mobil-App	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓
Besonderheiten	RACI-Matrix, automatische Berichterstellung aus Workflows	Dispatcher-Werkzeuge, SLA-Prüfung, Materialerfassung, signierbare Checklisten	getrennte Produkte Jira, Jira Help Desk, Confluence	quelloffen, verwaltet SLA, Geräte, Prozesse	viele Erweiterungen verfügbar	verwaltet SLA, Prozesse, Antwortvorlagen; Reportgenerator	aufwendige Installation, viele Erweiterungen verfügbar	Live Ticker	quelloffen, Zweifaktor-Authentifizierung, Device-Logging, Migrations-assistent für OTRS
Einstiegspreis für 1 (10) User									
lokal	10 (1000) €	nicht anwendbar	10 US-\$ ² (auf Anfrage)	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	1000 (1000) €	kostenlos
Webdienst	10 (70) €/ Monat	20 (200) €/ Monat	10 US-\$ / Monat (auf Anfrage)	499 (499) € / Monat	25 (50) € / Monat	5 (5) € / Monat	keine Angaben	9 (90) € / Monat	5 (50) € / Monat

¹ Abfolge von Ticket-Status ² Weitergabe als Spende



Frauenpower gegen Nazis

Koop-Shooter mit viel Action und politischer Position

Im Egoshooter Wolfenstein Youngblood nehmen Frauen die Knarren in die Hand und zeigen den Nazis, wo der Hammer hängt. Erstmals dürfen deutsche Spieler ganz legal unterm Hakenkreuz ballern.

Von Andreas Müller

Nach jahrzehntelangem Hängen und Würgen einigten sich die deutschen Jugendschützer darauf, verfassungsfeindliche Symbole in Videospielen nach einer Prüfung zu erlauben. Bethesda's Ableger zur berühmten Wolfenstein-Reihe ist nach einigen Indie-Spielen der erste Blockbuster, in dem Hakenkreuze zu sehen sind.

Rund 20 Jahre sind nach den Ereignissen aus Wolfenstein 2 vergangen. Wir schreiben die 80er-Jahre und Nazi-Jäger B. J. Blazkowicz ist in Rente gegangen – das denkt zumindest jeder. Als er verschwindet, machen sich seine Töchter Jessica und Sophia auf die Suche nach ihm. Die beiden wären keine echten Blazkowicz, wenn sie nicht mitten im Widerstandskampf gegen die menschenverachtenden Nazis landen würden.

Moment, ein totalitäres Nazi-Regime anno 1980? Die Wolfenstein-Reihe skizziert seit ihrer Neuauflage 2014 ein brisantes Szenario: Die Nazis haben den Krieg gewonnen und die Alliierten in den Untergrund gedrängt. Mit Laserstrahlen, Maschinensoldaten und mechanischen Hunden terrorisieren sie die Bevölkerung und nur Helden wie B. J. Blazkowicz bieten Hitler und seinen Schergen die Stirn.

Generationenwechsel

Zeit für einen Generationenwechsel und Frauenpower: Das heißt vor allem Ballern, bis auch der letzte Nazi zerfetzt und blutig durch die Gegend fliegt. Die Zwillingstöchter stehen dem Vater in nichts nach und zeigen sich unnachgiebig im Kampf gegen die Unterdrücker. Im Gegensatz zu den Vorgängern ist Youngblood ein Koop-Shooter für zwei, alternativ übernimmt der clevere Computer die zweite Tochter. Die ist auch bitter nötig, denn der Schwierigkeitsgrad ist hoch und gespeichert wird nur automatisch.

Gemeinsam geht es durch große verzweigte Level vom Zeppelin bis hinunter in die Kanalisation. Neben den deftigen Ballerszenen dürfen sich die Geschwister auch leise an die Gegner anschleichen,

um sie von hinten zu erledigen. Ein bisschen Rollenspiel ist auch dabei: Fähigkeitspunkte dürfen verteilt und die Waffen aufgerüstet werden. Genug zu tun ist in diesem Open-World-Spiel immer, denn außer der Story gibt es zufällige Nebenaufgaben, die allerdings schnell langweilig werden und die Spielänge auf über 20 Stunden unnötig strecken.

Bei all dem Action-Getöse übersieht man schnell, dass Entwickler Machine Games und die Arkane Studios mit ihrem Spiel hochbrisante gesellschaftspolitische Themen besetzen. Ihre wütende politische Botschaft mit dem Slogan „Punch Nazis!“ hat der Reihe in rechtskonservativen Kreisen den Ruf eines Antifa-Shooters eingebracht. Im Gegensatz zur Konkurrenz von Ubisoft oder Infinity Ward, die sich bei brisanten Szenarien wie in Far Cry oder Modern Warfare um eine klare Positionierung drücken, beziehen die Wolfenstein-Macher mit ihrer Anti-Nazi-Botschaft klar Stellung gegen die Branchenmeinung vom unpolitischen Spiel.

Zwei Versionen

In Deutschland hat das Spiel mehr Brisanz, da die internationale Version mit nationalsozialistischer Symbolik erstmals legal erhältlich ist. Möglich macht das die Sozialadäquanzklausel (§3 (3) StGB), die bisher vor allem bei Filmen angewendet wurde und die Darstellung verfassungsfeindlicher Symbole im künstlerischen Kontext erlaubt. Im Handel ist die internationale Version kaum zu finden: Die beiden größten Elektrofachmärkte Mediamarkt und Saturn sowie Gamestop boykottieren das Spiel. Eine Sprecherin von Media-Saturn begründet das gegenüber dem Branchenmagazin Gameswirtschaft.de mit den „sensiblen Inhalten“ der internationalen Version. Die deutsche, hakenkreuzfreie, aber ansonsten ungeschnittene Version ist wie üblich erhältlich.

Wolfenstein Youngblood bewegt sich mit brachialer Action und seiner deutlichen Anti-Nazi-Botschaft auf einem schmalen Grat zwischen Trash und Anspruch. (lmd@ct.de) **ct**

Wolfenstein Youngblood

Shooter	
Vertrieb	Bethesda, https://bethesda.net/de/game/wolfenstein-youngblood
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One, Nintendo Switch
USK-Einstufung	ab 18
Preis	40 €

Ihre eigene Firmen App

Starten Sie in die mobile Werbewelt

Seien Sie für Ihre Kunden immer präsent, egal ob unterwegs oder zuhause. Verbreiten Sie Ihre Neuigkeiten mit Push-Nachrichten in Echtzeit und kommunizieren Sie schnell und direkt mit Ihren Kunden.

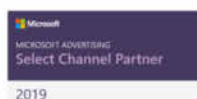
Profitieren Sie vom Rundum-sorglos-Service für Ihre App von Heise.

Schon ab
69,- Euro
pro Monat



Mehr über Firmen Apps erfahren: www.heise-apps.de

Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.



 **Heise** RegioConcept

Telefon 0511 80 90 89 43
www.heise-regioconcept.de



Bild: Thorsten Hübner

Schönschrift

Typografiegestaltung im Browser mit modernem CSS

Damit die Schrift auf Websites ansprechend und gut lesbar ist, gilt es einiges zu beachten. Wir zeigen wichtige Stellschrauben, decken Mythen auf und geben rechtliche Tipps.

Von Merlin Schumacher

Auch bei der digitalen Darstellung von Schrift gilt die Erkenntnis der amerikanischen Typografin Beatrice Ward: „Druckschrift sollte unsichtbar sein.“ Denn gut lesbare Typografie macht es dem Leser möglichst einfach, den Inhalt zu erfassen.

Die Zeiten, in denen man bei der Gestaltung seiner Website auf eine Handvoll Fonts festgenagelt war, sind glücklicherweise seit knapp zehn Jahren vorbei. Dem „CSS Font Module 3“ und dessen CSS-Regel `@font-face` sei Dank. Durch diese weist man Browser an, Schriften nachzuladen. Selbst Microsofts Browser-Plage Internet Explorer kann damit halbwegs umgehen. Es besteht also kein Grund mehr, Menschen auf die abgelutschte, biedere Times New Roman gucken zu lassen oder sich auf den mutlosen Helvetica-Klon Arial zu beschränken. Mehr noch: Inzwischen kann man zahlreiche Attribute einstellen, die eine Vielzahl von typografischen Variationen ermöglichen. Zwar ist das oft noch von dem entfernt, was mit moderner DTP-Software möglich ist, aber

der Webentwickler kann großen Einfluss auf die Schriftgestaltung nehmen.

Die Integration von Schriften in die eigene Seite ist simpel. Erstellen Sie im CSS einfach folgende Regel:

```
@font-face {
  font-family: MeineSchrift;
  src: url(meineschrift.otf);
}
```

Damit haben Sie die Schrift „MeineSchrift“ eingebunden. Das Attribut `font-family` legt die Bezeichnung der Schrift fest. Diese kommt dann später bei der Festlegung der CSS-Attribute für die DOM-Elemente mit `font-family` zum Einsatz. Mit `src: url()` legen Sie die Quelle der Datei fest. Deren Ort ist relativ zur URL der CSS-Datei. Sie können aber auch absolute URLs überge-

ben. Eine Liste von wichtigen CSS-Attributen für `@font-face` finden Sie in der Tabelle auf dieser Seite unten.

Wollen Sie verschiedene Schriftschnitte (fett, kursiv), Varianten (Kapitälchen, dickengleiche Glyphen) oder Laufweiten (eng, weit) einbinden, müssen Sie die entsprechenden Attribute `font-style`, `font-stretch` und `font-weight` sowie die URL nur angeben:

```
@font-face {
  font-family: MeineSchrift;
  src: url(meineschrift_kursiv.otf)
  font-style: italic;
}
@font-face {
  font-family: MeineSchrift;
  src: url(meineschrift_eng.otf)
  font-stretch: condensed;
}
@font-face {
  font-family: MeineSchrift;
  src: url(meineschrift_caps.otf)
  font-variant: small-caps;
  font-weight: bold;
}
```

Mit diesen drei Regeln binden Sie Kursivschrift, eine Condensed-Version mit schmaler Laufweite und Kapitälchen in Fett ein. Wenn man mehrere Schriftschnitte zur Verfügung hat, sollte man diese auch einbinden. Der bei allen drei identische Wert bei `font-family` verheiratet die drei Schnitte zu einer Schrift. Setzt man bei einem Element diese Schrift und den Parameter `font-style: italic`, kommt der kursive der drei Schriftschnitte zum Einsatz. Hat man nur die Normalschrift eingebunden, muss der Browser die Schnitte für Kursivierung oder Fettdruck synthetisieren. Eine um ein paar Grad schräg gestellte Schrift sieht aber nicht so gut aus wie der korrekt kursivierte Schriftschnitt. Die W3C hat sogar das Attribut `font-synthesis` festgelegt, um das Verhalten der Schnittsynthese zu beeinflussen. Das hat aber nur Firefox implementiert.

Das Einbinden von mehreren Schriftdateien wird hoffentlich in Zukunft nicht mehr nötig sein. Die Lösung dafür ist in der noch nicht fertigen Spezifikation „CSS Font Module 4“ enthalten und nennt sich „Variable Fonts“. Diese Erweiterung des Open-Type-Standards ermöglicht es zum Beispiel, die Strichstärke oder Laufweite einer Schrift frei zu variieren. Der Schriftgestalter kann vorher festlegen, wie sich diese Permutationen der Schrift entsprechend der Parameter entwickeln, und man bekommt

ein Schriftbild, das erheblich besser aussieht als die simple Synthese der Browser. Auch wenn CSS Font Module 4 noch in der Standardisierung ist, können alle großen Browser solche Schriften bereits darstellen. Die Menge der verfügbaren Schriften, die das Feature beherrschen, ist aber recht klein. Einige Beispiele für variable Fonts finden Sie über ct.de/ymt8.

Wenn Sie eine Schrift nutzen, die ohnehin bei vielen Geräten vorinstalliert ist, können Sie den Browser auch anweisen, die lokal installierte Schrift einem Download vorzuziehen. Das ist zum Beispiel dann nützlich, wenn Sie die Schrift Roboto von Google verwenden, die auf jedem Android-Gerät vorinstalliert ist:

```
@font-face {
  font-family: Roboto;
  src: local("Roboto"),
  url(roboto.otf);
}
```

Der Parameter `local()` ist hier entscheidend für die Bevorzugung von installierten Schriftdateien. Fehlt die Schrift, lädt der Browser sie herunter. Das spart in diesem Fall bei Android-Handys ein paar KByte Datenvolumen. Das Gleiche gilt aber auch beispielhaft für Windows und Calibri oder macOS und Futura. Noch ein bisschen mehr kann man sparen, wenn man die in einer Schrift enthaltenen Unicode-Zeichen angibt. Dafür kommt `unicode-range()` zum Einsatz. Wenn man eine Schrift für normalen Fließtext verwendet, die aber etwa viele technische Symbole nicht enthält, kann man die in den Schriften enthaltenen Unicode-Zeichen explizit angeben. Der Browser lädt die technische Schrift nur dann herunter, wenn Symbole daraus angezeigt werden müssen:

```
@font-face {
  font-family: BodyFont;
  src: local("Roboto"),
  url(roboto.otf);
  unicode-range: U+0-7F;
}
@font-face {
  font-family: BodyFont;
  src: local(STIXGeneral),
  url(STIXGeneral.otf);
  unicode-range: U+000-49F,
  U+2000-27FF;
}
```

Hier ergänzt die Schrift STIXGeneral, die technische Symbole enthält, die Roboto. Vereint werden die Schriften durch das Attribut `font-family`, das in beiden Fällen den

typografisch
typografisch

Fehlt der gewünschte Schriftschnitt (hier kursiv), kann der Browser diesen synthetisieren (oben). Das sieht aber nur selten so gut aus wie der korrekte Schnitt (unten).

Wert `BodyFont` hat. Die gewünschten Zeichen werden als Unicode-Bereich übergeben. Dabei kann man einzelne Zeichen (U+121), ganze Bereiche (U+121-2FF) oder Wildcard-Notationen angeben (U+1??).

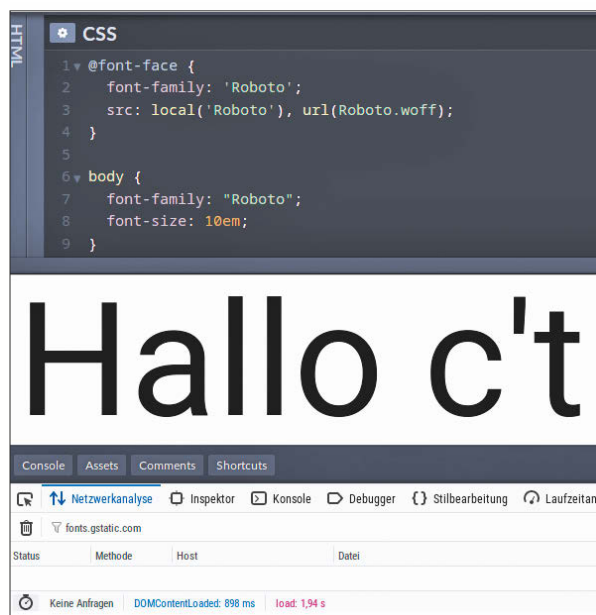
Das Gleiche gilt für die verschiedenen Schriftschnitte. Kommt keine Fettschrift zum Einsatz, lädt der Browser sie auch nicht. Dabei sollte man aber immer abwägen, ob sich das Nachladen eines ganzen Satzes lohnt, nur weil man ein μ oder ein Omega benötigt. Die paar nötigen Buchstaben kann ein typografisch versierter Dienstleister auch in die Hauptschrift integrieren und man erspart dem Client damit einen Request.

Formatfragen

Für nachladbare Schriften gibt es verschiedene Formate: Embedded OpenType, True Type, Open Type und Web Open Font Format (2). Die beste Wahl ist das Web Open Font Format 2 (WOFF2). WOFF ist ein Containerformat, das eine komprimierte Schrift im Open-Type- oder True-Type-Format und einige Metadaten enthält. Während bei der ersten Version noch `zlib` als Kompression zum Einsatz kam, verwendet Version 2 Googles Brotli-Algorithmus. Dadurch sollen die Schriften laut Google 30 Prozent weniger Datenvolumen brauchen. Wer die größtmög-

CSS-Attribute für @font-face

Attribut	Funktion
<code>font-family</code>	Schriftfamilie
<code>font-style</code>	Schriftschnitt
<code>font-size</code>	Schriftgröße
<code>font-weight</code>	Strichstärke
<code>font-stretch</code>	Laufweite
<code>font-feature-settings</code>	Open-Type-Features (de)aktivieren
<code>unicode-range</code>	enthaltene Unicode-Zeichen
<code>font-display</code>	Fallback-Verhalten



Wer das Laden seiner Website beschleunigen will, sollte mit dem Parameter `local()` zuerst die Schriften laden, die auf dem Client installiert sind. Fehlt die Schrift, kann der Client sie immer noch vom Server holen.

liche Kompatibilität braucht (sprich: den Internet Explorer unterstützen muss), sollte auf WOFF in Version 1 zurückgreifen.

Embedded OpenType versteht nur der Internet Explorer, ist also praktisch nutzlos. Das Gleiche gilt für die veralteten SVG-Schriften, die nur noch Apples Safari unterstützt.

In den vorherigen Beispielen kamen Open-Type-Schriften zum Einsatz. Das Folgende bindet eine WOFF2-Datei mit einer EOT-Schrift als Fallback ein:

```
@font-face {
  font-family: Roboto;
  src: local("Roboto"),
       url(roboto.woff) format("woff2"),
       url(roboto.eot) format("eot");
}
```

WOFF2-Container, die eine Open-Type-Schrift enthalten, sind das zu bevorzugende Format, denn Open Type erlaubt vielerlei typografische Spezialitäten, die andere Formate nicht beherrschen. Außerdem hat sich das W3C bei der Entwicklung der `@font-face`-Spezifikation an Open Type orientiert. Man kann aber auch die altbekannten True-Type-Schriften verwenden. Aufgrund der besseren Kompression von WOFF2 sollte man seine Schriften in jedem Fall in dieses Format konvertieren. Links zu passenden Konvertern und weiteren Infos zum Thema Webfonts finden Sie über ct.de/ymt8.

Rechtliches

Wer Schriften durch einen Konverter schickt, sollte vorher sicherstellen, dass diese auch für die Nutzung im Web lizen-

ziert wurden. Das gilt auch für komplett gekaufte Schriftpakete. Wer eine Hausschrift erwirbt oder bereits erworben hat, sollte kontrollieren, ob Webfonts enthalten sind – und vor allem, in welchem Umfang man sie nutzen darf. Einige Anbieter staffeln die Kosten nach Menge der Seitenabrufe. In speziellen Fällen kann die Nutzung auf der eigenen Domain erlaubt sein, auf weiteren Projekt- oder Produktseiten aber nicht.

Falls die Schrift nur in überholten Dateiformaten wie EOT oder SVG vorliegt, sollte man klären, ob man sie umwandeln darf. Die Umwandlung kann bereits einen Lizenzverstoß darstellen.

Bei frei im Web verfügbaren Schriften sollte man genau kontrollieren, was man darf und was nicht – im Zweifel lässt man besser die Finger davon. Schriften, die vom Betriebssystem mitgeliefert werden, unterliegen meist ebenfalls Nutzungsbedingungen, die deren Einsatz nur auf diesem Betriebssystem erlauben. Auch hier gilt: Finger weg! Steht die Schrift unter der SIL Open Font License, hat man Glück und kann sie auch als Webschrift verwenden.

Online-Dienste, die fertige Schriftpakete für Browser bereitstellen, wie etwa Google Fonts oder Adobes TypeKit, sind auf den ersten Blick ein Segen. Sie ermöglichen eine detaillierte Konfiguration der zu ladenden Schriften und bieten eine Riesenauswahl. Man muss nur eine CSS-Datei in seine Website einbinden und hat Zugriff auf die Schriften. Das Einbinden der Schriften ist aber möglicherweise datenschutzrechtlich problematisch, denn

beim ersten Aufruf der Seite müssen die Schriftdateien von externen Servern nachgeladen werden. Mehr dazu im Kasten „Webfonts und der Datenschutz“.

Zumindest für die Google Fonts kann man das Problem umschiffen. Mit dem `google-webfonts-helper` können Sie die bei Google Fonts verfügbaren Web-Schriften als Paket herunterladen und von Ihrem Webserver ausliefern lassen. Bei Adobes TypeKit geht das nicht, da die Nutzungsbedingungen der meisten Schriften widerspricht.

Mythen um Typen

CSS bietet zahlreiche Optionen, um die Schrift und deren Darstellung zu manipulieren. Es geistern zu dem Thema einige Empfehlungen durchs Web, die überholt sind oder schon immer falsch waren. So wird gern die Empfehlung gegeben, die Attribute `-webkit-font-smoothing` und `-moz-osx-font-smoothing` zur Manipulation der Schriftglättung einzusetzen. Beide Parameter funktionieren aber nur auf macOS und sind auch dort unsinnig, denn man sollte dem Browser überlassen, wann er welche Form der Schriftglättung einsetzt. Safari für iOS hat das Attribut noch nie umgesetzt, denn Bildschirme mit sehr hohen DPI-Zahlen brauchen kein Subpixel-Antialiasing.

Das Attribut `text-rendering` mit dem Wert `optimizeLegibility` wird ebenfalls häufig empfohlen. Das Attribut wird zwar von den gängigen Browsern unterstützt, aber ist nicht Teil von CSS, sondern ein Parameter für SVG-Schriften. Es soll Dinge wie Ligaturen und das Nutzen von Kerning-Informationen aktivieren. Die Browser aktivieren diese Funktionen so oder so. Auch `font-kerning` wird gern empfohlen, um das ohnehin schon aktivierte Kerning zu erzwingen. Die Fälle, in denen das Abschalten sinnvoll ist, muss man mit der Lupe suchen.

Das korrekte Aktivieren von Kapitälchen und ähnlichen Schrifteigenschaften kann man mit zwei Attributen auslösen: `font-variant` und `font-feature-settings`. Beide machen auf den ersten Blick ähnliche Dinge, verhalten sich jedoch grundlegend anders.

`font-variant` ist eine Kurzfassung der Attribute `font-variant-caps`, `font-variant-numeric`, `font-variant-alternates`, `font-variant-ligatures` und `font-variant-east-asian`. Nicht alle davon funktionieren mit allen Browsern – besonders Edge hat

damit Probleme. `font-variant-alternates` zur Angabe von alternativen Glyphen versteht nur Firefox. Zwei Beispiele:

```
.small-caps {
  font-variant: small-caps;
}
table {
  font-variant: tabular-nums;
}
```

Die erste Regel weist der CSS-Klasse `small-caps` Kapitälchen zu. Die zweite stellt die Zahlendarstellung in Tabellen auf dickengleiche Glyphen, also Ziffern gleicher Breite wie bei `Monospace`-Schriften, um.

Die Alternative ist der Einsatz des Attributs `font-feature-settings`. Mit diesem aktiviert man direkt die Open-Type-Features der Schriften, von dekorativen Schwungbuchstaben bis hin zu proportionalen Breiten für asiatische Schriftsysteme. Eine Variante des Beispiels mit `font-feature-settings`:

```
.small-caps {
  font-feature-settings: "smcp" 1;
}
table {
  font-feature-settings:
    "tnum", "liga" off;
}
```

Hier repräsentiert eine vier Zeichen lange ID das Open-Type-Feature. `smcp` steht für „small caps“ also Kapitälchen, `tnum` für „table numbers“ also dicktengleiche Ziffern und `liga` für Ligaturen. Wie man an den Regeln sieht, kann man auch mehrere Features aktivieren oder deaktivieren. Den Features kann man auch noch Parameter nachstellen, zum Abschalten der Ligaturen beispielsweise `off`. Bei manchen Optionen, wie etwa alternativen Glyphen, lassen sich Zahlen angeben, die dann unterschiedliche Sets von Glyphen festlegen, etwa für verschiedene Varianten von Schwungbuchstaben. Die gesamte Fülle der möglichen Open-Type-Optionen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Gute Übersichten über die möglichen Attribute finden Sie über ct.de/ymt8.

Der Unterschied beider Parameter liegt in der Synthese. Beim Einsatz von `font-variant` synthetisiert der Browser die gewünschte Variante (etwa Kapitälchen) bestmöglich. Das passiert bei `font-feature-settings` nicht. Sind die Features nicht Teil der eingesetzten Schrift, zeigt der Browser sie auch nicht an. Deshalb ist `font-variant` zu bevorzugen, wenn man bereits

weiß, dass die eingesetzte Schrift die Features nicht enthält. Ansonsten sollte man auf `font-feature-settings` zurückgreifen.

Fazit

Die meisten der CSS-Funktionen für Typografie stehen und fallen mit der Auswahl der Schrift und deren Schnitten und Features. Viele, auch kostenpflichtige Schriften, bieten nur das Nötigste. Dann muss man auf die mangelhafte Synthese der Browser zurückgreifen. Es bleibt zu hoffen, dass sich die variablen Fonts

durchsetzen und die Schriftgestalter ihre Angebote anpassen. So bleibt einem als Entwickler und Designer viel Arbeit erspart. Wer wirklich tief in die Materie einsteigen will, schaut sich am besten das „CSS Font Module 3“ und auch gleich die zukünftige Version 4 an. Dort findet man weit mehr Details und Informationen, als in einen c't-Artikel passen.

(mis@ct.de) **ct**

Links, Beispiele und Dokumentationen:
ct.de/ymt8

Webfonts und der Datenschutz

Von Joerg Heidrich

Die Nutzung von Angeboten wie Google Fonts oder Adobe TypeKit ist aus Sicht des Datenschutzes alles andere als unproblematisch. Denn zumindest solange diese direkt vom Server des Anbieters geladen werden, fließen personenbezogene Daten in Form der IP-Adresse auf Server in die USA. Der Europäische Gerichtshof hat hierzu Ende Juli explizit entschieden, dass eine solche Weitergabe von persönlichen Daten ohne Zustimmung des Users oder anderweitige Rechtsgrundlage klar rechtswidrig ist. Die Entscheidung erging zwar explizit zu Facebooks „Like-Buttons“. Sie dürfte jedoch ohne Weiteres auch auf die Einbindung von Fonts von US-Servern anwendbar sein.

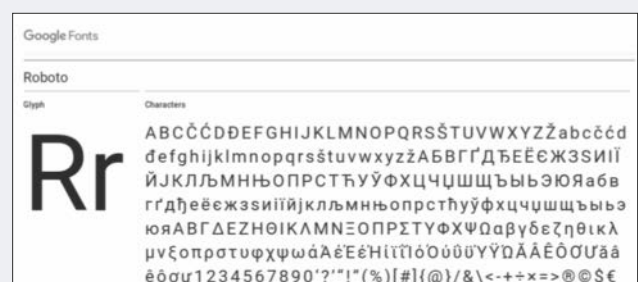
Denn ein solcher Datentransfer wäre allenfalls dann zulässig, wenn der Nutzer dazu seine Einwilligung erteilt. Gerade bei Fonts dürfte es aber schon technisch schwierig sein, denn eine solche Willensbekundung müsste dann schon vor dem Aufrufen der Website eingeholt werden, also bevor die Übermittlung der IP-Adresse stattfindet. Hinzu kommt noch das generelle Problem von Einwilligun-

gen. Diese erfordern einen „informierten Nutzer“, dem als Basis für seine Entscheidung genau dargelegt werden muss, was mit seinen Daten geschehen soll. Auch das ist gerade bei einem Export in die USA nicht immer klar und auch nicht leicht zu formulieren.

Auch auf ein berechtigtes Interesse als Rechtsgrundlage für die Online-Einbindung von Fonts kann der Website-Betreiber kaum setzen. Auch wenn man ein solches Interesse überhaupt grundsätzlich annehmen kann, dürfte es kaum die Interessen der Nutzer überwiegen, die kaum erwarten werden, dass ihre Daten ohne ihr Wissen und ihre Zustimmung auf US-Server übermittelt werden.

Eine datenschutzfreundliche Alternative zu dem automatischen Abruf der Fonts von den Servern der US-Anbieter stellt der „Offline-Modus“ dar, den etwa Google anbietet. Dabei erfolgt das Einlesen der Schriften lokal, sodass beim Aufrufen der Website keine Verbindung zu dem Anbieter aufgebaut werden muss. Diese Lösung ist gerade nach dem EuGH-Urteil klar vorzuziehen, da nach der Entscheidung des Gerichts nunmehr auch verstärkt Abmahnungen für Verstöße gegen die DSGVO möglich sind.

Dienste wie Google Fonts sind nützlich, aber datenschutzrechtlich ein No-Go.





Musik-Tablet

So gelingen Musikproduktionen auf dem iPad

Dank der großen App-Auswahl lassen sich auf Apples iPad professionell klingende Songs aufnehmen und abmischen. Wir geben Tipps für den Einstieg – vom Audio-Interface bis hin zu Effekt-Plug-ins.

Von Hartmut Gieselmann

Apple baut das iPad immer weiter zum Desktop-Ersatz aus – vor allem die aktuellen Air- und Pro-Varianten. Im App-Store findet man unzählige Musik-Programme, die die Touch-Bedienung voll ausnutzen und auf keiner anderen Plattform zu finden sind.

Kleine Musikeinspielungen funktionieren auf einem iPad schon lange. Mittlerweile sind auch professionelle Effekte zur Musikproduktion verfügbar, die nur ein Bruchteil der Desktop-Versionen kosten. Damit Sie angesichts des riesigen Angebots im App Store nicht den Überblick verlieren, geben wir Ihnen Tipps zur sinnvollen Hardware-Ausstattung und zu Musik-Apps fürs Mixen.

Kopfhörer und Audio-Interface

Wer auf einem iPad Musik machen will, muss zumindest einen Kopfhörer anschließen. Das ist gar nicht mal trivial, weil die aktuellen Pro-Modelle keine Kopfhörerbuchse mehr haben, sondern nur noch einen USB-C-Anschluss. Bluetooth-Kopfhörer sind zum Musikmachen

jedoch tabu. Ihre Ausgabeverzögerung liegt bei rund 200 ms. Zum Musizieren akzeptabel wären maximal 20 ms.

An iPads mit Kopfhörerbuchse – das sind alle Modelle, die ein Lightning-Interface haben – passen gewöhnliche Kopfhörer mit Kabelanschluss. Man sollte darauf achten, dass ihre Impedanz unter 100 Ohm liegt und sie einen möglichst neutralen Frequenzgang haben. Empfehlenswerte günstige Einstiegsmodelle sind etwa der Beyerdynamic DT-770 (120 Euro, 80 Ohm) und der Mackie MC-250 (100 Euro, 32 Ohm). Ein Audio-Interface brauchen Sie bei diesen iPads ansonsten nur, wenn Sie etwas aufnehmen wollen. Für aktuelle Pro-Modelle mit USB-C-Anschluss benötigt man hingegen immer ein Audio-Interface – oder zumindest Apples USB-C-Adapter für Kopfhörer.

Zum Anschluss per USB kommen verschiedene Adapter in Frage: Ein iPad Pro mit USB-C liefert genügend Strom, sodass ein einfacher passiver Adapter von USB-C auf USB Typ-A genügt. Lightning-Modelle geben jedoch nicht genügend Saft ab, sodass man einen **Apple Lightning auf USB 3 Kamera-Adapter** (45 Euro) benötigt. Er versorgt das USB-Interface parallel zum iPad mit Strom.

Zu empfehlen ist beispielsweise das flache Audio-Interface Tascam iXR (circa 130 Euro), das im Test in c't 9/2017, Seite 128 mit guten Messwerten überzeugte. Wem Mono-Aufnahmen von Gitarre oder einem Mikrofon genügen, der kann alternativ auch zum exzellent klingenden Audient iD4 (125 Euro) greifen. Es klappt aber auch mit anderen Modellen, die „USB Class Compliant“ sind.

MIDI-Controller

Zwar lassen sich Synthesizer grundsätzlich auch auf dem Touchscreen spielen, ein MIDI-Keyboard verbessert das Spielgefühl jedoch erheblich.

Weil das iPad allerdings nur eine Lightning- beziehungsweise USB-C-Buchse hat, an der bereits ein Audio-Interface hängt, benötigen Sie einen aktiven USB-Hub, um weitere MIDI-Controller (mit USB-Verbindung) anzuschließen. Der Kabelsalat wird dann schnell zu groß. Zu empfehlen sind daher Bluetooth-Controller, die per Funk Kontakt zum iPad aufnehmen. Im Unterschied zur Audio-Übertragung entstehen bei MIDI keine nennenswerten zusätzlichen Latenzen. Günstige Modelle sind etwa das Akai LPK 25 Wireless (60 Euro) oder das Korg microKey Air 25 (80 Euro). Für das flache und platzsparende CME XKey Air 25 (180 Euro) muss man tiefer in die Tasche greifen.

Wer Keyboard und Audio-Interface in einem Gerät sucht, wird beim iK Multimedia iRig Keys i/O (ab circa 170 Euro) fündig, das mit 25 oder 49 normal großen Tasten angeboten wird und das iPad per USB-Durchleitung mit Strom versorgt. Anschlüsse für Mikrofon/Gitarre, Kopfhörer und Aktiv-Lautsprecher sind ebenfalls vorhanden. Die Gummipads zum Einspielen von Drums sind eine nette Dreingabe – Beats lassen sich allerdings genauso gut direkt auf dem Touchscreen einklopfen.

Audio-Konzept

Waren früher relativ umständliche Konstruktionen via Audiobus oder Inter App Audio (IAA) nötig, damit mehrere Musik-

Apples Lightning auf USB 3 Kamera-Adapter erlaubt den Anschluss eines USB-Audio-Interfaces inklusive Stromversorgung.



programme auf einem iPad miteinander spielen, so hat sich inzwischen das Plug-in-Format AUv3 etabliert. Wie auf einem Desktop-Rechner setzt das Konzept auf eine Host-Software (Digital Audio Workstation, DAW), die sowohl die Steuerung der Klangerzeuger per MIDI übernimmt als auch Audio-Spuren aufnimmt und abmischt. Über die AUv3-Schnittstelle lassen sich in eine solche Host-App verschiedene Plug-ins laden, die die Software mit Instrumenten und Effekten ergänzen.

Die wesentlichen Vorteile von AUv3 gegenüber der veralteten IAA-Schnittstelle sind, dass Sie mehrere Instanzen eines Plug-ins laden können – Sie können ein und dieselbe Synthesizer-App also für

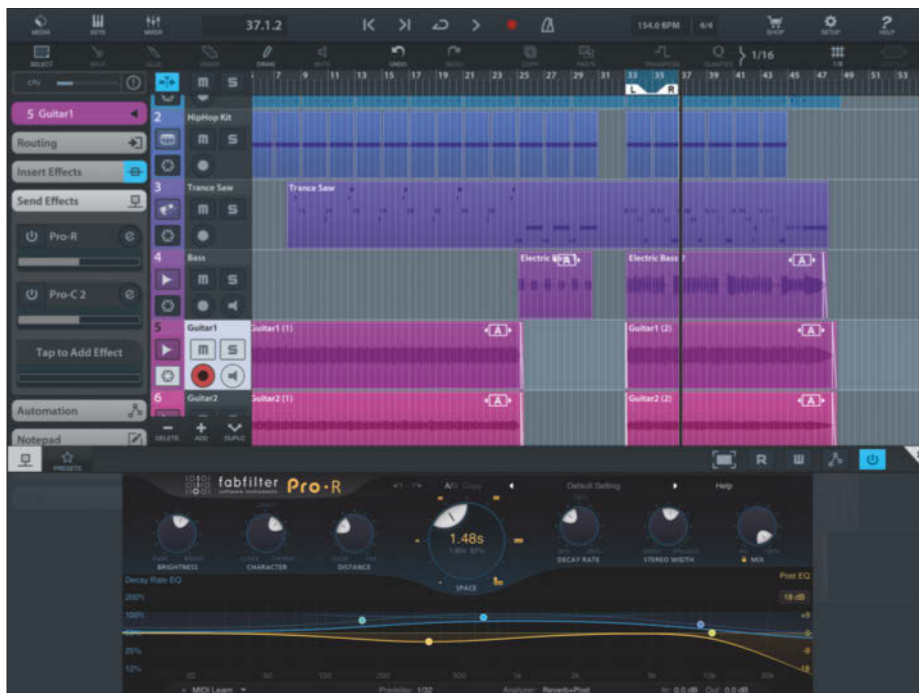
mehrere Spuren mit unterschiedlichen Sounds parallel einsetzen. Zudem speichert die Host-App sämtliche Einstellungen des Plug-ins. Andernfalls ist ein „Total Recall“ – also das Wiederherstellen einer gespeicherten Musik-Session – überaus mühsam und fehleranfällig. Deshalb sollten Sie bei Ihren Streifzügen durch das Angebot im App Store stets darauf achten, dass die Programme die AUv3-Schnittstelle unterstützen.

Generell können Sie im Setup der Host-Programme die Größe des Puffers für das Audio-Interface einstellen. Entsprechend ändert sich die Latenz, mit der ein Audiosignal bei der Aufnahme und Wiedergabe verzögert wird. Gebräuchlich sind Puffergrößen von 128, 256, 512 oder 1024 Samples. Zur Aufnahme stellt man möglichst kleine Puffer ein, die gerade groß genug sind, dass keine Knackser auftreten. Kleine Puffer verkürzen die Latenz, belasten jedoch den Prozessor mehr. Wenn beim Mischen und Mastern leistungshungrige Effekte zum Einsatz kommen, sollten Sie den Puffer deshalb vergrößern.

Zwar unterstützen Musik-Programme inzwischen auch Abtastfrequenzen von 96 kHz. Den bestenfalls marginalen klanglichen Vorteilen steht jedoch eine wesentlich höhere Prozessorlast gegenüber, sodass man sich in der Praxis mit



Für das kostenlose GarageBand bietet Apple inzwischen viele toll klingende Instrumente und Sample-Packs an. AUv3-Plug-ins lassen sich ebenfalls einbinden.



Cubasis kann AUv3-Plug-ins wie hier den Hall-Effekt Fabfilter Pro-R auf Fingertipp auch bildschirmfüllend hochskalieren.

44,1 kHz (etwa für CD-Pressungen) oder 48 kHz (für Musikvideos etc.) begnügen sollte.

GarageBand

Drei DAWs sind derzeit besonders zu empfehlen, die AUv3 unterstützen. Zunächst das von Apple kostenlos angebotene **GarageBand**. Es bringt einige hervorragend klingende Instrumente mit, die sich selbst auf dem Touchscreen komfortabel spielen lassen – sogar die Anschlagstärke wird berücksichtigt. Per AUv3 bindet GarageBand externe Synthesizer und Effekte ein.

Für einfache Einspielungen von Demo-Songs mit mehreren Spuren genügt GarageBand allemal. Selbst Einsteiger ohne musikalische Vorbildung kommen dank der Spielhilfen wie den automatischen Schlagzeugern relativ schnell zu Ergebnissen. Für professionell klingende Songs fehlen allerdings einige Mixing-Funktionen. Zwar stehen pro Aufnahm Spur bis zu vier externe Effekte zur Verfügung. Um den Klang des Gesamtwerks zu beeinflussen, findet man aber nur eine begrenzte Auswahl an Presets für Hall und Echos, die sich nicht mit externen Effekten ergänzen lassen.

Cubasis

Um einen Song einigermaßen professionell abzumischen, benötigt man deshalb

eine DAW wie **Cubasis 2** (Steinberg, 55 Euro). Die App kann beispielsweise Aufnahmen, Samples und Loops über einen sehr guten Timestretching-Algorithmus auf ein anderes Tempo oder eine andere Tonhöhe anpassen. Neben jeweils vier Slots pro Kanal für Insert-Effekte bietet Cubasis drei Send-Return-Kanäle an, die sich mit Effekten frei bestücken und von mehreren Spuren aus beschicken lassen. Diese kann man gut für externe Plug-ins wie Hall, Echo und Verzerrer oder Kompressoren nutzen. Zum Mastern stehen in der Summenspur drei Slots parat, in die man etwa einen Equalizer, Kompressor und einen Limiter packt, dazu später mehr.

Auria Pro

Trotz seiner zahlreichen Funktionen für Audio- und MIDI-Spuren lässt sich Cubasis auch auf normalgroßen iPads gut mit den Fingern bedienen. Für das komplexere **Auria Pro** (WaveMachine Labs, 55 Euro) sollte es hingegen schon ein großes iPad Pro sein. Selbst dort hilft ein Stift ungemein, die kleinen Schalter und Regler auf dem Touchscreen zu treffen.

Empfehlenswert ist der direkte Kauf der Pro-Version im App-Store. Denn bei einer Aufrüstung der kostenlosen Version Auria LE per In-App-Kauf lässt sich die Software nicht für Familienmitglieder

freigeben. Auria bietet zudem diverse In-App-Käufe für weitere Plug-ins an, die sich allerdings nur in Auria nutzen lassen. Hier setzt man besser auf separate AUv3-Plug-ins, die man auch in andere Host-Apps einklinken kann.

Gegenüber dem gleich teuren Cubasis hat Auria Pro den Vorteil, dass es mehrere Einzelspuren zu einer Subgruppe zusammenfassen kann. Das ist beispielsweise praktisch, um mehrere Drum-Spuren zu einem Schlagzeug zu vereinen. Bis zu acht solcher Subgruppen verbessern die Übersicht auch in großen Arrangements.

Zudem bietet Auria nicht nur drei einzelne Send-Return-Effekte, sondern bis zu sechs Gruppen an. Dort lässt sich etwa der Klang eines Halls mit einem EQ oder Kompressor nachbearbeiten.

Plug-in-Effekte

DAWs wie Cubasis und Auria bringen zwar interne Effekte mit, in puncto Klangqualität und Bedienung sind diese aber nur Mittelklasse. Für anspruchsvollere Produktionen lohnt sich deshalb die Investition in separate Plug-ins.

Zu den besten der Branche gehören die Effekte der Firma FabFilter. Neben den exzellenten Klangeigenschaften und dem Funktionsumfang sticht vor allem ihre Bedienungs Oberfläche hervor. Sie versucht nicht, alte Hardware zu imitieren, sondern zeigt alle Parameter auf einer modernen Oberfläche, die sich auch per Touchscreen einfach bedienen lässt. Die integrierten Analyzer geben zudem ein optisches Feedback, was hilft, die richtigen Einstellungen zu finden.

Besonders empfehlenswert ist das **FabFilter Pro Bundle**. Zum Preis von 150 Euro bekommt man sieben professionelle Effekte, deren Desktop-Pendants über 600 Euro kosten würden. Einzeln schlagen die Effekte mit jeweils 33 bis 44 Euro zu Buche.

Nahezu in jeder einzelnen DAW-Spur kann man den Equalizer **Pro-Q 3** gebrauchen. Feinste Frequenzanhebungen oder Absenkungen lassen sich hier exakt per Finger einzeichnen. Auf Wunsch reagiert er auch dynamisch auf das Musikmaterial und verstärkt oder dämpft Frequenzen nur dann, wenn eine Pegelspitze auftaucht. Dadurch kann er im gewissen Rahmen sogar Aufgaben des De-Essers Pro-DS übernehmen, der allzu harsche Zischlaute dämpft, oder des Multiband-Kompressors Pro-MB. Die Skalierung lässt sich

zudem Anpassen, um die im Mastering nötigen Justierungen im Bereich von ± 3 dB vorzunehmen.

Ebenso vielseitig und quasi in jeder Einzelspur einsetzbar ist der Kompressor **Pro-C 2**. Er unterstützt verschiedene Kompressions-Algorithmen, die sich unter anderem in der Ansprechzeit unterscheiden und sich für subtile Mastering-Aufgaben ebenso eignen wie für aggressive Pump-Effekte. Besonders hilfreich ist die Abhörfunktion hinter dem Kopfhörer-Symbol, die nur die Differenz zwischen Ein- und Ausgang erklingen lässt. Damit findet man die richtigen Attack- und Release-Zeiten im Handumdrehen.

Das Besondere am Limiter **Pro-L 2** ist, dass er die Lautheit des Mixes in LUFS misst, sodass man gleich die für Pop-Songs optimale Lautstärke von etwa -9 LUFS einstellen kann. Wie beim Kompressor kann man sich auch hier das Differenzsignal zwischen Ein- und Ausgang anhören und die Attack- und Release-Zeiten so einstellen, dass keine Verzerrungen auftreten. In Cubasis und Auria setzt man den Pro-L 2 am besten im letzten Slot der Master-Spur ein und schaltet den internen Limiter der DAWs aus.

Der Hall-Effekt **Pro-R** erlaubt es, die Abklingzeit der Hallfahnen frequenzabhängig zu beeinflussen. So lassen sich störende Resonanzen effektiv entfernen. Bei Instrumenten und Stimmen, die sehr nah am Zuhörer sein sollen, vergrößert man die Stereobreite und den Anteil höherer Frequenzen. Bei weiter entfernten Instrumenten senkt man beides ab. So bekommt man eine gute räumliche Staffelung in den Mix.

Die weiteren FabFilter-Effekte sind Spezialisten für schwierige Fälle: Das Gate Pro-G hilft bei verrauschten Aufnahmen, der De-Esser Pro-DS bei zischelnden Sängern und der Multiband-Kompressor Pro-MB bei temporären Frequenzspitzen, wenn sie aus einer Aufnahme zu sehr hervorstechen – etwa eine vorlaute Hihat aus einer Schlagzeugaufnahme.

Wer abseits solcher Standard-Mixaufgaben weitere AUv3-Effekte für Echos (Delays) und Verzerrungen sucht, dem seien die Plug-ins von **Audio Damage** empfohlen, die gemessen an ihrem günstigen Preis von ein paar Euro erstaunlich gut klingen.

Dazu gehört etwa das **QuatroMod** (7 Euro), das vom Chorus über Flanger bis zum Frequenz-Shifter und Diffusor alle zeitbasierten Modulations-Effekte ab-



Auria Pro legt Effekte in frei skalierbaren Fenstern übereinander. Für die kleinteilige Bedienung ist ein großes iPad Pro mit Stift zu empfehlen.

deckt. Längere Echos, wie sie im Dub üblich sind, liefert die **Dubstation 2** (7 Euro). Das Plug-in synchronisiert die Echos zum Tempo, verzerrt und filtert sie für einen besonders schön schmutzigen Sound. Für stärkere Verzerrungen ist **Grind Distortion** (7 Euro) verantwortlich. Das Plug-in taugt nicht nur für Gitarre und Bass, sondern auch für Drum-Loops, die sich mit rhythmischen Filterfahrten verfremden lassen. Alle drei Effekte bekommt man im Audio Damage Studio Bundle zusammen mit einem brauchbaren Hall zum Sparpreis von 15 Euro.

Spektakuläre Filterfahrten liefert wiederum die **Filterstation 2** (5,49 Euro), bei der mehrere verschiedene Filter parallel oder in Reihe geschaltet werden, die sich rhythmisch im Takt öffnen und schließen oder der Hüllkurve des Eingangssignals folgen. Remixer können schließlich mit **Replicant 2** (7 Euro) ihrem Mix rhythmische Glitch- und Stotter-Effekte hinzufügen. Wie bei FabFilter spart man auch bei Audio Damage auf dem iPad gegenüber den Desktop-Versionen bares Geld: Statt 27,49 Euro würden letztere nämlich mit über 200 Euro zu Buche schlagen.

Outro

In Kombination mit den FabFilter-Plug-ins kann man sowohl mit Cubasis als auch mit Auria Pro professionell klingende

Songs auf dem iPad produzieren. Allerdings sollte man im Rahmen bleiben: Aufnahmen für kleine Bands mit 10 bis 20 Spuren sind okay, große Orchester mit über 60 Spuren eine Überforderung. Denn so leistungsfähig wie ein ausgewachsener Desktop-Rechner ist ein iPad eben doch nicht. In der Praxis schränkt vor allem die Display-Größe ein. Große Arrangements benötigen einen großen Bildschirm, damit man den Überblick behält und nicht ständig scrollen muss.

Zwar will Apple im Herbst iPadOS veröffentlichen, das den Anschluss externer Monitore sowie eine Maussteuerung erlauben soll. Die aktuelle Beta 3 von iPadOS sorgte aber für Ernüchterung: Die Zeigerbewegungen einer Bluetooth-Maus waren für ein konzentriertes Arbeiten zu ruckelig und ein aktueller USB-C-Monitor von Dell wurde gar nicht erst erkannt.

Kleinere Mixaufgaben und Songs sind auf einem iPad aber durchaus möglich. Hier punktet Cubasis gegenüber Auria Pro mit seiner aufgeräumteren Bedienoberfläche. Großen Arrangements sind aber selbst die aktuellen iPad-Pro-Modelle noch nicht gewachsen, weshalb Auria Pro seine Vorteile bei der Gruppierung von Spuren und den Send-Return-Effekten noch nicht richtig ausspielen kann.

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



Aus dem Hut gezaubert

Das „Neu“-Menü im Explorer anpassen

Für viele Windows-Anwender ist nicht das Startmenü Dreh- und Angelpunkt ihrer Aktivitäten auf dem PC, sondern der Explorer: Hier lassen sich Dateien öffnen und löschen, aber auch neu anlegen. Das dazugehörige Menü verdient allerdings etwas Pflege.

Von Hajo Schulz

Beim Umgang mit Dokumenten bietet Windows grundsätzlich zwei verschiedene Arbeitsweisen an: anwendungszentriert oder dokumentenzentriert. Anwender, die die erste Methode bevorzugen, starten zunächst ihre Anwendung aus dem Startmenü oder über einen anderen Shortcut. Mit den Befehlen aus dem „Datei“-Menü öffnen sie anschließend ihr Dokument oder erstellen ein neues, das sie nach getaner Arbeit speichern.

Der andere Teil der Anwender neigt eher dazu, die zu bearbeitende Datei per Explorer anzusteuern und doppelzuklicken, um das zuständige Programm zu starten. Eine neue Datei erstellen diese Anwender üblicherweise, indem sie mit dem Explorer zum gewünschten Speicherort navigieren, per Rechtsklick dessen Kontextmenü öffnen und eines der angebotenen Dateiformate aus dem „Neu“-Untermenü auswählen. Dasselbe Menü findet sich als „Neues Element“ im Ribbon unter dem Reiter „Start“ im Abschnitt „Neu“. Wenn Sie zu den Anwendern gehören, die so arbeiten, werden Sie sich wahrscheinlich auch schon mal darüber geärgert haben, dass dieses Menü Einträge enthält, die Sie praktisch nie brauchen, oder dass ein bestimmtes Dateiformat fehlt. Das können Sie ändern.

Aufräumen

Anders, als man vermuten könnte, gibt es für den Inhalt des Neu-Menüs keinen zentralen Ordner oder Registry-Schlüssel. Vielmehr setzt es sich aus Einträgen zusammen, die in der Registry ziemlich weit verstreut sind. Es handelt sich um Unterschlüssel namens ShellNew, die ihrerseits in Unterschlüsseln von HKEY_CLASSES_ROOT (im Folgenden kurz HKCR genannt) stecken, und zwar in solchen, deren Name mit einem Punkt beginnt, die also zu einer registrierten Dateierweiterung gehören.

Das Entfernen eines störenden Eintrags aus dem Neu-Menü ist folglich schnell erledigt: Angenommen, er dient dazu, XYZ-Dateien anzulegen. Dann genügt es, den Registry-Schlüssel HKCR\.\xyz\ShellNew zu löschen. Vorsichtige Naturen benennen ihn lieber nur um, damit er bei einem Sinneswandel schnell wiederhergestellt ist.

Alle hier beschriebenen Änderungen in der Registry schlagen direkt auf den Explorer durch: Beim nächsten Öffnen des Kontextmenüs liest er die relevanten Teile von HKCR komplett neu ein. Sich ab- und wieder anzumelden oder gar Windows neu zu starten, ist dazu nicht erforderlich.

Typfrage

Um im Neu-Menü einen Eintrag hinzuzufügen, muss zunächst sichergestellt sein, dass der Dateityp, den Sie erzeugen wollen, im System registriert ist. Die Mindestanforderungen erklären sich am besten anhand eines – ausgedachten – Beispiels: Angenommen, Sie haben eine Anwendung namens Astroman zum Erstellen von Horoskopen. Diese speichere das Programm in Dateien mit der Endung .hor. Dann sollten Sie zunächst überprüfen, ob es in der Registry den Schlüssel HKCR\.\hor gibt. In dessen (Standard)-Wert muss die sogenannte ProgId für Horoskopdateien stehen. Im Folgenden gehen wir davon aus, dass sie „Astroman.hor“ lautet; üblich wäre auch noch ein vorangestellter Herstellername oder einfach „horfile“.

Weiter geht es im HKCR-Unterschlüssel, dessen Name der ProgId entspricht, im Beispiel also in HKCR\Astroman.hor. Des dessen (Standard)-Wert enthält die für die Anzeige gedachte Beschreibung des Dateityps, also etwa „Astroman-Horoskop“. Was hier steht, erscheint unter anderem im Explorer in der Spalte „Typ“, wenn Sie die Ansicht auf „Details“ schalten. Der Schlüssel beherbergt außerdem die Unterschlüssel-Hierarchie shell\open\command. Im (Standard)-Wert von command steht schließlich die Befehlszeile, die eine Datei des zugehörigen Typs etwa bei einem Doppelklick öffnet, im Beispiel vermutlich so etwas wie "C:\Program Files\Astroman\Astroman.exe" "%1" – der Platzhalter %1 wird beim eigentlichen Aufruf durch den Dateinamen ersetzt.

Die bis hierher erwähnten Registry-Schlüssel können noch weitere Unterschlüssel und Werte enthalten, die hier aber nicht weiter interessieren. Die wichtigsten beschreibt [1].

Mehr Auswahl

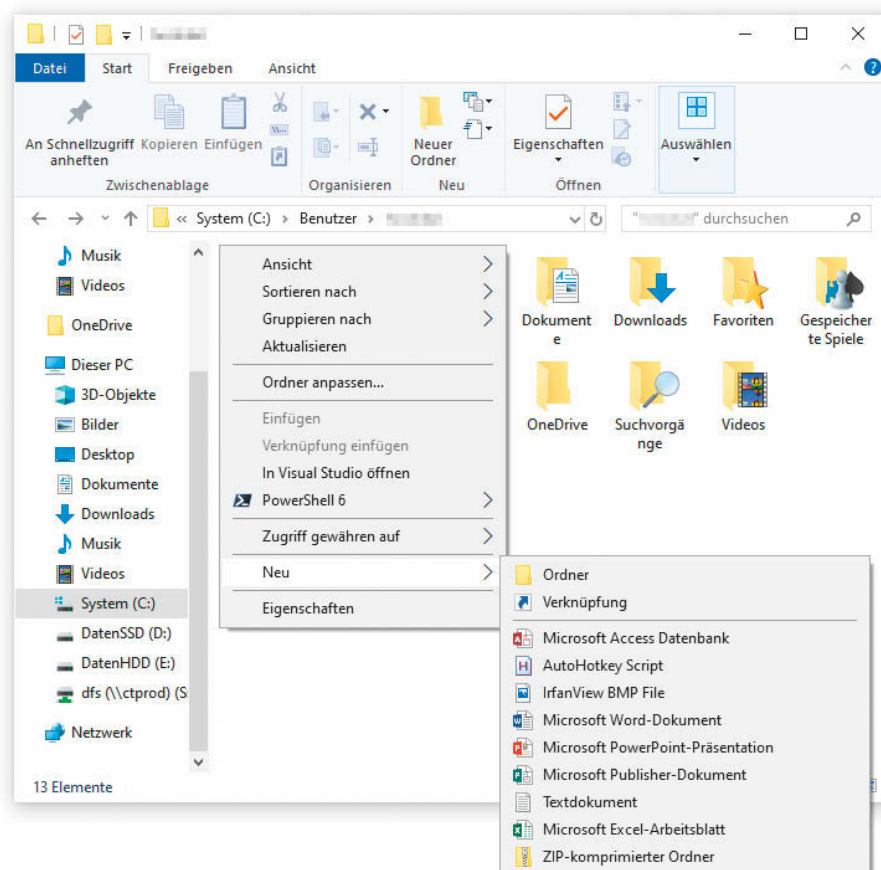
Damit sich Astroman-Horoskope künftig per Neu-Menü erstellen lassen, müssen Sie dem Registry-Schlüssel HKCR\.\hor zunächst einen Unterschlüssel namens ShellNew hinzufügen. Dessen Inhalt hängt von der Methode ab, mit der eine neue Datei erstellt werden soll. Davon gibt es vier verschiedene.

Der einfachste Weg besteht darin, eine komplett leere Datei anzulegen. Ob das für Ihre Anwendung funktioniert, müssen Sie ausprobieren: Manche Programme melden einen Dateiformatfehler, wenn man ihnen eine 0-Byte-Datei vorsetzt, andere starten wie gewünscht mit einem leeren Dokument – was immer das im Kontext der Anwendung heißt. Um zu testen, ob Astroman inhaltslose Dateien klaglos verdaut, legen Sie eine leere Textdatei an, ändern die Endung im Dateinamen auf .hor und doppelklicken die Datei. Funktioniert das wie gewünscht, können Sie dem ShellNew-Schlüssel einen Zeichenfolgeneintrag namens NullFile hinzufügen; seinen Inhalt lassen Sie leer. Der neue Neu-Menü-Eintrag wird darauf-

hin beim Anklicken eine komplett leere HOR-Datei erzeugen.

Die zweite Methode zum Anlegen einer neuen Datei besteht darin, den Explorer eine Vorlagendatei kopieren zu lassen. Zur Vorbereitung erstellen Sie dazu innerhalb des Programms ein neues Horoskop, füllen vielleicht den Autorennamen aus oder legen die Druckoptionen so fest, wie Sie sie üblicherweise brauchen, und speichern das Ganze zum Beispiel als Vorlage.hor. In den ShellNew-Schlüssel gehört dann ein Zeichenfolgeneintrag mit dem Namen FileName, in den Sie als Inhalt den kompletten Pfad zu der Vorlagendatei eintragen. Speichern Sie diese im Ordner C:\Windows\ShellNew, können Sie auf den Pfad verzichten.

Die dritte Option, mit der neue Dateien angelegt werden können, ist für eigene Ergänzungen eher ungeeignet. Sie funktioniert ähnlich wie die zuvor beschriebene, nur dass die Vorlage nicht aus einer Datei stammt, sondern aus der Registry. Der dazugehörige ShellNew-Eintrag heißt Data, muss vom Typ Binärwert sein und nimmt als Wert direkt den Inhalt der Vorlage auf.



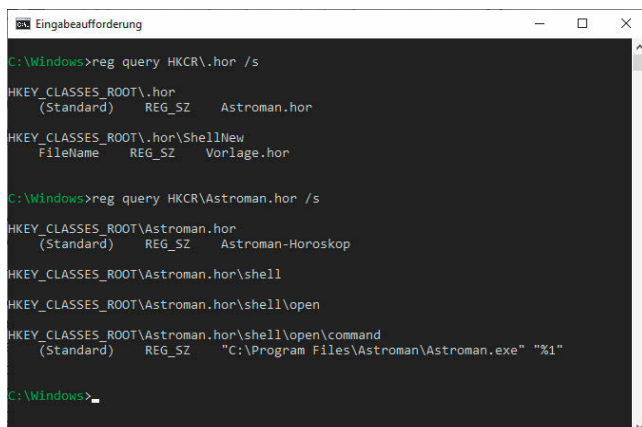
Die Einträge des „Neu“-Menüs sammelt der Explorer in der Registry zusammen. Dort lassen sie sich an die eigenen Wünsche anpassen.

Als letzte Alternative können Sie in ShellNew einen Zeichenfolgeneintrag namens Command anlegen und ihm eine Befehlszeile zuweisen, bestehend aus dem Pfad zu einer Programm- oder Batch-Datei und möglichen Kommandozeilenoptionen. Dieses Vorgehen bietet sich beispielsweise an, wenn Ihre Anwendung einen Wizard oder Assistenten für neue Dateien kennt, der sich über eine Befehlszeilenoption aktivieren lässt.

Denkbar ist aber auch, ein eigenes Skript zum Erstellen einer Datei zu schreiben. Das kann sich anbieten, wenn das Dateiformat nur aus Text besteht, gern auch HTML-, XML- oder JSON-formatiert. Dann kann das Skript statischen Text mit dynamisch gewonnenen Informationen wie dem aktuellen Datum oder dem Namen des angemeldeten Benutzers garnieren. So lassen sich beispielsweise Programmquelltext- oder Skriptdateien erstellen, die im Header gleich die üblichen Informationen tragen. Damit das funktioniert, muss die Befehlszeile als eines der Argumente den Ausdruck "%1" enthalten: Den ersetzt der Explorer beim Aufruf des Skripts durch den Namen samt Pfad der neu zu erstellenden Datei.

Legenden

Im Internet kursieren massenhaft Anleitungen, wie man den ShellNew-Schlüssel noch um weitere Einträge ergänzen können soll. So könne man in einem Zeichenfolgenwert namens MenuText bestimmen, dass der Neu-Menü-Eintrag für das Horoskop-Beispiel nicht „Astroman-Horoskop“ lautet, sondern einen selbst definierten Namen bekommt. Eine weitere Zeichenfolge namens ItemName soll den Dateinamen für neu erzeugte Dateien vom automatisch erzeugten „Astroman-Horoskop (neu).hor“ auf etwas Eigenes ändern.



```

C:\Windows>reg query HKCR\hor /s

HKEY_CLASSES_ROOT\hor
(Standard) REG_SZ Astroman.hor

HKEY_CLASSES_ROOT\hor\ShellNew
FileName REG_SZ Vorlage.hor

C:\Windows>reg query HKCR\Astroman.hor /s

HKEY_CLASSES_ROOT\Astroman.hor
(Standard) REG_SZ Astroman-Horoskop

HKEY_CLASSES_ROOT\Astroman.hor\shell
HKEY_CLASSES_ROOT\Astroman.hor\shell\open
HKEY_CLASSES_ROOT\Astroman.hor\shell\open\command
(Standard) REG_SZ "C:\Program Files\Astroman\Astroman.exe" "%1"

C:\Windows>

```

Ob eine Dateityp-Registrierung vollständig ist, lässt sich mit dem Befehl reg auch schnell in der Eingabeaufforderung überprüfen.

```

#Requires -RunAsAdministrator
if(-not (Get-PSDrive HKCR)) {
    New-PSDrive -Name HKCR -PSProvider Registry -Root HKEY_CLASSES_ROOT | Out-Null
}
$keys = Get-Item HKCR:\.*\ShellNew | ? ValueCount -EQ 0
$keys += Get-Item HKCR:\.*\.*\ShellNew | ? ValueCount -EQ 0
if($keys.Count -ne 0) {
    "{0} überflüssige ShellNew-Schlüssel werden entfernt ..." -f $keys.Count
    $keys | % { Remove-Item $_.PSPath }
}
"Erledigt."

```

In manchen Windows-Installationen gibt es eine große Menge überflüssiger Registry-Schlüssel, die das Öffnen des Neu-Menüs ausbremsen. Mit einem kleinen PowerShell-Skript sind sie schnell entsorgt.

Diese Einträge mögen in früheren Windows-Versionen eine Bedeutung gehabt haben, bei unseren Experimenten unter einem aktuellen Windows 10 haben sie nichts bewirkt – auch die nicht, die sich in der Registry einer nicht mehr ganz taufrischen Windows-Installation auf einem Alltags-PC angefundnen haben. Das hält Entwickler aber offenbar nicht davon ab, ihre Setup-Programme nach wie vor so zu bauen, dass sie derartige Einträge in die Registry schreiben. Sie stören aber auch nicht weiter.

Hygiene

Etwas anders ist ein weiteres Phänomen zu beurteilen, das wir auf einigen Redaktionsrechnern vorgefunden haben. Hier gab es innerhalb der Dateiendungs-Schlüssel unter HKCR eine erkleckliche Anzahl an leeren ShellNew-Unterschlüsseln. Zum Teil steckten sie direkt in Schlüsseln wie HKCR\.\xyz, zum Teil auch in weiteren Unterschlüsseln nach dem Muster HKCR\.\xyz\SomeApp.XYZFile.1. Viele dieser Schlüssel ließen darauf schließen, dass es sich um Reste von Installationen älterer

MS-Office-Pakete handelt, andere konnten wir nicht eindeutig einer Anwendung zuordnen.

Im Prinzip schaden diese Schlüssel nicht – jedenfalls erzeugen sie keine unbrauchbaren Einträge im Neu-Menü. Allerdings klappert sie der Explorer jedes Mal ab, wenn er das Neu-Menü anzeigen will. So verschwendet er speziell auf einem langsamen Rechner etliche Millisekunden beim Öffnen des Menüs. Wir empfehlen daher, diese verwaisten Schlüssel zu löschen oder umzubenennen.

Ein kleines PowerShell-Skript, das das automatisch erledigt, können Sie sich via ct.de/y3t7 herunterladen. Viel Außergewöhnliches enthält es nicht: Weil die PowerShell Zugriffe auf die Registry über virtuelle Laufwerke realisiert, stellt es zunächst sicher, dass es so ein Laufwerk für den Schlüssel HKCR gibt. Anschließend sammelt sie dort alle ShellNew-Schlüssel ein, die direkte Unterschlüssel von Dateitypen sind (Suchmaske .*) oder eine Etage tiefer liegen und keine Einträge enthalten (ValueCount -EQ 0). Wenn es solche Schlüssel gibt, löscht das Skript sie mit dem Befehl Remove-Item.

Haben Sie selbst schon besonders trickreiche Skripte oder Vorlagendateien für das Neu-Menü entwickelt? Dann lassen Sie es uns und andere c't-Leser wissen: Unter ct.de/y3t7 gibt es zu diesem Artikel ein Forum für den Erfahrungsaustausch. (hos@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Hajo Schulz, Wunschgemäß verbunden, Dateitypen verwalten unter Windows, c't 26/2017, S. 164

PowerShell-Skript, Artikelforum:
ct.de/y3t7



storage2day

17.–19. September 2019

Print Media Academy,
Heidelberg

Die Konferenz
zu Speichernetzen
und Datenmanagement

PROGRAMM ONLINE

AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

■ Software-defined Storage

- SDS-Grundlagen
- Erasure Coding
- Praxisbericht: SDS im Petabyte-Bereich
- Einführung, Betrieb und Ausbau einer produktiven Ceph-Umgebung

■ Cloud-Storage

- Grundlagen des Cloud-Storage
- Cloud-Sicherheit
- Cloud-Storage und DSGVO

■ Archivierung und Backup

- Revisionssichere Speicherung sensibler Daten
- Disaster Recovery
- Die Zukunft von Tape Storage

■ Storage-Infrastruktur und Vernetzung

- NVMe-oF – Grundlagen und Möglichkeiten
- Sichere Dateidienste
- Speicherinfrastrukturen für Künstliche Intelligenz



www.storage2day.de

Platinsponsor

**THOMAS
KRENN®**

Goldsponsoren

aikux.com

CISCO

CLOUDIAN®

DATAcore



FUJIFILM

FUJITSU

PURESTORAGE®

**Tintri
BY DDN**

Silbersponsoren

EUROstor

Lenovo

TechData
Advanced Solutions

TOSHIBA

Bronzesponsoren

SCALITY

SUSE

Veranstalter



dpunkt.verlag



Leistungsfresser finden

Mit Windows-Bordmitteln nach Hardware-Flaschenhälsen suchen

Wenn Windows lahmt, kann die Ursache bei der Hardware liegen – vielleicht ist der Arbeitsspeicher überfüllt oder der Prozessor am Anschlag. Windows-Bordmittel liefern viele Hinweise zur Diagnose.

Von Christof Windeck

Am Anfang steht der Task-Manager: Wann immer Windows holprig läuft und ein Verdacht auf die Hardware fällt, ist er die erste Anlaufstation. Und obwohl er auf den ersten Blick ganz simpel aussieht, verrät der Task-Manager eine Fülle an wichtigen Details [1]. Ist noch Platz im RAM? Frisst ein Hintergrundprozess übermäßig viel Prozessorleistung? Nutzt

die lahrende Software nur einen CPU-Kern?

Falls der Task-Manager das Rätsel nicht löst, hat Windows noch mächtigere Werkzeuge unter der Haube: den Ressourcenmonitor und die Leistungsüberwachung. Für Spezialfälle wie lahme USB-Sticks nimmt man WinSAT, manchmal aber lieber externe Soft-Werkzeuge wie LatencyMon – aber der Reihe nach.

Task-Manager

Alte Windows-Hasen öffnen den Task-Manager mit der Tastenkombination Strg + Umschalt + Esc (Ctrl + Shift + Esc); man findet ihn aber auch nach einem Rechtsklick auf die Taskleiste. Drei Klicks sind beim Task-Manager wichtig, um Bremsklötze rascher zu entdecken. Bei einem frisch installierten Windows zeigt der Task-Manager zunächst fast nichts an,

was sich jedoch mit einem Klick auf „Mehr Details“ unten links schlagartig ändert. Nun taucht auf dem Reiter „Prozesse“ eine lange Liste laufender Programme und Dienste auf, in der man zunächst den Wald vor lauter Bäumen nicht sieht. Doch klicken Sie probeweise mal auf einen der Spaltenköpfe wie „CPU“ oder „Arbeitsspeicher“: Schwupps, sortiert der Task-Manager die Liste um und der Prozess mit dem jeweils höchsten Bedarf der angeklickten Ressource steht oben. So bekommt man rasch heraus, welches laufende Programm die CPU am stärksten belastet. Als zusätzliche Hilfe verfärben sich die jeweils höchsten Werte in den Spalten.

Manche Software lahmt, weil sie nicht schnell genug an Daten kommt: Das kann die Spalte „Datenträger“ verraten. Wenn im Spaltenkopf „100%“ steht, sind SSD oder Festplatte möglicherweise am

Anschlag. Nach einem Rechtsklick auf die Spaltenköpfe lassen sich Spalten hinzufügen oder abwählen, in aktuellen Windows-10-Versionen etwa auch zur Belastung des Grafikprozessors (GPU). So finden Sie beispielsweise heraus, ob der Browser bei der Videowiedergabe die GPU einspannt oder nicht. Die Spalte „GPU-Modul“ zeigt das direkt an (Video Decode). Moderne Video-Codecs wie VP9 (YouTube) oder HEVC (H.265, etwa für DVB-T2) fressen viel Rechenleistung, wenn sie als Software auf den CPU-Kernen laufen – dann ruckelt es womöglich.

Der zweite Reiter „Leistung“ im Task-Manager summiert die Auslastung der jeweiligen Ressourcen und zeigt den Verlauf der letzten Sekunden grafisch an. Wichtig hier bei der CPU-Auslastung: Ein Rechtsklick und die Auswahl von „Graph ändern in/Logische Prozessoren“ zeigt die Auslastung der einzelnen CPU-Kerne; die Summe bleibt weiter im Mini-Diagramm in der linken Spalte sichtbar. Mit den logischen Prozessoren sind sowohl echte Kerne als auch virtuelle Hyper-Threading (SMT-)Kerne gemeint, ein Ryzen 5 2600 mit sechs Kernen hat in dieser Logik also 12 Kerne. Freundlicherweise verrät der Task-Manager die Zahl der echten und logischen Kerne gleich selbst.

Ein Blick auf die Lastverteilung klärt jedenfalls schnell, ob ein Programm nur einen oder wenige CPU-Kerne nutzt. Bestimmte typische Werte in der Gesamtauslastung sollten Sie stutzig machen: 50, 25, 12,5 oder 6 Prozent deuten an, dass die aktuell laufende Software nur einen von zwei, vier, acht oder sechzehn Kernen auslastet. Falls Sie beispielsweise mit LibreOffice Präsentationen erstellen, lahmt „Impress“ schon bei wenigen grafischen Elementen pro Folie oder beim PDF-Export – weil die Software dabei bloß einen CPU-Kern nutzt.

Turbo-Diagnose

Wenn aber nur einer oder zwei Kerne unter Volldampf stehen, dann sollten sie bei modernen Prozessoren mit Turbo wenigstens ordentlich hochtakten. Achten Sie deshalb auf die Anzeige der CPU-Frequenz (Geschwindigkeit) daneben: Dort stehen Werte von 0,6 bis 1,5 GHz, wenn die CPU nichts zu tun hat. Unter Last sollte der Takt ansteigen bis zur „Basisgeschwindigkeit“, die rechts daneben steht, im Turbo-Modus etwas darüber. Hängt die CPU-Frequenz unter Last bei sehr niedrigen Werten fest, stimmt vielleicht etwas

nicht mit der Turbo-Konfiguration im BIOS-Setup oder mit der Kühlung. Bei Last auf allen Kernen gleichzeitig ist es hingegen normal, dass manche Prozessoren nicht ganz oder nur kurzzeitig bis zur „Basisgeschwindigkeit“ hochtakten.

Um probeweise hohe CPU-Last zu erzeugen, empfehlen wir die Funktion „Torture Test“ des kostenlosen Primzahl-Suchprogramms Prime95 (siehe ct.de/y7hd). Da können Sie auch wählen, ob die Software nur einen Thread starten soll, um nur einen CPU-Kern zu beschäftigen.

Die zweite Mini-Grafik in der linken Spalte des Task-Managers verrät den Füllstand des Arbeitsspeichers. Eine „ziemlich hohe“ Füllung ist dabei unkritisch, weil Windows 10 den Arbeitsspeicher auch zur Pufferung von Daten nutzt, die vermutlich bald nötig sein werden – das steigert die Reaktionsgeschwindigkeit des Systems. Windows gibt diesen Pufferspeicher aber auch wieder dynamisch frei, wenn dadurch ein bestimmtes Programm schneller laufen kann. Erst wenn der Wert bei „Verfügbar“ unter etwa 250 MByte sinkt, ist der Speicher dermaßen voll, dass das System langsamer wird, weil es Daten auf SSD oder gar Festplatte auslagern muss. Passiert das häufiger, hilft nur mehr RAM; als temporäre Abhilfe kann man Programme schließen, die viel Speicher brauchen.

Sieht bei CPU-Last und RAM-Füllstand alles normal aus, schaut man sich „Datenträger“ an: Dazu erscheinen in der linken Spalte ebenso viele Mini-Graphen, wie physische SSDs und Festplatten eingebaut sind. USB- und andere Wechseldatenträger tauchen hier jedoch nicht auf. Die Auslastungsgrafik zeigt nicht etwa die Datentransferrate oder die Zahl der Zu-

griffe pro Sekunde (IOPS) an, sondern die „Aktive Zeit“, die der CPU-Auslastung ähnelt: Erreicht sie 100 Prozent, ist der jeweilige Datenträger vollbeschäftigt und kann einfach nicht mehr schneller.

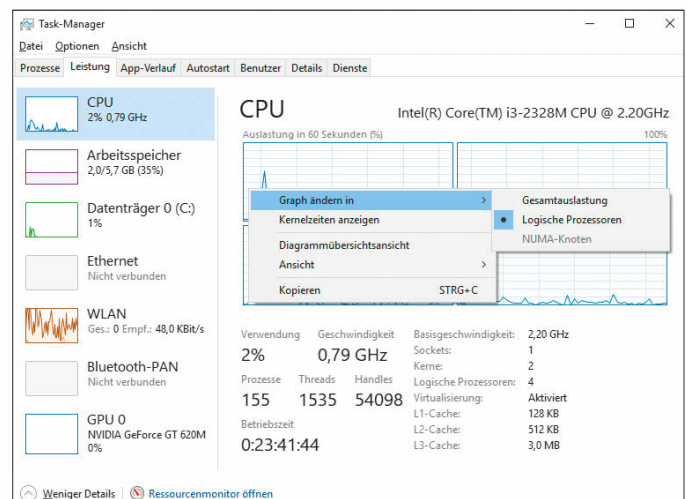
Ressourcenmonitor

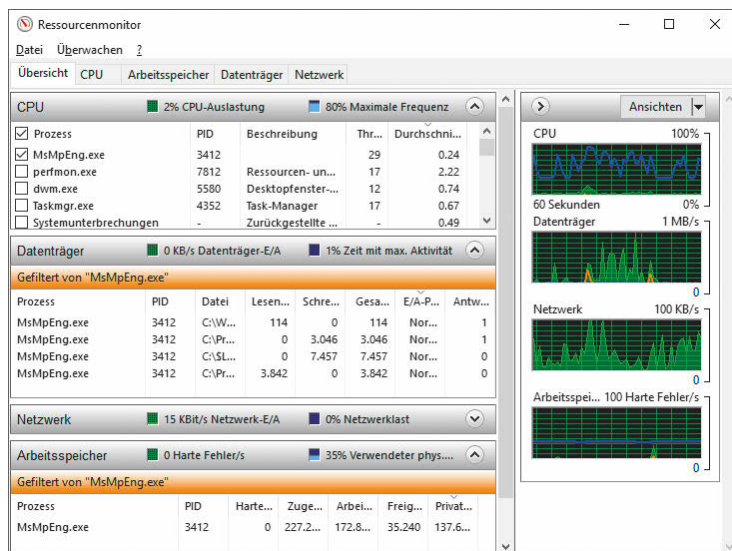
Die Logik der Untersuchungsfunktionen des Task-Managers setzt sich leicht verändert beim Ressourcenmonitor fort, den Sie über einen Link unten auf dem Reiter „Leistung“ direkt aus dem Task-Manager öffnen. Alternativ tippen Sie im Windows-Suchbereich „resmon“ ein oder resmon.exe auf der Kommandozeile.

Im Ressourcenmonitor können Sie einerseits die wichtigsten Ressourcen – CPU, RAM, Massenspeicher, Netzwerk – noch viel genauer untersuchen und andererseits bei einzelnen laufenden Anwendungen tiefer bohren. Wenn Sie auf dem Reiter CPU im oberen Abschnitt „Prozesse“ einen (oder mehrere) auswählen, indem Sie auf das Kästchen in der jeweils ersten Spalte klicken, dann ändern sich sofort die CPU-Auslastungsdiagramme rechts: Im obersten Fenster „CPU-Gesamt“ erscheint außer der grünen Linie (Gesamtlast in Prozent) und der blauen Linie (Taktfrequenz in Prozent vom Maximum) noch eine orangefarbene: der Anteil des ausgewählten Prozesses an der CPU-Last. Das gibt schon einen ganz guten Hinweis, ob der Computer noch Reserven haben sollte oder er einfach nicht schneller kann, weil ein Programm ihn schon voll auslastet. Die Größe der Auslastungsdiagramme lässt sich bei „Ansichten“ in drei Stufen verändern.

Auf dem Reiter Arbeitsspeicher sieht man unter „Physischer Speicher“ genauer, ob es noch RAM-Reserven gibt:

Der Task-Manager ist die erste Informationsquelle bei der Suche nach Hardware-Bremsen – nach kleinen Anpassungen.





Das ist außer der Menge unter „Frei“ noch die von „Standby“. Wie schon erwähnt, belässt Windows seit Windows 8 viel mehr Daten im RAM, die vielleicht später wieder nötig werden.

Interessant ist auch die idiotischerweise als „Harte Fehler/s“ bezeichnete Rate der Page Faults (Seitenfehler), an denen nichts Falsches ist: Vielmehr bedeutet der Begriff, dass eine Anwendung Daten vom Massenspeicher lesen muss, weil sie nicht schon im RAM liegen. Das dauert zwar viel länger, ist jedoch völlig normal etwa beim Start eines Programms oder beim Laden einer Webseite im Browser.

Eine Diagrammlinie für den Anteil der jeweils ausgewählten Applikation gibt es aber auch bei „Datenträger“. So findet man weitere Hinweise, ob ein lahmendes Programm die Geschwindigkeit des Datenträgers selbst ausschöpft oder ob andere Anwendungen oder Dienste stören.

Leistungsüberwachung

Wenn auch der Ressourcenmonitor die offenen Fragen nicht klären kann, hält Windows noch ein Diagnosegeschoss größeren Kalibers bereit: die Leistungsüberwachung. Sie ist nicht ganz leicht zu bedienen, hat aber drei große Vorteile: Erstens lassen sich in einem einzigen Diagramm mehrere selbst ausgewählte „Leistungsindikatoren“ darstellen, sodass man etwa CPU-Last, CPU-Takt, Netzwerk- und SSD-Transfers direkt übereinander und im zeitlichen Verlauf sieht. Die Darstellung erinnert an einen Patientenmonitor, wie man ihn aus dem Krankenhaus oder aus Krankenhausserien kennt.

Zweitens speichert die Leistungsüberwachung ihre Einstellungen auf Wunsch in Konfigurationsdateien. Damit kommt man sporadischen Problemen auf die Spur: Man konfiguriert beispielsweise die erwähnte Ansicht für die Auslastung von CPU, SSD und Netzwerk und speichert sie als Datei test1.PerfmonCfg auf dem Desktop. Tritt ein Problem plötzlich wieder auf, öffnet man rasch die Leistungsüberwachung per Doppelklick auf die PerfmonCfg-Datei.

Drittens kann die Leistungsüberwachung Messungen in einer Log-Datei protokollieren, um sie später genauer zu untersuchen. So decken Sie Probleme auf, die während der praktischen Nutzung einer Software auftreten. Zuvor sollten Sie allerdings erst einige Erfahrungen mit der Leistungsüberwachung sammeln. Sie kennt unterschiedliche Ansichten: Als separates Fenster lässt sie sich an der Kommando-

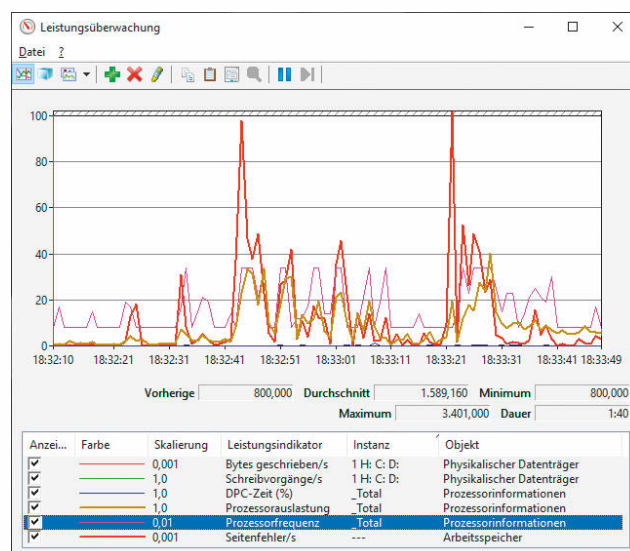
Der Ressourcenmonitor bietet einen genaueren Blick auf die Auslastung der PC-Komponenten und zeigt Zusammenhänge.

zeile mit `perfmon.exe /sys` öffnen. Will man allerdings Messungen protokollieren, öffnet man sie im Ausführen-Dialog (Win + R) durch Eingabe von „perfmon“.

Nach dem ersten Start präsentiert die Leistungsüberwachung erst einmal nur ein Diagramm mit einer einzigen Linie für die prozentuale CPU-Last; dieser Leistungsindikator heißt „Prozessorzeit (%)“. Wie die Grafik aussehen soll, lässt sich detailliert umstellen, indem man nach einem Rechtsklick auf den Diagrammhintergrund „Eigenschaften“ wählt. Um die Darstellung einzelner Indikatoren zu verändern, gibt es unten einen separaten Bereich: für die Farbe und Stärke der Linie, aber vor allem für den Skalierungsfaktor. Die prozentuale, also anteilige CPU-Last passt mit der Skalierung „1,0“ genau in das Diagramm, dessen Y-Achse von 0 bis 100 reicht. Andere Leistungsindikatoren erfasst Perfmon aber absolut, etwa die Anzahl der von der SSD gelesenen Bytes pro Sekunde; folglich muss man eine Skalierung wie 0,0001 wählen, damit man sie im Diagramm auch sehen kann.

Zwischen dem Diagrammbereich und der Liste mit Leistungsindikatoren ist eine Zeile mit fünf Einträgen namens Vorherige/Durchschnitt/Minimum/Maximum/Dauer zu sehen. Das sind die Werte des jeweils markierten Leistungsindikators: „Vorherige“ ist der aktuelle Wert, die anderen drei beziehen sich auf die jeweils gewählte Dauer der Untersuchung, also auf die Länge der X-Achse in Sekunden. Standardmäßig sind das 100 Sekunden (1:40 Minuten), nach einem Rechtsklick ins Diagrammfenster können Sie unter Eigenschaften/Allgemein hier etwa auch 60 Sekunden einstellen.

Die Leistungsüberwachung liefert eine erschlagende Fülle an Detailinformationen und braucht etwas Einarbeitungszeit.



Aus der Fülle der verfügbaren Leistungsindikatoren die für das jeweilige Problem aussagekräftigen zu finden, ist anfangs schwierig; einige wichtige und üblicherweise dazu passende Skalierungsfaktoren listet die Tabelle auf dieser Seite auf. In der Kategorie „Prozessorinformationen“ findet sich etwa der Indikator „DPC-Zeit(%)“, der bei stotternder Audiowiedergabe und bei Störungen von Software-Musikinstrumenten hilfreich sein kann. Er bezieht sich auf die Latenz, die etwa beim Ausführen von Treibern auftritt: Deferred Procedure Calls (DPCs) arbeitet die CPU nicht jeweils sofort ab, sondern nacheinander. Treiber-Bugs und falsche Systemkonfiguration können dazu führen, dass das zu lange dauert, was sich außer in den erwähnten Tönstörungen eben auch darin äußert, dass häufig hohe Werte für die DPC-Zeit auftreten.

Aufzeichnung

Hinweise auf die eigentliche Ursache schwer greifbarer Probleme liefern erst Protokolle der Systemaktivität über einen gewissen Zeitraum – etwa während man ein Spiel zockt. Die Leistungsüberwachung kann protokollieren und die Aufzeichnung zu bestimmten Zeitpunkten automatisch starten. Allerdings muss man vor einer Aufzeichnung zunächst einen sogenannten „Benutzerdefinierten Datensammlersatz“ zusammenklicken – und dazu wie erwähnt die Leistungsüberwachung etwas anders starten, etwa mit perfmon.exe. Dann erscheint sie als Teil der Management Console (MMC) und in der linken Spalte gibt es die nötigen Werkzeuge fürs Logging.

Klicken Sie dort mit der rechten Maustaste auf Datensammlersätze/Benutzerdefiniert und wählen Sie „Neu“, dann „Datensammlersatz“. Im Wesentlichen folgen Sie nun den Vorgaben des Assistenten: Vergeben Sie einen Namen, unter dem Sie später die Aufzeichnungen unter „Berichte/Benutzerdefiniert“ finden. Belassen Sie die Voreinstellung bei „Aus Vorlage erstellen“ und klicken Sie dann auf „Weiter“. Nun gilt es, eine Vorlage auszuwählen – probieren Sie als erstes einfach mal „Basis“. Wenn Sie danach auf „Fertig stellen“ klicken, erscheint Ihr Datensammlersatz in der linken MMC-Spalte. Um nun auch das Protokoll zu starten, klicken Sie ihn an und dann das grüne Dreieck in der Zeile unter dem oberen MMC-Menü – das ist quasi die Aufnahmetaste. Standardmäßig zeichnet das Protokoll nun eine Minute

lang Daten auf, sofern Sie nicht früher das schwarze Quadrat neben dem grünen Dreieck anklicken. Kurz darauf erscheint wie erwähnt das Protokoll unter Berichte/Benutzerdefiniert. Sie können denselben Datensammlersatz immer wieder erneut starten, die Berichte bekommen jeweils Zeitstempel.

Zur Analyse klicken Sie einen solchen Bericht an und dann oben auf das nun etwas veränderte Quadratsymbol: Es ruft eine Ansicht der protokollierten Werte wie in der Leistungsüberwachung auf. In dieser Ansicht zu navigieren klappt leider nicht besonders intuitiv. Unten am Rand des Diagramms gibt es eine Zeitleiste, in der Sie mit der Maus Abschnitte markieren können, indem Sie die rechten und linken „Anfasser“ versetzen. Ein Klick auf das Lupensymbol oben zoomt dann in diesen Abschnitt hinein.

Spezialwerkzeuge

Absolute Messwerte sind erst dann nützlich, wenn man sie auch einschätzen kann: Ist eine Transferrate von 50 MByte/s bei einem Datenträger beispielsweise besonders gut, normal oder schlecht? Schon bei sequenziellen Datentransferraten gibt es gewaltige Unterschiede. Billige USB-Sticks reizen mit 10 MByte/s nicht einmal USB 2.0 aus, Magnetfestplatten in alten Notebooks liefern in ihren langsameren Zonen rund 60 MByte/s. Aktuelle SATA-SSDs bringen es hingegen zumindest beim Lesen auf über 500 MByte/s, NVMe-SSDs sogar auf über 3 GByte/s.

Beim Zugriff auf viele kleine Dateien sind nur Bruchteile solcher Leistungen zu erwarten. Um einen groben Eindruck zu bekommen, was der Massenspeicher so schafft, kann man auf der PowerShell das Windows System Assessment Tool (WinSAT) befragen:

```
winsat disk -drive c:
```

Wesentlich detailliertere Informationen und bessere Übersicht liefern kostenlose Software-Tools wie CrystalDiskMark. Allerdings werden sie nicht von Microsoft selbst gepflegt und man muss der Kompetenz des jeweiligen Programmierers vertrauen. Das gilt auch für CPU-Z und GPU-Z (ct.de/y7hd), die eine Fülle von Details zu Prozessor (CPU) und Grafikchip (GPU) ausgeben. Sie helfen bei der Recherche nach Vergleichswerten im Internet.

Ein Spezialwerkzeug zur Diagnose stotternder Audiowiedergabe ist LatencyMon, welches die erwähnte „DPC Latency“ in Mikrosekunden (µs) erfasst und sogar eine Einschätzung liefert, ob alles in Ordnung ist. Falls nicht, rückt man dem Problem zunächst durch ein Windows-Update, durch Updates von Treibern und BIOS oder durch das Entfernen möglichst vieler PCIe-Karten und USB-Geräte zu Leibe. (ciw@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Axel Vahldiek, Wieder ans Fliegen kriegen, So lösen Sie Windows-Bremsen, c't 17/2019, S. 16

Download Windows-Tools: ct.de/y7hd

Leistungsindikatoren in perfmon.exe für den Anfang

Kategorie	Leistungsindikator	Beschreibung	Skalierung
Prozessorinformationen	Prozessorzeit (%)	CPU-Last in Prozent, alle Kerne gemeinsam	1
	Leerlaufzeit (%)	Zeit ohne Last	1
	DPC-Zeit (%)	Anteil der CPU-Last für Deferred Procedure Calls (DPCs)	1
	Prozessorfrequenz	aktuelle Taktfrequenz	0,01
	Unterbrechungen des Leerlaufs/s	wie oft die CPU aus Schlafmodi (C-States) wieder aufwacht	0,01
Arbeitsspeicher	Seitenfehler/s	Rate der Lese- und Schreibzugriffe auf den Massenspeicher, weil Daten nicht schon im RAM standen	0,001
	verfügbare MB	verfügbares RAM	0,01
physikalischer Datenträger ¹	Bytes geschrieben/s	Datenmenge, die das System auf SSD oder Festplatte schreibt	0,0001
	Lesevorgänge/s	IOPS	0,01
	Zeit (%)	Auslastung des Datenträgers	1
Netzwerkschnittstelle ²	empfangene Bytes/s	Datenmenge, die das System aus dem Netz lädt	0,0001
USB	Massenvorgang Byte/s	Datenmenge beim Zugriff auf USB-Speicher (Mass Storage Device)	0,0001
	isochron Byte/s	isochron übertragene Datenmenge, etwa bei USB-Audio oder DVB-T-Sticks	0,001
System	Prozesse	Anzahl der laufenden Prozesse	0,1 (0,01)
	Threads	Anzahl der laufenden Software-Threads	0,01

¹ wenn mehrere Datenträger vorhanden, auch die jeweilige „Instanz des ausgewählten Objekts“ wählen

² gezielt den gerade verwendeten Netzwerkkadpter auswählen



Das Netz beflügeln

Internet-Engpässe mit Windows-Tools aufspüren

Wenn Downloads nicht auf Trab kommen, kann das viele Gründe haben: der eigene Internet-Anschluss ist am Anschlag, das Provider-Netz überlastet oder es hat sich ein Konfigurationsfehler in Windows eingeschlichen. Wir zeigen, wie Sie der Ursache auf die Spur kommen.

**Von Christoph Lüders
und Martin Winkler**

Läuft ein Download von einem gut angebundenen Server nicht mal mit der Hälfte der bezahlten Internet-Bandbreite, wundert man sich. Im einfachsten Fall liegt das an einem anderen Host im selben Netz, der gleichzeitig den Internet-

Anschluss nutzt. Ein Beispiel wäre das Smartphone, das gerade einen Amazon- oder Netflix-Download zum Offline-Gucken macht.

Hier kann ein Blick auf die Router-Statusseite im Browser weiterhelfen: Viele Geräte zeigen die aktuelle Download-Rate auf dem WAN-Port (Internet) an, bei den verbreiteten Fritzboxen unter „Internet/Online-Monitor“. Lädt der eigene PC gerade nichts herunter, ist aber trotzdem der Downstream ausgereizt, dann ist offensichtlich jemand anders aktiv.

Provider-Engpass

Der Flaschenhals kann aber auch jenseits des eigenen Routers liegen: Provider bündeln die Zugänge mehrerer bis vieler Kunden mit Konzentratoren im Gebäudekeller oder in Schaltkästen auf dem Gehweg. Bei xDSL ist das der Outdoor-DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer),

bei Internet per TV-Kabel das CMTS (Cable Modem Termination System). Beide nehmen Kundensignale per Telefonleitung oder Koaxkabel entgegen und leiten sie auf Glasfaser zur nächsten Vermittlungsstelle weiter (Provider-Router).

Wenn dieser Glasfaser-Uplink zu schmal für die angeschlossenen Kundenzugänge ist, kann er leicht überlastet werden. Klar, dass fünf Kabelkunden mit 400-MBit/s-Anschlüssen nicht alle gleichzeitig Volldampf bekommen, wenn der Zubringer zur Datenautobahn am Konzentrator nur mit 1 GBit/s statt 10 oder mehr ausgebaut ist.

Solche Überlastung lässt sich an ungewöhnlich langen Paketlaufzeiten (Latenz) erkennen. Die kann man mit Kontrollpaketen (ICMP Echo Request und Reply) messen, die zur Diagnose vorgesehen sind. Windows bietet hierfür wie andere Betriebssysteme das Kommando-

zeilen-Tool ping an. Es gibt die Dauer vom Absenden des Requests bis zum Empfang des Reply aus, also die gesamte Laufzeit über Hin- und Rückweg (Round Trip Time, RTT, auch Ping-Zeit).

Mit ping sieht man zwar, ob eine Strecke langsam ist, aber noch nicht, an welcher Stelle es klemmt. Denn Pakete laufen im Internet schon mal über zehn, manchmal gar 20 Zwischenstationen (Hops, also Router).

Streckenmessung

Will man den kompletten Weg analysieren, kommt ein weiteres Tool zum Einsatz: `tracert`, ausgeschrieben Traceroute. Es klopft die Stationen auf dem Weg eines Pakets zu einem bestimmten Ziel ab, wobei es sich ein Feature des Internet Protocol (IP) zunutze macht, nämlich die vom Absender vorgegebene Lebensdauer eines Pakets TTL (Time to live). Jeder Hop zählt die TTL um eins herunter. Wird sie null, verwirft der Router das Paket und antwortet mit einer Fehlermeldung.

Um die Strecke Hop für Hop abzuklopfen, sendet Traceroute serienweise Pakete mit aufsteigender TTL in Richtung Ziel. Dabei listet es die Absender der Rückmeldungen sowie die Zeit zwischen Abschieden und Empfangen. Von einem VDSL-Anschluss in Bonn zu `www.ct.de` sieht das dann so aus:

```

1 <1 ms <1 ms <1 ms p200300E817...
2 8 ms 9 ms 8 ms 2003:0:8601...
3 14 ms 13 ms 14 ms 2003:0:1307...
4 15 ms 15 ms 15 ms 2003:0:1307...
5 17 ms 17 ms 17 ms 2a02:2e0:12...
6 14 ms 14 ms 13 ms 2a02:2e0:12...
7 13 ms 13 ms 13 ms 2a02:2e0:3f...
8 14 ms 14 ms 13 ms redirector....

```

Hop 1 ist der eigene Router. Zu diesem ist die Laufzeit sehr kurz, da er mittels Ethernet-Kabel (LAN) am Windows-PC hängt (<1 ms, unter eine Millisekunde).

Meiden Sie für brauchbare `tracert`-Ergebnisse unbedingt das WLAN: Schwankende Auslastung des Funkkanals, sei es durch eigene Clients oder das WLAN des Wohnungsnachbarn, kann zu stark streuenden Latenzen auf den ersten Metern führen. Der typischerweise rund 1 Millisekunde dauernde Ping zum Router klettert dann vorübergehend auf 10 ms und höher.

Für den weiteren Weg zum ersten Router beim Provider (Hop 2) brauchen die Traceroute-Pakete rund 8 ms. Hop 3 war ungefähr 5 weitere Millisekunden entfernt. Danach liefen die Pakete sehr schnell mit höchstens einer Millisekunde Verzögerung bis zum Gateway bei `ct.de` weiter.

Ein einzelner Traceroute-Lauf liefert leider nur Indizien, denn die gemessenen Zeiten enthalten unabwendbar statistische Schwankungen. So scheint es bei unserer obigen Stichprobe, als könne man Hop 6 schneller als Hop 5 erreichen, was natürlich unmöglich ist.

Das liegt an der Messmethode von Traceroute: Es pingt jeden Hop auf der Strecke zum Ziel einzeln nacheinander dreimal an, woher die drei Spalten in der Traceroute-Ausgabe kommen. Dabei schlägt der Jitter zu: Die Router reagieren wegen schwankender Netzlast bei jedem einzelnen Paket unterschiedlich schnell. Mal liegt die Laufzeit knapp unter der Schwelle zum Aufrunden zur nächsten Millisekunde, mal liegt sie drüber. Wer es feiner granuliert wissen will, kann das Freeware-Tool `hrping` nutzen (siehe `ct.de/yd3p`). Es zeigt die Laufzeiten mit Mikrosekundenauflösung an.

Grenzen der Genauigkeit

Schwankungen der Latenz resultieren auch aus der Router-Konstruktion: Die Internet-Verteiler haben Hardware-Funktionen, die das Weiterleiten von Paketen beschleunigen. Pings und Traceroutes für andere Ziele reichen sie meist schneller weiter als sie Pings an sich selbst beantworten.

Zu beachten gilt noch, dass IPv4 und IPv6 über verschiedene Routen laufen können. Dann unterscheiden sich die Anzahl der Hops und die Laufzeiten.

Falls Traceroute für einen Hop drei Sternchen anzeigt, ist dieser Router darauf konfiguriert, Pings nicht zu beantworten. Hat ein Provider Pings in seinem gesamten Netz blockiert, kann Traceroute auch sein vorgegebenes Limit von 30 Hops erreichen, ohne beim Ziel anzukommen.

Eine kleine Schweinerei bei Windows' `tracert`: Wechselt die zum Ziel führende Route während des Traceroute-Laufs, können die drei Pings eines Hops auch auf verschiedenen Routern enden. Windows unterschlägt das nonchalant, `tracert` unter Linux zeigt es mit wechselnden Adressen innerhalb der Zeile an. Das Internet ist halt seit jeher ein dynamisches Gebilde.

Trotz seiner systemimmanenten Schwächen taugt Traceroute durchaus zur Diagnose. Wenn der lokale Internet-Konzentrator überlastet ist, steigt die Pingzeit zu Hop 2 oder 3 an. Bei einem Kabelanschluss kann auch der Knoten in der Vermittlungsstelle (Hop 3 oder 4) überlastet sein.

Überbucht?

Wer seinem Provider eine Überbuchung seines Netzes, also unzureichenden In-

Verschiedene Provider, verschiedene Routen: Ein großer Teil der Latenz entsteht im zweiten Hop zwischen dem eigenen Router und dem ersten im Provider-Netz (links Supervectoring-VDSL mit 250/40 MBit/s, rechts VDSL 50/10).

```

dos
4 11 ms 9 ms 8 ms 62.157.251.38
5 * * * Zeitüberschreitung der Anforderung.
6 * * * Zeitüberschreitung der Anforderung.
7 9 ms 8 ms 9 ms 212.19.61.13
8 9 ms 9 ms 8 ms redirector.heise.de [193.99.144.80]

Ablaufverfolgung beendet.
c:\>tracert -6 ct.de

Routenverfolgung zu ct.de [2a02:2e0:3fe:1001:302::]
Über maximal 30 Hops:
1 <1 ms <1 ms <1 ms fritz.box [2003:c0:8f31:9c0:0:0:0:0]
2 5 ms 4 ms 4 ms 2003:0:8500:2800::1
3 9 ms 9 ms 9 ms 2003:0:1307:4018::1
4 10 ms 10 ms 9 ms 2003:0:1307:4018::2
5 9 ms 9 ms 9 ms 2a02:2e0:12:20::1
6 9 ms 8 ms 8 ms 2a02:2e0:12:31::2
7 9 ms 8 ms 8 ms 2a02:2e0:3fe:0:c::1
8 9 ms 8 ms 8 ms redirector.heise.de [2a02:2e0:3fe:1001:302::]

Ablaufverfolgung beendet.
c:\>

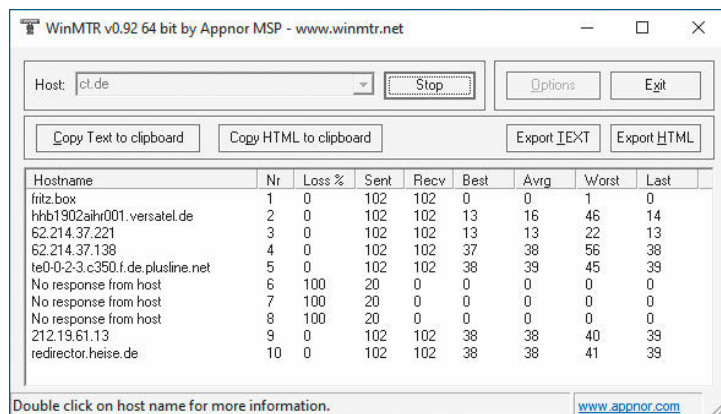
dos
8 * * * Zeitüberschreitung der Anforderung.
9 39 ms 39 ms 39 ms 212.19.61.13
10 39 ms 38 ms 39 ms redirector.heise.de [193.99.144.80]

Ablaufverfolgung beendet.
c:\>tracert -6 ct.de

Routenverfolgung zu ct.de [2a02:2e0:3fe:1001:302::]
Über maximal 30 Hops:
1 <1 ms <1 ms <1 ms fritz.box [2001:16b8:6063:2600:cece:1eff:fe37:6949]
2 14 ms 14 ms 14 ms 2001:1438::62:214:63:89
3 13 ms 14 ms 13 ms 2001:1438:0:1::7:371
4 38 ms 38 ms 56 ms 2001:1438:0:1::4:2002
5 40 ms 39 ms 39 ms te0-0-2-3.c350.f.de.plusline.net [2001:7f8::3012:0:2]
6 39 ms 39 ms 39 ms 2a02:2e0:11:17::1
7 39 ms 39 ms 41 ms 2a02:2e0:10:1::1
8 39 ms 39 ms 39 ms 2a02:2e0:12:32::2
9 40 ms 39 ms 39 ms 2a02:2e0:3fe:0:c::1
10 40 ms 38 ms 38 ms redirector.heise.de [2a02:2e0:3fe:1001:302::]

Ablaufverfolgung beendet.
c:\>

```

WinMTR v0.92 64 bit by Appnor MSP - www.winmtr.net

Host: ct.de [Stop] [Options] [Exit]

[Copy Text to clipboard] [Copy HTML to clipboard] [Export IEX] [Export HTML]

Hostname	Nr	Loss %	Sent	Recv	Best	Avg	Worst	Last
fritz.box	1	0	102	102	0	0	1	0
hbb1902air001.versatel.de	2	0	102	102	13	16	46	14
62.214.37.221	3	0	102	102	13	13	22	13
62.214.37.138	4	0	102	102	37	38	56	38
te0-0-2-3.c350.f.de.plusline.net	5	0	102	102	38	39	45	39
No response from host	6	100	20	0	0	0	0	0
No response from host	7	100	20	0	0	0	0	0
No response from host	8	100	20	0	0	0	0	0
212.19.61.13	9	0	102	102	38	38	40	39
redirector.heise.de	10	0	102	102	38	38	41	39

Double click on host name for more information. www.appnor.com

frakturausbau nachweisen will, hat nur mit den Mittelwerten vieler, tageszeitlich verteilter Tests eine realistische Chance.

Linuxer nehmen dazu das Kommandozeilen-Tool `mtr`. Es wiederholt Trace-route-Läufe im Sekundentakt und mittelt die Ergebnisse. macOS-Nutzer können `mtr` über die Paketmanager MacPorts und Homebrew installieren. Für Windows gibt es leider kein vollwertiges Äquivalent: WinMTR, dessen letzte Version von 2013 stammt, versteht nur IPv4 (ct.de/yd3p).

Ermitteln Sie mit MTR als Ausgangsbasis für Vergleiche zunächst die Latenzen für beide Protokolle, wenn der Internet-Anschluss kaum genutzt wird, beispielsweise an einem Vormittag außerhalb der Ferien. Wenn etwa alle Nachbarn abends videostreamen und die Provider-Strecke dafür zu langsam ist, sollte sich das in deutlich höheren Latenzen niederschlagen.

Window Size im TCP-Stack

Wenn weder der Internet-Anschluss noch die Hops auf dem Weg Anzeichen von Überlastung zeigen, der Download von einem bestimmten Ziel aber trotzdem unter dem Maximum Ihres Anschlusses bleibt, liegt es vielleicht an einem Konfigurationsfehler im Betriebssystem. Bei TCP ist ein zu klein eingestellter Wert für den Parameter RWIN (Receive Window) die häufigste Ursache. Das lässt sich beispielsweise mit dem Netzwerk-Analyzer Wireshark herausfinden (ct.de/yd3p).

Zuerst pingen Sie das Ziel mit `ping www.example.com` an; ersetzen Sie dabei „www.example.com“ durch den konkreten Namen. Notieren Sie die IPv4- oder IPv6-Adresse des Ziels und die mittlere Pingzeit.

Nun wählen Sie in Wireshark die Netzwerkkarte, über die Ihr Internet-Ver-

kehr läuft. In der Display-Filterzeile geben Sie bei IPv4 `ip.addr==192.0.2.1 && tcp` oder für IPv6 `ipv6.addr==2001:db8::1 && tcp` an. Ersetzen Sie diese Beispielladungen durch die des Ziels.

Starten Sie nun die Aufzeichnung, steuern das Ziel per Browser an und stoppen Wireshark wieder. Nun können Sie einzelne Pakete der TCP-Verbindung auswählen und die Lasche „Transmission Control Protocol“ aufklappen. Dort ist der Wert der „Calculated window size“ wichtig.

So bestimmen Sie, ob die „TCP Window Size“ groß genug ist: Bei TCP signalisiert der Empfänger dem Sender durch die „Window Size“ (TCP RWIN), wie viele Bytes der Sender abschicken darf, bevor er auf die Empfangsbestätigung des Emp-

WinMTR testet fortlaufend die Route zu einem Ziel, kann das aber leider nur für IPv4.

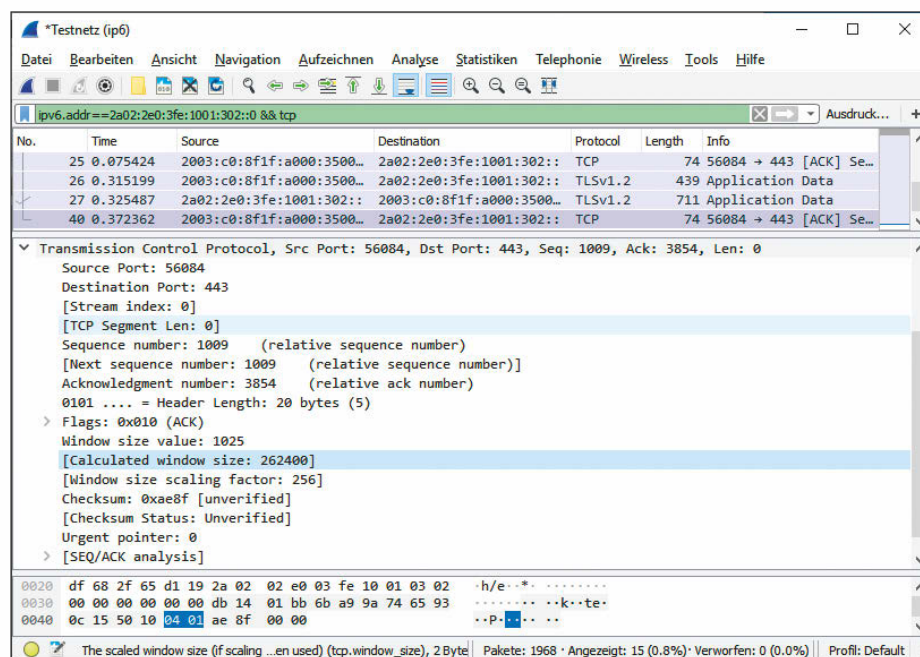
fängers warten muss (TCP ACK). Denn während der gemessenen Laufzeit können viele Kilobyte Daten gleichzeitig „im Flug“ sein, sie stecken für kurze Zeit in den Puffern der Router.

In unserem obigen Ping-Beispiel dauert es 13 ms, bis das Paket empfangen wurde und die Empfangsbestätigung den Sender erreicht hat. Währenddessen können Sie mit VDSL50 (bei 5 MByte/s Downstream- und 1 MByte/s Upstream-Bandbreite) rund 650.000 Bytes empfangen und 130.000 Bytes senden. Entsprechend groß sollte also der in Wireshark angezeigte Wert für „calculated window size“ sein. Ist der Wert kleiner, kann der Rechner die Leitung nicht auslasten.

Nun wird interessant, wer die zu kleine Window Size setzt. Für die eigene Seite ist das TCP-Auto-Tuning von Windows verantwortlich. Prüfen Sie in einer Konsole mit Administrator-Rechten, ob das Auto-Tuning aktiviert ist: `netsh interface tcp show global`.

Bei „Autom. Abstimmungsgrad Empfangsfenster“ sollte dann „normal“ stehen. Falls es „disabled“ ist, schalten Sie das Auto-Tuning mit `netsh int tcp set global autotuninglevel=normal` wieder ein.

Mit „experimental“ statt „normal“ handelt Windows zu Beginn einer TCP-Verbindung einen größeren Skalierungsfaktor für das mögliche RWIN aus, was bei



Wireshark packet capture showing TCP segment details. The packet list shows a TCP segment from 2003:c0:8f1f:a000:3500 to 2a02:2e0:3fe:1001:302::1. The packet details pane shows the Transmission Control Protocol section with the following fields:

- Source Port: 56084
- Destination Port: 443
- [Stream index: 0]
- [TCP Segment Len: 0]
- Sequence number: 1009 (relative sequence number)
- [Next sequence number: 1009 (relative sequence number)]
- Acknowledgment number: 3854 (relative ack number)
- 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
- Flags: 0x010 (ACK)
- Window size value: 1025
- [Calculated window size: 262400]
- [Window size scaling factor: 256]
- Checksum: 0xae8f [unverified]
- [Checksum Status: Unverified]
- Urgent pointer: 0
- [SEQ/ACK analysis]

The packet bytes pane shows the raw data of the TCP segment.

Aus der „Calculated window size“ in Wireshark und der mittleren Pingzeit kann man ermitteln, ob eine suboptimale RWIN-Konfiguration im Betriebssystem Downloads bremst.

Verbindungen mit hohen Latenzen jenseits weniger Dutzend Millisekunden nützlich wird.

Wir kennen indes keinen guten Grund, das Auto-Tuning abzuschalten. Das wäre allein dann sinnvoll, wenn der PC ausschließlich Daten empfängt, was in der Praxis nie vorkommt.

Setzt Windows selbst mit der „experimental“-Einstellung kein hinreichend großes RWIN, um die Leitung voll auszulasten, dann können Sie probenhalber den TCP-Optimierer cFosSpeed installieren (ct.de/yd3p). Dessen Funktion „RWIN Expansion“ passt das RWIN dynamisch an die Geschwindigkeit und die Round-Trip-Time der Leitung an. cFosSpeed können Sie 30 Tage erproben. Verbessert sich auch damit nichts, dann bleibt nur, den Betreiber der Gegenseite zu bitten, die Einstellungen seiner Server zu überprüfen. Vielleicht hat er den Downstream pro User begrenzt.

Individueller Paketverlust

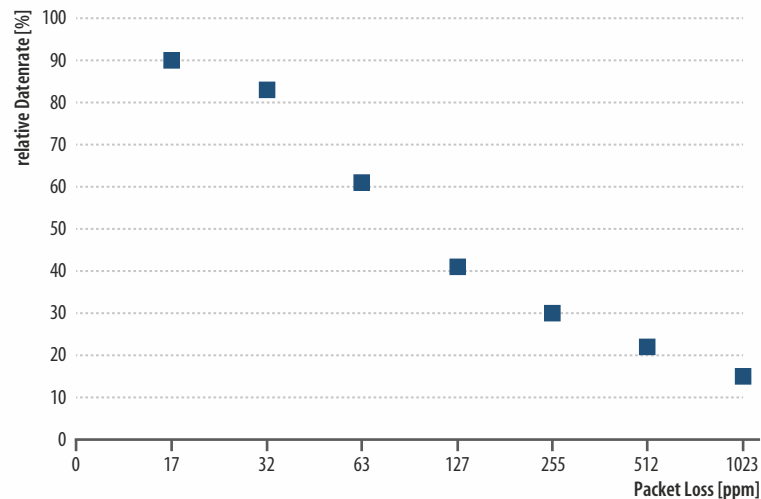
Lahmen Downloads nicht allgemein, sondern nur von einem bestimmten Ziel, dann kann erhöhter Packet Loss auf der Strecke dafür verantwortlich sein. Generell geht immer mal ein Paket verloren. Das gleicht TCP durch Wiederholungen aus. Momentan sinkt dann die Geschwindigkeit, sie erholt sich aber schnell wieder.

Ein andauernder Packet Loss kann aber die Datenrate drastisch drücken, auch wenn er sehr klein ist: Wir testeten das an einem VDSL-100-Anschluss mit einer 22 Millisekunden entfernten Gegenstelle und dem wiederholten Download einer 1 GByte großen Datei. Bei einem gezielt erzeugten Loss von rund 100 ppm, also gerade mal 0,01 Prozent, fiel der Durchsatz auf die Hälfte.

Das liegt am Sendeverhalten von TCP, hier etwas verkürzt dargestellt: Der Server startet langsam (Slow Start) mit einem Sendefenster CWND (Congestion Window), das einige wenige TCP-Pakete umfasst (MSS, Maximum Segment Size). Pro empfangener Bestätigung vergrößert er das CWND um eine MSS, bis die RWIN-Größe des Empfängers erreicht ist oder Packet Loss auftritt. Bei Packet Loss halbiert er CWND und vergrößert es ab jetzt pro empfangener Bestätigung nur noch um einen Bruchteil (Quotient MSS/CWND). Mit dieser Congestion Avoidance lastet TCP die Leitung immer recht gut aus.

Datenrate über Packet Loss

Schon ein kleiner Packet Loss von 127 ppm – etwas mehr als 0,1 Promille – drückt den an einem VDSL-100-Anschluss erzielbaren TCP-Durchsatz zu einer 22 Millisekunden entfernten Gegenstelle auf weniger als die Hälfte.



Der Packet Loss lässt sich zwar in keiner Statistik ablesen, aber man kann ihn selbst messen: Dazu benutzt man das Tool hrPing (ct.de/yd3p) und schickt massenhaft Pings ans fragliche Ziel. Da es um sehr kleine Loss-Raten geht, sind große Ping-Mengen nötig, vielleicht 10.000 oder gar 100.000.

Damit das in akzeptabler Zeit abläuft, hat hrPing die Option -c, die mehrere Pings gleichzeitig auf die Reise schickt. -y zeigt eine Zusammenfassung an statt je einer Zeit pro Ping und -n gibt die Gesamtanzahl der zu sendenden Pings vor: hrping ct.de -y -n 10000 -c 10

Server-Probleme

Wenn sich entlang der Verbindung keine Bremse ausmachen lässt, muss sie am Ende der Strecke stehen. Ob der Webserver überfordert ist, deckt das in Windows 10 enthaltene Kommandozeilen-Tool curl auf. Erstellen Sie eine Datei namens curl-format.txt mit folgendem Inhalt:

```
name lookup: %{time_namelookup}
connect:    %{time_connect}
start transfer: %{time_starttransfer}
```

Dann rufen Sie curl auf mit: curl -w "@curl-format.txt" -o NUL -s ct.de. Curl baut nun eine HTTP-Verbindung zu ct.de auf, wobei es seine normalen Textausgaben unterdrückt und stattdessen das Timing in der in curl-format.txt spezifizierten Weise anzeigt.

Erster Aufruf:

```
name lookup: 0,015
connect:     0,047
start transfer: 0,062
```

Zweiter Aufruf:

```
name lookup: 0,000
connect:     0,031
start transfer: 0,031
```

Beim zweiten Aufruf lag die für die Namensauflösung von ct.de nötige Zeit bei 0 Sekunden, weil Windows die IP-Adresse von ct.de noch in seinem DNS-Cache hatte. Der Verbindungsaufbau dauerte mal 31, mal 47 Millisekunden und der Transfer startete beim ersten Aufruf 15 Millisekunden später, beim zweiten sofort. Wenn hier Verzögerungen von einer halben Sekunde oder mehr zwischen „connect“ und „start transfer“ auftreten, ist der Server wahrscheinlich überlastet.

Stark frequentierte Websites laufen aber oft auf mehreren Servern. Die Namensauflösung per DNS muss also nicht immer die gleiche IP-Adresse liefern, die obigen curl-Aufrufe können also bei verschiedenen Servern landen. Dann ist es geschickter, vorher mittels ping eine IP-Adresse zu ermitteln und diese direkt anzugeben: curl -w "@curl-format.txt" -o NUL -s 192.0.2.1 (ea@ct.de) **ct**

Christoph Lüders und Martin Winkler entwickeln seit den 1990er-Jahren Netzwerk-Tools unter der cFos-Marke.

hrPing, WinMTR, cFosSpeed: ct.de/yd3p



Container à la K

Container-Orchestrator Kubernetes: Einstieg für Docker-Kenner

Betreiber von großen Container-Umgebungen stoßen irgendwann an die Grenzen dessen, was mit Docker möglich ist. Der Container-Verwalter Kubernetes verspricht Abhilfe, der Einstieg ist aber auch für erfahrene Docker-Nutzer nicht ganz leicht. Mit einem Beispiel-Setup aus Raspis kann man erste Erfahrungen sammeln.

**Von Jan Mahn und
Merlin Schumacher**

Docker hat die Technik der Linux-Container handlich und damit populär gemacht und ist die erste Wahl für kleine und mittelgroße Umgebungen. Wird die Infrastruktur irgendwann größer, steigen viele auf Docker Swarm um und betreiben mehrere Docker-Hosts im Verbund.

Bei wirklich großen Umgebungen – etwa einer Webseite, die weltweit erreichbar sein soll, hohe Lastspitzen abfangen muss und auf vielen Servern in mehreren Clouds und auch im eigenen Rechenzentrum zugleich laufen soll, braucht es einen ausgewachsenen Container-Orchestrator wie Kubernetes. Die Software ist schnell

zum Industriestandard für die Container-Verwaltung geworden und die Nachfrage nach Kubernetes-Experten in Unternehmen ist groß. Wer aus Neugier oder beruflichem Interesse den Schritt von Docker zu Kubernetes gehen will, steht vor der Herausforderung, nicht nur neue Begriffe lernen zu müssen, sondern nebenbei eine realistische Testumgebung, am besten aus mehreren Maschinen, betreiben zu müssen – oder Geld bei Cloud-Anbietern auszugeben. Mit ein paar Raspis kann man ein ausfallsicheres Kubernetes-Cluster zum Ausprobieren schnell selbst einrichten und in Kubernetes einsteigen.

Kubernetes ist Open-Source-Software, die 2015 von Google an die Cloud Native Computing Foundation übergeben wurde. Das Projekt entstand aus den Erfahrungen, die Googles Entwickler mit ihrem eigenen Container-Orchestrator Borg gemacht haben. Borg ist noch heute als Grundlage für praktisch alle von Google betriebenen Dienste im Einsatz. Der etwas sperrige Name Kubernetes kommt aus dem Griechischen und bedeutet Steuermann – um Platz zu sparen, wird er gern abgekürzt zu K8S (ein K, acht Zeichen und ein S). Kubernetes gehört mit mehr als 81000 Commits von 2200 Entwicklern und zu den größten Open-Source-Projekten.

Einige der Funktionen, die Kubernetes mitbringt, hat Docker inzwischen auch gelernt. Dennoch ist Kubernetes in diesem Bereich der Cloud-Dienste der Industriestandard. Ohne sich um das zugrundeliegende Betriebssystem Gedanken machen zu müssen, kann man bei Google, Amazon, Microsoft & Co. in den Clouds fertige Kubernetes-Nodes starten und ganz nebenbei der Kreditkarte beim Schwitzen zusehen.

Um die Beispiele in diesem Artikel nachzuvollziehen, brauchen Sie nicht so tief in die Tasche zu greifen. Für den Betrieb eines ersten Kubernetes-Clusters reichen schon zwei Raspis. Version 2 sollte es mindestens sein. Die Anleitung funktioniert aber auch mit beliebigen x86-PCs oder virtuellen Maschinen. Solide Docker-Kenntnisse sind für das Verständnis erforderlich.

Begriffsklärung

Die Architektur und die Begriffswelt von Kubernetes ist auf den ersten Blick kaum zu durchschauen, was vor allem daran liegt, dass Dinge aus der realen Welt (Computer, Festplatten, Prozessoren) über mehrere Ebenen bis zur Unkenntlichkeit wegabstrahiert werden. Es gibt also einige Vokabeln zu lernen: Die gesamte Einheit von Diensten, Containern und Servern wird als **Cluster** bezeichnet. Die Struktur eines Clusters sehen Sie in der Infografik auf dieser Seite.

Die kleinste Einheit ist der **Pod**. Er fasst mehrere **Container** und zugehörige Ressourcen (zum Beispiel persistenten Speicher) zusammen und stellt deren Dienste über eine gemeinsame IP-Adresse bereit. Ein Pod kann beliebig oft kopiert und verschoben, allerdings nie aufgeteilt werden.

Wie die Pods ausgestaltet sind, also welche Container darin laufen und wie diese konfiguriert sind, definiert ein **Deployment**. Das Deployment beschreibt auch, wie viele Replicas, also Kopien, eines Pods existieren sollen. Kubernetes verfolgt permanent das Ziel, diese Zahl zu erreichen: Fällt ein Pod aus, erzeugt Kubernetes automatisch einen neuen, um die Anforderungen des Deployments zu erfüllen. Wer sich bei der

Arbeitsweise von Deployments an Docker Swarm erinnert fühlt, liegt richtig.

Die verschiedenen Kubernetes-Instanzen, auf denen Pods laufen, werden als **Nodes** bezeichnet. Wo diese Nodes liegen, ist unerheblich. So kann ein Node ein physischer Server (etwa ein Raspi), eine virtuelle Maschine oder sogar selbst ein Container sein, in dem wiederum Kubernetes läuft.

Pods sind flüchtig, das heißt, dass sie jederzeit gelöscht und wieder neu erzeugt werden können. Auf welchem Node ein Pod läuft oder welche IP-Adresse er bekommt, weiß man nicht und braucht man auch nicht zu wissen – man sollte auf keinen Fall mit festen IP-Adressen hantieren.

Eine Ansammlung von identischen Pods wird zu einem **Service** zusammen-

gefasst. Angesprochen wird also nie ein Pod direkt, sondern immer der Service. Kommt eine Anfrage von außerhalb beim Service an, leitet er diese an einen der Pods weiter. An welchen Pod Kubernetes die Anfrage leitet, weiß man nicht – das ist aber auch unerheblich, denn jeder Pod arbeitet gleich. Es gibt unterschiedliche Typen von Services, die entweder ausgeklügelte Load-Balancing-Funktionen bereitstellen oder nur der Reihe nach die Pods durchwechseln.

Die Steuerung der Nodes, Verteilung der Pods und die Verwaltung des Clusters übernimmt der **Master**. Der Master nimmt Anweisungen über ein API entgegen und wendet diese an. Wenn man zum Beispiel die Menge der Kopien eines Pods erhöht, erzeugt der Master neue, indem er den Nodes mitteilt, wie viele Pods welchen Typs sie erzeugen müssen. Der Master kontrolliert auch, ob die Anwendungen in den Containern wie geplant ihrer Arbeit nachgehen und stellt sicher, dass die Anforderungen der Deployments eingehalten werden.

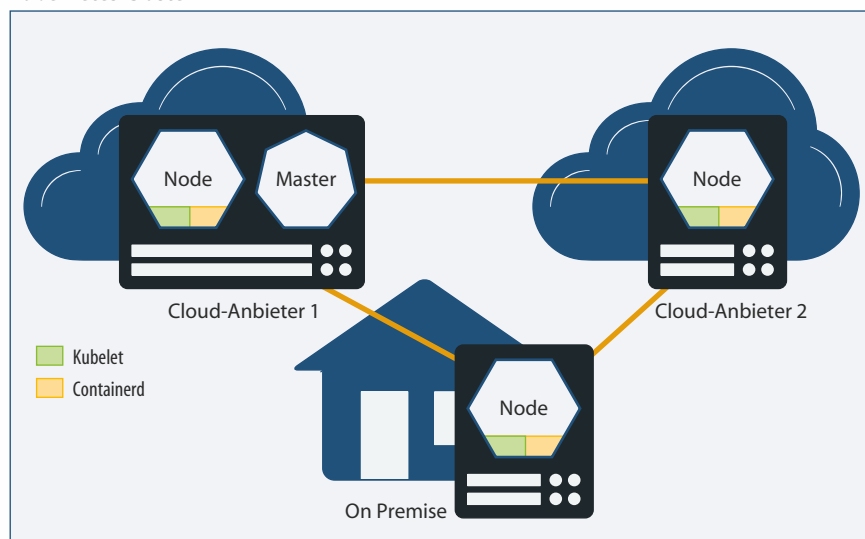
Eine Besonderheit von Kubernetes ist der **Ingress-Router** für eingehenden Verkehr. Er kann HTTP(S)-Anfragen von Diensten an Services extrem flexibel verteilen. Der Administrator kann Regeln aufstellen, die dafür sorgen, dass Anfra-



Aufbau eines Kubernetes-Clusters

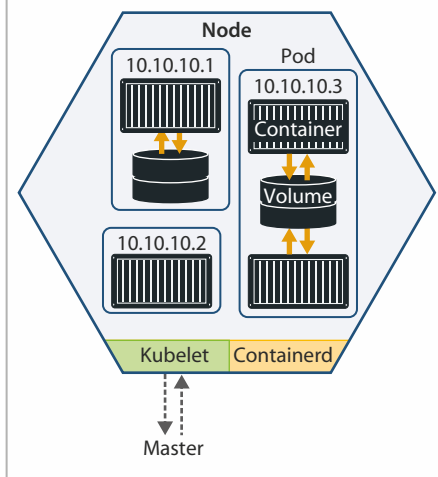
Ein Kubernetes-Cluster umfasst alle Dienste und Ressourcen, die für die Bereitstellung einer oder mehrerer Anwendungen nötig sind. Innerhalb des Clusters gibt es verschiedene Nodes. Das können Server, VMs oder auch Container sein, in denen eine Container-Runtime wie Containerd und ein Verwaltungsdienst namens Kubelet läuft, über den der Node verwaltet wird. Die Verwaltung übernimmt der Master.

Kubernetes-Cluster



Aufbau eines Kubernetes-Nodes

Innerhalb eines Kubernetes-Nodes laufen immer zwei Dinge: Der Verwaltungsdienst Kubelet, der ein API bereitstellt, über das der Master Dienste und Ressourcen verwalten kann. Dazu kommt eine Container-Runtime. Bei Kubernetes ist das üblicherweise Containerd. Innerhalb der Nodes laufen sogenannte Pods. Diese können verschiedene Ressourcen beinhalten, wie etwa Container oder Volumes.



gen auf www.beispiel.de von einem anderen Service beantwortet werden, als solche an www.example.com. Auch TLS-Terminierung gehört zu den Aufgaben des Ingress-Routers. Der Webserver im Service muss sich also nicht mit Zertifikaten belasten und kann hinter dem Ingress HTTP ausliefern. Die für das Routing eingesetzte Software wird als Ingress-Controller bezeichnet. Es gibt einige Programme, die als Ingress-Controller für Kubernetes arbeiten können. In diesem Artikel kommt die leichtgewichtige Kubernetes-Distribution K3S zum Einsatz, die den Router Traefik 1.7 nutzt. Traefik ist im Container-Umfeld aufgrund seiner Flexibilität sehr populär.

Auch wenn Kubernetes nach all den Begriffen komplex und unbezwingbar wirkt, muss man nicht viel dafür tun, Nodes, Services und Pods zu starten – wie auch bei Docker-Compose passiert das meiste in schön strukturierten YAML-Dateien.

K3S einrichten

Der Kubernetes-Download ist mit über 400 MByte ein ziemlicher Brocken. Entpackt werden daraus etwa 1,6 GByte. Da

man auf dem Raspi mit dem Arbeitsspeicher meist haushalten muss, sind Binaries in dieser Größe zu viel.

Das K3S-Paket ist entpackt nur etwa 80 MByte groß und läuft somit auch auf dem Raspi oder kleinen Cloudservern mit wenig Arbeitsspeicher. Das Schöne an echter Hardware, also einer Handvoll Raspis ist aber, dass man wirklich mal testen kann, was mit einem Cluster passiert, wenn ein kompletter Node ausfällt, weil jemand gerade den Stecker gezogen hat.

Die Installation von K3S auf dem Raspi ist schnell erledigt. Schreiben Sie ein aktuelles Raspbian-Buster-Image (zu finden über ct.de/ya59) auf eine SD-Karte und bringen Sie es auf den neusten Stand. Falls Sie bereits Raspis am Laufen haben, können Sie auch die bestehenden Raspbian-Installationen weiternutzen. Ob Buster oder Stretch ist unerheblich.

Laden Sie jetzt das Installations-Skript herunter und führen Sie es im selben Schritt aus:

```
curl -sfl https://get.k3s.io | sh -
```

Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, laden Sie die Datei erst herunter und kontrollieren Sie, ob in der Datei `k3s.sh` das korrekte Shell-Skript und kein Müll gelandet ist.

Zentrales Werkzeug bei der Arbeit mit Kubernetes ist das Programm Kubectl. Es spricht über ein API mit dem Master. Nach der Installation können Sie mit Kubectl testen, ob Kubernetes auf Ihrer Maschine läuft:

```
sudo kubectl get nodes
```

Eventuell dauert es einen Moment, bis der Master antwortet. Anschließend sollten Sie eine Ausgabe bekommen, die der folgenden ähnelt:

NAME	STATUS	ROLES	AGE	VERSION
k3smaster	Ready	master	47h	v1.14.4

Der Name `k3smaster` ist der Hostname des Systems. Haben Sie den Ihres Raspi nicht geändert, dürfte dort `raspberrypi` stehen.

Öffnen Sie nun die Datei `/var/lib/rancher/k3s/server/node-token`. Sie enthält den Node-Token. Er wird benötigt, um weitere Nodes beim Master anzumelden.

Anschließend müssen Sie weitere Nodes – in diesem Fall Raspberry Pis – in das Cluster aufnehmen. Installieren Sie Raspbian und verbinden Sie sich per SSH. Zwei Umgebungsvariablen müssen gesetzt sein, bevor das Installationsskript

startet: Die IP-Adresse des Masters und das Token:

```
export K3S_URL=https://[MEINSERVER]:6443
export K3S_TOKEN=[MEINTOKEN]
curl -sfl https://get.k3s.io | sh -
```

Diesen Prozess wiederholen Sie nun für alle weiteren Nodes. Wenn Sie nun `sudo kubectl get node` auf dem Master aufrufen, sollten Sie alle hinzugefügten Nodes sehen können:

NAME	STATUS	ROLES	AGE	VERSION
k3smaster	Ready	master	5m	v1.14.4
k3snode1	Ready	worker	5m	v1.14.4

Das Kubernetes-Cluster ist nun bereit für einen Test. Nach oben gibt es für die An-

```
01 ---
02 apiVersion: apps/v1
03 kind: Deployment
04 metadata:
05   name: whoami-deployment
06 spec:
07   selector:
08     matchLabels:
09       app: whoami
10   replicas: 6
11   template:
12     metadata:
13       labels:
14         app: whoami
15     spec:
16       containers:
17       - image:
18         ctmagazin/whoami
19         name: whoami-container
20         ports:
21         - containerPort: 80
22 ---
23 apiVersion: v1
24 kind: Service
25 metadata:
26   name: whoami-port
27 spec:
28   selector:
29     app: whoami
30   type: NodePort
31   ports:
32   - nodePort: 30123
33     port: 80
34     targetPort: 80
```

whoami.yml: Eine YAML-Datei reicht, um einen einfachen, aber redundanten Dienst über Kubernetes bereitzustellen.

zahl der Nodes keine Grenze – zumindest keine, die Sie mit Raspis erreichen können.

Ein Beispiel bitte

Kubernetes wird wie Docker-Compose auch über YAML-Dateien gesteuert. Die Syntax ist aber wesentlich komplexer. Die von der YAML-Datei beschriebenen Dienste werden als **Objekte** bezeichnet. Im Listingkasten auf Seite 158 sehen Sie ein Beispiel für einen grundlegenden HTTP-Dienst mit allen dafür nötigen Objekten. Basis ist ein Container, der per HTTP Informationen über sich selbst ausgibt. Darunter auch seinen Hostnamen. Darüber kann man erkennen, in welchem Pod ein Aufruf gelandet ist.

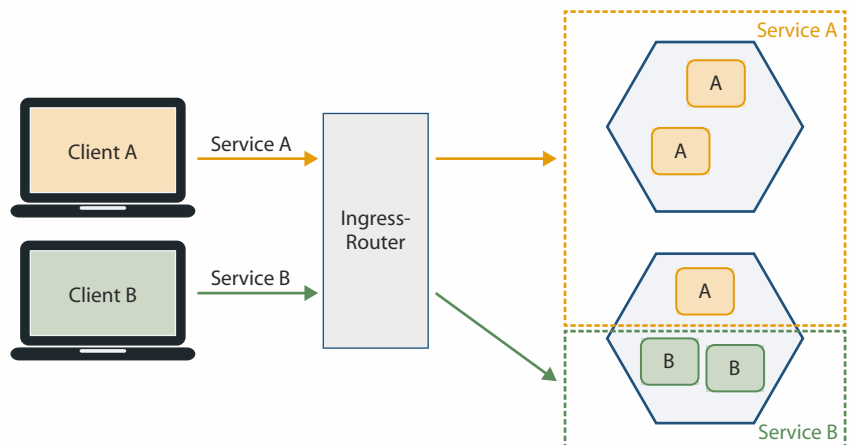
Alle Beispieldateien, die in diesem Artikel auftauchen, finden Sie über ct.de/ya59. Das spart bei den arg länglichen YAML-Blöcken viel Tipparbeit.

Die YAML-Datei gliedert sich in zwei Definitionen, die durch drei Minuszeichen getrennt sind. Der obere Block legt die

Routing und Services

Damit Clients immer den gewünschten Dienst innerhalb eines Kubernetes-Clusters erreichen, müssen deren Anfragen geroutet werden. Dafür ist der Ingress-Router zuständig.

Pods sind bei Kubernetes flüchtig, das heißt, sie können jederzeit rückstandslos zerstört werden. Pods werden in Services zusammengefasst. Kubernetes weiß, welche Pods den gewünschten Dienst bereitstellen und kann externe Anfragen durchleiten. Der Ingress-Router greift wiederum auf die Services zurück und leitet die externen Anfragen weiter.



heise
MacDev

3.– 5. Dezember 2019
Karlsruhe, Haus der Wirtschaft

Die neue Entwicklerkonferenz von Mac & i

Die **heise MacDev** ist die erste Entwicklerkonferenz von Mac & i, dem Apple-Magazin der c't. Sie beschäftigt sich mit allen Aspekten der Softwareentwicklung für Apple-Geräte, also Mac, iPhone, iPad, aber auch Apple Watch und Apple TV.

Um unser Programm optimal auf die Teilnehmer zuzuschneiden, würden wir uns freuen, wenn Sie uns etwas über Ihre Interessen und Tätigkeitsschwerpunkte mitteilen.

Bitte geben Sie Ihre Interessen und Wünsche unter: <https://heise-macdev.de/> ein.

Programm demnächst online

www.heise-macdev.de

Goldsponsor



Veranstalter

Mac&i



heise Developer



dpunkt.verlag

Listingkasten (yaml)

```

01 ---
02 apiVersion: v1
03 kind: Service
04 metadata:
05   name: whoami-service
06 spec:
07   ports:
08   - targetPort: 80
09     port: 80
10   selector:
11     app: whoami
12 ---
13 apiVersion:
14   networking.k8s.io/v1beta1
15 kind: Ingress
16 metadata:
17   name: whoami-ingress
18 spec:
19   rules:
20   - http:
21     paths:
22     - path: /
23       backend:
24         serviceName:
25           whoami-service
26         servicePort: 80

```

whoami-ingress.yaml: Die Konfiguration eines Ingress-Routers macht kaum Aufwand, bietet aber sehr viel Flexibilität und automatisches Load-Balancing. Den Block für das Deployment können Sie aus dem ersten Listing übernehmen.

Eigenschaften des Deployments fest. Der untere definiert den Service. Die erste Zeile beider Blöcke legt jeweils die API-Version fest, die Kubectl nutzen soll, um die Anweisungen umzusetzen.

Darauf folgt die Art (kind) von Element, die dieser Block definiert. Je nach Art unterscheidet sich teilweise auch die API-Version. Eine Übersicht der aktuellen API-Versionen finden Sie über [ct.de/ya59](https://kubernetes.io/docs/api/overview/). Im anschließenden Block metadata legt man den Namen des bereitgestellten Dienstes fest. Das hilft bei der eindeutigen Identifikation. Mit dem spec-Abschnitt beginnen die ersten großen Unterschiede, denn dieser beschreibt die Eigenschaften des Objekts. Die möglichen Werte und Strukturen unterscheiden sich aber je nach Objekt. Eine vollständige Dokumentation aller möglichen spec-Definitionen

wäre zu ausführlich für einen Artikel, daher beschreiben wir nur die Grundlagen – mehr ist für die ersten Gehversuche aber auch nicht nötig.

Beim Deployment wird zunächst der selector definiert. Seine Aufgabe ist es festzulegen, welche Pods (neu erzeugt oder bereits bestehend) von diesem Deployment und den damit einhergehenden Änderungen betroffen sind. Das Attribut matchLabels legt fest, welches Label die Pods tragen müssen, damit das Deployment sie mit einbezieht. Die Labels können auch dazu dienen, Objekte aufzufinden und sind in der Form „Schlüssel=Wert“ definiert. So kann man zum Beispiel mit folgendem Befehl alle Pods anzeigen lassen, die das Label app=whoami tragen.

```
kubectl get pods -l app=whoami
```

Mit replicas, gefolgt von einer Zahl definieren Sie, wie viele Pods erzeugt werden sollen. Kubernetes verteilt diese dann gleichmäßig auf die vorhandenen Nodes. Wenn Sie also wie im Beispiel sechs Pods und zwei Nodes haben, landen jeweils drei Pods auf den Nodes. Die Zahl lässt sich theoretisch beliebig skalieren – in der Praxis ist Schluss, wenn die Ressourcen der Nodes erschöpft sind.

Die nun folgende template-Definition legt die Ausgestaltung der Pods fest. Mit metadata.label bekommen die Pods ein oder mehrere Label zugewiesen. Das sind die Label, nach denen in matchLabels gesucht wird. Stimmen diese nicht überein, wird auch das spätere Deployment fehlschlagen, denn aus Sicht von Kubernetes gibt es keine Pods, die von diesem Deployment betroffen wären. Damit wäre das Deployment nichtig.

spec legt die innerhalb des Pods benötigten Ressourcen fest. Das ist in diesem Beispiel ein einzelner Container. Es könnten aber auch mehrere Container und auch Volumes enthalten sein. Der Container wird aus einem image erzeugt und bekommt einen Namen (name) zugewiesen. Der Block ports legt fest, welche Ports des Containers erreichbar sind.

Anschließend kommt die Service-Definition. Der hier erzeugte Service ist vom Typ NodePort. Das bedeutet, dass der Dienst auf jedem Node über einen festgelegten Port von außen erreichbar ist. Jeder Node stellt aber nur Ausgaben der auf ihm laufenden Pods bereit. Es findet also kein Routing oder Load-Balancing statt.

Ein NodePort-Service muss nur wissen, für welche Pods er zuständig ist. Dafür kommt der selector zum Einsatz. type bestimmt den Typ des Services. Die ports gliedern sich in drei Typen: nodePort ist der Port, über den der Service extern, also auf der IP-Adresse des Nodes erreichbar ist. port bestimmt, über welchen Port der Service innerhalb des Clusters erreichbar ist. Auf welchen Port die jeweiligen Pods lauschen, legt targetPort fest.

Um das Beispiel zu starten, geben Sie folgenden Befehl auf dem Master ein:

```
kubectl apply -f whoami.yaml
```

Kubectl schickt die Anweisungen der YAML-Datei per API-Aufruf an den Kubernetes Master, der dann die Anforderungen des Deployments umsetzt. Er weist die Nodes an, die Pods und Services zu erzeugen. Um zu sehen, ob alles umgesetzt ist, können Sie kubectl get services und kubectl get deployments aufrufen. Laufen Deployment und Service, starten Sie Ihren Browser und öffnen Sie die URL <http://<RASPI-IP>:30123>. Daraufhin sollten Sie nun Informationen über den Container bekommen. Wenn Sie die Seite mit abgeschaltetem Cache (etwa über Strg+F5) neu laden, werden Sie sehen, dass der Hostname sich ändert. Der Service wechselt die antwortenden Pods einfach durch.

Neben NodePort gibt es noch weitere Typen von Services: Der Standard heißt ClusterIP und bedeutet lediglich, dass der Service nur innerhalb des Clusters erreichbar ist. Mit LoadBalancer erzeugt man eine Load-Balancer-Instanz, die versucht, die Last auf alle Nodes gleichmäßig zu verteilen. Das Load-Balancing kann man sowohl lokal als auch über einen externen Cloud-Provider bereitstellen. Auch hier

```

Hostname: whoami-deployment-7f44c5bc-fh7kk
IP: 127.0.0.1
IP: ::1
IP: 10.42.0.9
IP: fe80::9842:59ff:fe26:21d4
GET / HTTP/1.1
Host: 192.168.73.210
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64; rv:68.0) Gecko/20100101 Firefox/68.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: de-DE,de;q=0.8,en-US;q=0.5,en;q=0.3
Cache-Control: no-cache

```

Dank des whoami-Containers sieht man, welcher Pod antwortet.

richtet Kubernetes die nötigen Routen und notwendige Portfreigaben automatisch ein. Der letzte Typ heißt `ExternalName` und stellt den Service unter einem festgelegten DNS-Namen bereit.

Aktuell antworten immer nur die Pods auf dem Node, den man per Browser angesprochen hat. Eleganter ist eine Lösung, die Load-Balancing kann – das ist das Problem, das Kubernetes lösen soll. Die eleganteste Lösung dafür ist der Ingress-Router. Er ist weit mächtiger als der Service-Typ `LoadBalancer`. Für den Einsatz des Ingress-Routers muss die Konfiguration des Services nur minimal angepasst werden. Hinzu kommt noch die Ingress-Konfiguration. Am Deployment ändert sich nichts. Eine Beispielkonfiguration für Ingress-Router und Service sehen Sie im Listingkasten auf Seite 160. Beim Service verschwindet der `type`, sodass er im `ClusterIP`-Modus läuft und damit nur innerhalb des Clusters erreichbar ist. Das reicht für den Ingress-Router. Die Option `nodePort` fehlt hier ebenfalls.

Die Konfiguration des Ingress-Routers ist genauso aufgebaut wie die der anderen Objekte. Lediglich die API-Version und `spec` unterscheiden sich. Bei der `spec` legt `rules` Regeln fest, nach denen der Ingress-Router entscheidet, welche Anfragen wo landen sollen. In diesem Beispiel soll der Router lediglich `http`-Anfragen für den Root-Pfad / beantworten. Für die Antwort ist dann der Service zuständig.

Wenden Sie die geänderte Konfiguration mit dem folgenden Befehl an:

```
kubectl apply -f whoami-ingress.yaml
```

Kubectl wird Ihnen mitteilen, dass es das Deployment nicht geändert hat, aber den Service aktualisiert und einen Ingress-Router erzeugt hat.

Wenn Sie nun die IP-Adresse des Masters im Browser aufrufen – diesmal auf dem normalen HTTP-Port 80, sehen Sie wieder die Ausgabe eines Pod. Wenn Sie die Seite neu laden, antwortet jedes Mal ein anderer Pod von einem beliebigen Node. Dadurch wird die Last auf alle Pods

auf allen Nodes gleichmäßig verteilt und alle Pods sind über eine IP-Adresse erreichbar.

Weiter gedacht

Damit haben Sie einen ersten einfachen Dienst auf Basis von Kubernetes erzeugt – und damit etwa 1 Prozent des Funktionsumfangs von Kubernetes ausprobiert. Der Dienst kann zum Beispiel noch keine Daten speichern, weil noch keine Volumes enthalten sind. Auch das automatische Skalieren von Diensten oder Multi-Cloud-Umgebungen und zahlreiche andere Kubernetes-Spezialitäten sind nicht zur Sprache gekommen. Alle Funktionen zu beschreiben, würde schätzungsweise mehrere c't-Ausgaben füllen. Für den Einstieg und das weitere Erforschen von Kubernetes haben Sie jetzt aber das Rüstzeug. Weiterführende Dokumentationen und Beispiele haben wir für Sie beim folgenden Link hinterlegt.

(mls@ct.de) **ct**

Links und Beispiele: ct.de/ya59



Wissen, Austausch und Inspiration für Entwickler

PROGRAMM ONLINE!

Auszug aus dem Programm:

- Funktionale Programmierung geht auch mit /trotz Java!
- Enterprise Kotlin – Highway to Hell or Stairway to Heaven?
- Einführung in GraphQL
- Monolithen mit Domain-Driven Design zerlegen
- Mob-Programming: Zusammen lernen! Zusammen liefern!
- Die sieben Security-Sünden agiler Projekte

- Web Components und vertikalisierte Frontends – the perfect fit?
- Microservices mit Service Meshes am Beispiel Istio

Tutorials zu u.a.:

- Progressive Web Apps
- Funktionaler Programmierung
- DDD-Persistenz mit Spring Data JDBC
- GraphQL

www.herbstcampus.de

Goldsponsoren

adesso

business.
people.
technology.

Deloitte.

e.solutions

Silbersponsoren

codecentric

ISO GRUPPE
IT | Systems - Solutions - Services

INOQ

**NÜRNBERGER
VERSICHERUNG**

Veranstalter

MATHEMA

dpunkt.verlag

heise

Developer



Wer hat meine Moves geklaut?

Wer fremde Tanzschöpfungen zu Geld macht, riskiert Urheberrechtsärger

Dass das unerlaubte Ausbeuten von Musik-, Foto- und Filmwerken mit dem Urheberrecht kollidiert, ist nicht neu. Dass es auch einen Schutz für Tanzwerke gibt, weiß allerdings nicht jeder. Wer sich wiedererkennbare typische Moves kreativer Tanzerfinder ausleiht, um sie etwa in Spielprogramme einzubauen, bewegt sich rechtlich auf dünnem Eis.

**Von Niklas Mühleis
und Marva Pirweyssian**

Der als Dr. Christopher Turk aus der US-Krankenhausserie „Scrubs“ bekannte Schauspieler Donald Faison ist auf das Spielestudio Epic Games nicht gut zu sprechen. Das im Bundesstaat North Carolina ansässige Unternehmen hat Faison zufolge dessen Rechte verletzt – durch das unerlaubte Einbauen eines von ihm erfundenen Tanzes als „Default Dance“ in den weltweit hundertmillionenfach verbreiteten Shooter „Fortnite“.

Ein solcher Vorwurf mag zunächst kurios und weit hergeholt klingen. Bei näherer Betrachtung geht es allerdings um deutlich mehr als bloße Kleinlichkeit und Haarspalterei. Rechtlich gesehen kann ein Tanz tatsächlich einem ähnlichen Schutz

unterliegen wie ein Lied oder ein Gedicht – und das nicht etwa bloß in den USA, wo deutsche Beobachter mit allerlei ungewohnten Rechtskapriolen rechnen, sondern durchaus auch hierzulande.

Wirkungsvoll posen – das kostet

Bei Fortnite gehören die abgeschauten Moves zu den Triumphtänzen, die Spielfiguren nach einem Erfolg im Kampf vollführen. Viele solcher „Emotes“ können Spieler für ihre Figuren im In-Game-Shop des Spiels kaufen, wobei im Endeffekt echtes Geld den Besitzer wechselt. Der „Default Dance“ ist auch beileibe nicht das einzige Fortnite-Emote, das populäre und kultige Bewegungsmuster von Künstlern aus der realen Welt nachbildet.

Epic Games hat das „Freemium“-Monetarisierungsmodell, das auch unter der euphemistischen Bezeichnung „Free to play“ bekannt ist, beim populären „Battle Royale“-Modus von Fortnite nahezu perfektioniert. Das Online-Multiplayerspiel, bei dem Download und prinzipielle Teilnahme kostenlos sind, finanziert sich durch Einkäufe der Spieler im In-Game-Shop. Das funktioniert erheblich besser als bei vergleichbaren Titeln üblich: Das Spiel ist auf praktisch allen Systemplattformen vertreten und gehört seit vielen Monaten zu den beliebtesten Titeln über-

haupt. Der Betreiber zählt über 40 Millionen aktive Spieler; der Anteil zahlender Teilnehmer lag zu Beginn des Jahres laut einer Marktforschungsstudie bei beachtlichen 68,8 Prozent. Andere Freemium-Spiele gelten schon mit unter 30 Prozent als erfolgreich. Zudem gibt jeder Zahler laut der erwähnten Studie während seiner Spielzeit im Durchschnitt 85 Dollar im In-Game-Shop aus [1, 2].

Dabei hatte Fortnite 2011 zunächst als kleines Projekt begonnen. Nachdem das chinesische Unternehmen Tencent 2012 große Anteile des für die Unreal-Engine bekannten Studios Epic Games übernahm und den Schwerpunkt auf das Freemium-Konzept legte, wurde die Fortnite-Entwicklung stärker vorangetrieben. Nach seinem ursprünglichen Erscheinen 2014 als Box-Version fand das Spiel aber zunächst wenig Beachtung – erst 2017 gelang mit dem Erscheinen der jetzt bekannten Fassung der Durchbruch. Im Laufe der Zeit konnte Fortnite seine Genrekonkurrenten wie Playerunknown's Battlegrounds (PUBG) in puncto Spielerzahlen hinter sich lassen [3].

Im In-Game-Shop können Spieler ihren Figuren neben vielen anderen virtuellen Gütern auch die Fähigkeiten kaufen, die erwähnten Triumphtänze zu vollführen und damit vor den Augen der Mitspieler zu posen. So legt man sich ein regelrechtes Repertoire an Tänzen und coolen Gesten zu. Solche „Emotes“ sind in Spielen keine Seltenheit, bei vielen Titeln werden sie im Spielverlauf automatisch verliehen.

Wenn nun künstlerisch produzierte Vorlagen für Emotes ausgebeutet werden, kann es zur Kollision mit den Rechten der Künstler kommen. Ärger wird es insbesondere dann geben, wenn ein Spielbetreiber durch den Emote-Verkauf Geld verdient, während die Tanzschöpfer leer ausgehen. Was Fortnite betrifft, so war Donald Faison nicht der einzige, der seine Rechte verletzt sah. Auch andere Künstler wie der als Carlton in der Fernsehserie „Der Prinz von Bel-Air“ bekannt gewordene Schauspieler Alfonso Ribeiro rügten die unerlaubte Verwendung ihrer Tanzeinlagen in diesem Spiel. Ribeiro versuchte bereits zusammen mit dem Rapper 2 Milly sowie den Meme-Helden „Backpack Kid“ und „Orange Shirt Kid“ gerichtlich gegen Epic Games vorzugehen. Parallel war auch das Spielestudio 2K Games Ziel von Klagen der Künstler – hier ging es um die Wiedergabe der Tänze innerhalb der Basketballsimsreihe NBA 2K.



Bild: Epic Games

Nach einem gelungenen Abschuss geben Spielfiguren in Fortnite gern ein bisschen an und vollführen Triumphtänzchen. Welches Repertoire sie dabei haben, entscheidet der Spieler durch In-Game-Käufe.

Wie ähnlich oder unähnlich die Fortnite-Emotes ihren Vorbildern aus der realen Welt sind, lässt sich sehr schön in einem Video beobachten, in dem der YouTuber LFP Gaming Mitte 2018 eine Vergleichsansicht für alle seinerzeit verfügbaren 58 Emotes zusammenschneidet. Der seit 2014 auf der Videoplattform aktive Spielespezialist nimmt am Programm „Support a Creator“ von Epic Games teil, mit dem das Spielestudio die Herstellung von Videos über Titel des Hauses fördert [4].

Copyright angemeldet?

Die Sammelklage von Ribeiro, 2 Milly und den beiden „Kids“ gegen Epic Games verlief bislang im Sande. Der Supreme Court in Washington, D.C., fällt in einem anderen Fall eine Entscheidung über eine Besonderheit des US-Copyrights – die wirkte sich auf die prozessualen Möglichkeiten der Tanzkünstler aus.

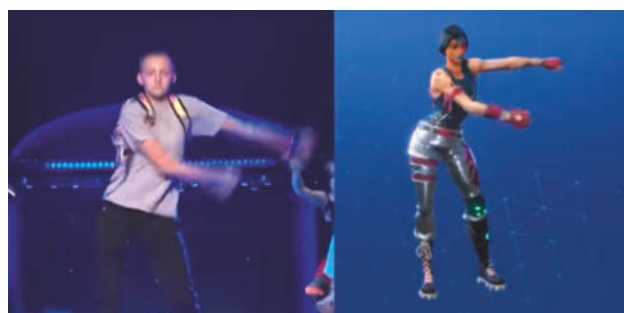
In den USA haben Schöpfer, die ihre Werke schützen lassen möchten, grundsätzlich die Möglichkeit, ein Copyright darauf anzumelden. Ein solches Copyright kann auch für choreografische Werke wie zum Beispiel Tänze eingetragen werden

[5]. Zwar entsteht ein Copyright, ähnlich wie die Urheberrechte im deutschen Recht, bereits mit Erschaffung des Werkes. Für die volle Durchsetzung der daraus entstehenden Rechte bedarf es aber einer behördlichen Registrierung.

So ist beispielsweise eine Klage aufgrund einer Copyright-Verletzung erst möglich, wenn das Werk beim zuständigen US-Copyright-Office eingetragen wurde [6]. Gleiches gilt, wenn es darum geht, Schadenersatzansprüche geltend zu machen. Zudem entsteht nur durch eine Eintragung der Anscheinsbeweis dafür, dass ein geltend gemachtes Copyright dem Urheber zusteht. Die Voraussetzung einer Klage wegen Copyright-Verletzungen, wie die vier Sammelkläger sie gegen Epic Games im Dezember 2018 einreichten, ist also die Registrierung der infrage kommenden Tänze.

Gerade diese Registrierung war nun aber der Knackpunkt in Bezug auf die erwähnte Klage. Unter Künstlern, die gegen Verletzungen ihrer Urhebererschaft klagten, war es in den USA üblich, ein Copyright anzumelden und nahezu gleichzeitig ihre Klage bei Gericht einzureichen, noch

Der „Zahnseide-Tanz“ (The Floss) wurde durch die spontane Aufführung von Russell Horning alias „The Backpack Kid“ 2017 bekannt. Es gab diese Moves aber bereits seit 2010 in verschiedenen YouTube-Videos.





Der Rapper 2 Milly (mit bürgerlichem Namen Terence Ferguson) zeigte 2011 in einem Musikvideo das, was in Fortnite als „Swipe it“ eingebaut wurde.

bevor die Behörden über die Registrierung beschieden hatten. Dieses Vorgehen war bislang vor allem der Tatsache geschuldet, dass bis zu einer Entscheidung über das Bestehen eines Copyrights durchaus einige Monate ins Land gehen konnten. Allerdings können Schadenersatzansprüche, die sich auf die Verletzung eines Copyrights gründen, in den Vereinigten Staaten nur wenige Monate rückwirkend geltend gemacht werden [7]. Das kann dazu führen, dass Rechteinhaber bei überlangem Warten auf eine behördliche Entscheidung ihre Schadenersatzansprüche einbüßen.

Dieser Praxis hat der Supreme Court in einer Entscheidung im März dieses Jahres enge Grenzen gesetzt. Danach ist es nur noch in Ausnahmefällen möglich, eine Klage bereits zu erheben, noch bevor das Copyright-Office eine Entscheidung über die Anmeldung gefällt hat [8]. Beispiele für solche Ausnahmen, so das Gericht, seien Urheberrechtsverletzungen von Live-Übertragungen und ähnlich gelagerte Fälle, in denen die zeitlichen Vorgaben des Copyright-Gesetzes eine Ahndung von Rechtsverletzungen andernfalls unmöglich machen könnten. Ansonsten aber soll die Regel gelten, dass erst dann geklagt werden kann, wenn der Registrierungsvorgang abgeschlossen worden ist.

Als Reaktion auf diese Entscheidung des Supreme Court sahen sich die Anwälte der Kläger gegen Epic Games veranlasst, fünf ihrer Klagen wieder zurückzuziehen, da auch diese bereits gleichzeitig mit der Registrierungsanfrage eingereicht worden waren [9]. Das bedeutete für die Künstler zumindest Zeitverlust. Die Kläger kündigten zwar an, die Klagen wieder einzureichen, sobald die Eintragung abgeschlossen sein würde. Aber ob das tatsächlich geschieht, ist noch nicht sicher.

Der Schutz von Tänzen durch das US-Copyright ist möglich. Allerdings betrifft dies komplette Choreografien, nicht jedoch vereinzelte Tanzbewegungen. So ist

es durchaus möglich, dass einige Klagen bereits an der Eintragung in das Copyrights-Register scheitern.

Und in Deutschland?

Was die Unterscheidung zwischen einer schützenswerten Choreografie und einer bloßen Tanzbewegung betrifft, so ist die US-amerikanische Rechtsprechung derzeit noch nicht sonderlich ausdifferenziert. Nicht nur deswegen lohnt sich ein Blick auf das deutsche Urheberrecht. Die Rechtslage bezüglich des Schutzes von Tänzen ist hierzulande nämlich vergleichsweise ausgereift. Hinzu kommt, dass auch deutsche Gerichte ja durchaus mit Klagen in Bezug auf geklaute Moves konfrontiert werden können. Und hierzulande bedarf es zur Durchsetzung des Urheberrechts keiner vorherigen Anmeldung bei einer Behörde. Im ausgesprochen künstlerfreundlichen deutschen Urheberrecht entsteht die volle Schutzwirkung sofort nach Schöpfung des Werkes (§ 1 UrhG).

Selbst was die Fortnite-Tänze betrifft, könnte eine Klage gegen Epic Games vor

einem deutschen Gericht eine ernstzunehmende Alternative für Tanzkünstler darstellen. Hier greift § 32 der deutschen Zivilprozessordnung (ZPO). Demnach kann ein in seinen Rechten Verletzter immer nur dort klagen, wo die vermeintliche Rechtsverletzung stattgefunden hat. Wenn es um Rechtsverstöße im Internet geht, wie zum Beispiel durch Online-Spiele, greift dann der sogenannte fliegende Gerichtsstand. Da die Rechtsverletzung bundesweit gleichermaßen stattfindet, kann sich der Kläger ein Gericht aussuchen. Wie der Bundesgerichtshof (BGH) 2016 entschied, gilt dies ausdrücklich auch bei Online-Angeboten ausländischer Unternehmen [10]. Somit stünde der Klageweg vor deutschen Gerichten den Tanzkünstlern aus den USA durchaus offen.

Jedes Kunststolpern geschützt?

Nicht jedes Nachbilden von Körperbewegungen berührt Urheberrechte. Im deutschen Recht hebt der Schutz auf das ab, was einem Schöpfer in Bezug auf ein von ihm geschaffenes Werk exklusiv zusteht. Tänze sind grundsätzlich gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 3 des Urheberrechtsgesetzes (UrhG) geschützt.

Sie sind dadurch definiert, dass der menschliche Körper als Ausdrucksmittel von Gedanken und Empfindungen fungiert, also eine gewisse Körpersprache dem Betrachter etwas vermitteln soll [11]. Insbesondere muss ihnen eine Choreografie zugrunde liegen, die aus einer Mehrzahl von Bewegungsabläufen besteht [12].

Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte (Urheberrechtsgesetz)

§ 2: Geschützte Werke

(1) Zu den geschützten Werken der Literatur, Wissenschaft und Kunst gehören insbesondere:

1. Sprachwerke, wie Schriftwerke, Reden und Computerprogramme;
2. Werke der Musik;
3. pantomimische Werke einschließlich der Werke der Tanzkunst;
4. Werke der bildenden Künste einschließlich der Werke der Baukunst und der angewandten Kunst und Entwürfe solcher Werke;

5. Lichtbildwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Lichtbildwerke geschaffen werden;

6. Filmwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Filmwerke geschaffen werden;

7. Darstellungen wissenschaftlicher oder technischer Art, wie Zeichnungen, Pläne, Karten, Skizzen, Tabellen und plastische Darstellungen.

(2) Werke im Sinne dieses Gesetzes sind nur persönliche geistige Schöpfungen.

Einzelne kontextlose Handlungen reichen nicht aus. Deutlich abzugrenzen ist die Tanzkunst daher von Aktivitäten, die bloße Körperbeherrschung wie zum Beispiel im Sport erfordern. Wenn ein Maler, um ein Bildwerk zu schaffen, die grundlegenden Techniken der von ihm gewählten Maltechnik beherrschen muss, dann ist auch ein Tänzer darauf angewiesen, dass er seinen Körper wie ein Werkzeug beherrscht, um Tanzkunst aufführen zu können [13]. Wer lediglich Teilbewegungen beherrscht, führt damit noch keinen Tanz im rechtlichen Sinne auf.

Damit ein Werk urheberrechtlichen Schutz genießen kann, muss sein Schöpfer einen gewissen Grad an Individualität zeigen – sein Werk muss eine gewisse Schöpfungshöhe erreichen [14]. Das heißt aber nicht, dass Tänze stets künstlerisch besonders wertvoll sein müssten – solche Bewertungen liegen immer im Auge des kritischen Betrachters.

Der Schutzwert eines Werks soll nicht von bloßen Meinungen abhängen – diese Lehre hat das deutsche Recht nicht zuletzt aus der systematischen Ausgrenzung „entarteter Kunst“ im Dritten Reich gezogen. Es gilt also stets zu bedenken, dass das Urheberrecht ein Kunstwerk lediglich schützt und nicht etwa be- oder verurteilen soll [15].

Für den urheberrechtlichen Schutz ist es auch belanglos, wo Tanzkunst gezeigt wird [16]. Eine Urheberrechtsverletzung in Bezug auf Tänze ist somit durchaus auch in Videospielen denkbar.

Aussichten: mau bis durchwachsen

Für Carlton-Darsteller Ribeiro sieht die Ausgangssituation für einen Rechtsstreit in Deutschland allerdings schon auf den ersten Blick nicht gut aus: Sein „Carlton Dance“ besteht aus nur wenigen Bewegungsabläufen, in denen die Arme lediglich abwechselnd nach links und rechts angehoben werden. In Fortnite erscheint seine Tanzeinlage unter dem Emote-Namen „Fresh“ und ist kaum fünf Sekunden lang. Der Tanz wurde für den Bedarf im Spiel zu rechtsgeschnitten und ist dadurch schlichtweg zu kurz geworden, um dem Schauspieler Ansprüche nach dem deutschen Urheberrecht zu verschaffen. Hinzu kommt, dass Ribeiro bereits in zurückliegenden Interviews erzählt hat, was die Inspiration für den „Carlton Dance“ war: Der Schauspieler bediente sich im Wesentlichen an einer Tanzeinlage seines Berufskollegen Eddie

Auch der „Gangnam Style“ des südkoreanischen Rappers Psy blieb nicht verschont. In Fortnite heißt der Tanz „Ride the Pony“.

Donald Faison tobte in seiner Rolle als Dr. Christopher Turk in „Scrubs“ so richtig los. In Fortnite fand sich das Ganze als „Default Dance“ wieder.



Murphy. Das würde einer Schutzfähigkeit grundsätzlich noch nicht im Wege stehen, da in der Kunst oft erst auf Grundlage von Inspirationen Neues entsteht. Der Umstand verstärkt hier jedoch den Eindruck, dass es dem „Carlton Dance“ an ausreichender Individualität mangelt.

Ähnlich schlecht stehen die Chancen für den Rapper 2 Milly vor deutschen Gerichten. Auch er behauptet eine Verletzung seiner Urheberrechte und geht dabei sogar so weit, dass er von systematischer Ausbeutung schwarzer Musikkultur spricht [17]. Konkret sieht er im Fortnite-Emote „Swipe it“ eine unerlaubte Verwendung seines eigenen Tanzes, des sogenannten Milly Rock, der auch im gleichnamigen Musikvideo im Netz zu sehen ist.

Das deutsche Recht würde hier jedoch kein schützenswertes Werk annehmen. Auch bei „Swipe it“ ist die fragliche Sequenz im Spiel sehr kurz. Der Tanz des Musikers besteht schon im Originalvideo lediglich aus einer kurzen, sich ständig wiederholenden Abfolge von wischenden Körperbewegungen. Es gibt kaum Anhaltspunkte dafür, dass auch nur ansatzweise eine Choreografie im rechtlichen Sinn besteht. Dieser Umstand macht auch den Erfolg einer Copyright-Eintragung in den Vereinigten Staaten unwahrscheinlich. Was 2 Milly bliebe, wären nur die reichlich hochgestochenen Vorwürfe einer unethischen Aneignung des Kulturgutes schwarzer Künstler durch den Spielhersteller.

Anders wäre die Situation zu bewerten, wenn Epic sich dafür entscheiden sollte, in Zukunft die Emotes mit der Musik der jeweiligen Künstler zu unterlegen. Unter solchen Umständen würde ein neues Gesamtwerk entstehen, welches aufgrund der Zusammensetzung von Tanz und Musik trotz der Kürze deutlich bessere Chancen hätte, urheberrechtlichen Schutz zu genießen [18].

Der Vorschlag, genau dies zu tun, kommt nicht von ungefähr, sondern wurde ausgerechnet von Rapper 2 Milly ins Spiel gebracht, dessen Chancen auf rechtlichen Schutz seiner Wischbewegung sowohl nach deutschem als auch nach US-amerikanischen Recht ziemlich schlecht stehen.

Ribeiro, 2 Milly, Backpack Kid und Orange Shirt Kid werden nach derzeitiger Lage der Dinge kaum erfolgreich Ansprüche wegen der geschehenen Übernahme ihrer Moves geltend machen können. Die Aussichten auf den begehrten Schadenersatz sind eher mau.

Anders sieht die Sache bei Donald Faisons Tanz aus, den Fortnite in seiner Emote-Liste als „Default Dance“ führt. Trotz allen öffentlich geäußerten Unmuts über den „Diebstahl“ seines Tanzes hat Faison bislang keine Klage gegen Epic Games eingereicht. Gerade hier würden die Erfolgchancen allerdings besser stehen als bei den vier anderen Tänzern.

Zunächst einmal ist Faison unzweifelhaft der Urheber seines Tanzes. Am Set



Alfonso Ribeiros „Carlton Dance“ aus der Serie „Der Prinz von Bel-Air“ machte als Internet-Meme Karriere. Wegen der Übernahme in Fortnite („Fresh“) strengte der Schauspieler gemeinsam mit drei anderen unfreiwilligen Tanzlieferanten in den USA eine Sammelklage an.

von „Scrubs“ hatte er spontan und ohne jegliche Fremdanweisung angefangen, vor laufender Kamera diesen Tanz zu improvisieren. Zudem ist seine Darbietung nicht von anderen Künstlern oder fremden Choreografen inspiriert und damit vollständig auf Faisons Kreativität zurückzuführen.

Anders als bei den Tänzen der Sammelkläger handelt es sich zudem um eine vergleichsweise lange Sequenz mit verschiedenen ineinander übergehenden fließenden Bewegungen. Auch die wichtige Grenze von der simplen Tanzbewegung zur kompletten Choreografie hat Faison dabei überschritten. Überdies weist sein Tanz ein hohes Maß an Individualität auf. Nicht ohne Grund hat die betreffende Szene aus „Scrubs“ sich im Internet zu einem Meme-Dauerbrenner entwickelt und wird regelmäßig als Ausdruck großer Freude in sozialen Netzwerken geteilt und

verschickt. Faisons Auftritt dürfte also sehr wahrscheinlich nach deutschem Recht den urheberrechtlichen Schutz einer Choreografie genießen [19].

Der Darsteller des Dr. Turk wird voraussichtlich keine rechtlichen Schritte gegen Epic Games einleiten. Das heißt aber nicht, dass rechtliche Streitigkeiten solcher Art grundsätzlich aussichtslos seien.

Wie der Fall der auf YouTube sehr aktiven Tänzerin und Choreografin Gabby J. David zeigt, lässt sich bei einer fundierten Ausgangslage auch gegen große Unternehmen wie Epic Games etwas erreichen. David drohte dem Spieleentwickler bereits 2017 mit einer Urheberrechtsklage, da sie die Bewegungsabläufe eines auf ihrem Kanal veröffentlichten Tanzes in Fortnite als Emote „Electro Shuffle“ wiederfand. Im Januar 2018 veröffentlichte sie jedoch

eine überraschende Mitteilung auf Twitter, die sie inzwischen wieder gelöscht hat: Sie gab bekannt, dass sie sich mit Epic Games außergerichtlich geeinigt habe und das fragliche Emote im Spiel bleiben dürfe [20]. Auch wenn die Einzelheiten der Vereinbarung nicht weiter bekannt sind, lässt allein der Umstand aufmerken, dass Epic Games in diesem Fall einem Gerichtsverfahren zuvorkommen wollte. Das zeigt, wie stark die rechtliche Position der Künstlerin in diesem Fall gewesen ist.

Und die Moral ...

Gerade diejenigen, die sich wie 2 Milly in der Diskussion über geklaute Moves besonders lautstark hervortaten, werden wohl leer ausgehen, weil es ihren Ansprüchen an rechtlicher Substanz fehlt. Das sollte nicht zu dem Fehlschluss verleiten, dass Digitalschaffende sich im Grunde doch frei bei beliebten Tanzdarbietungen bedienen dürften. Und: Was Kult geworden ist und viral die Netzwerke überflutet, ist deswegen noch lange nicht frei von Urheberrechten. (psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Peter Kusenber, Teures Vergnügen, Wie Fortnite, FIFA & Co. zum zügellosen Geldausgeben verführen, c't 9/2019, S. 58
- [2] GeekGuide.de, 29.1.2019: „Fortnite-Spielerzahlen: Aktuelle Statistik und wie viele Spieler weltweit?“
- [3] Jared Petty auf ign.com, 5.11.2018, „The History of Fortnite ... so far“
- [4] Vergleichsvideo von LFP Gaming: www.youtube.com/watch?v=oe2cE-eVhtg
- [5] § 102 (a) Nr. 4 Copyright Law of the United States
- [6] § 411 (a) Copyright Law of the United States
- [7] § 412 Copyright Law of the United States
- [8] Supreme Court of the United States, Urteil vom 4.3.2019, „Fourth Estate Pub. Benefit Corp. v. Wall-Street.com, LLC“
- [9] Austin Goslin auf polygon.com, 11.3.2019: „Fortnite dance lawsuit dismissed after new Supreme Court ruling“
- [10] BGH, Urteil vom 21.4.2016, Az I ZR 43/14
- [11] Pierson/Ahrens/Fischer, Recht des geistigen Eigentums, § 69, S. 395.
- [12] Dreier/Schulze, Urheberrechtsgesetz – Kommentar, § 2, Rn. 144
- [13] Urheberrechtsgesetz – Kommentar, § 2, Rn. 143
- [14] Wandtke/Bullinger, Urheberrecht – Praxis-kommentar, § 2, Rn. 23
- [15] Bisges, Handbuch Urheberrecht, Kapitel 1 B. IV, Rn. 208
- [16] Wandtke/Bullinger, Urheberrecht – Praxis-kommentar, § 2 Rn. 74
- [17] South China Morning Post, 12.12.2018: „Is Fortnite appropriating black dance culture? Milly Rock dance creator's lawsuit says so“
- [18] Mestmäcker/Schulze, Kommentar zum deutschen Urheberrecht, § 2 UrhG Rn. 91
- [19] Schutz für „pantomimische Werke einschließlich der Werke der Tanzkunst“: § 2 Abs. 1 Nr. 3 UrhG
- [20] Madeline Schrock auf dancemagazine.com, 13.12.2018: „Why Fortnite's Dance Animations Are a Can-of-Worms Copyright Problem“



In Fortnite wählt der Spieler aus einer Liste Emotes aus, die er seiner Figur spendieren kann.

NEU: c't DSGVO – was 2019 wirklich wichtig ist

Komplett
digital



Im Mai 2018 trat die neue Verordnung in Kraft und immer noch herrscht viel Unsicherheit. c't klärt auf und präsentiert den professionellen Ratgeber für alle möglichen Fallstricke: Grundsätze, Auftragsverarbeitung, E-Mail-Marketing, Cookie-Hinweise, DSGVO für Websites und Fotografen und mehr.

Magazin + 90 Minuten Webinar komplett als Download erhältlich.

shop.heise.de/ct-dsgvo

17,99 € >

 **heise shop**

shop.heise.de/ct-dsgvo >



Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Akku macht schlapp

? Trotz voll geladenem Akku hat mein Notebook nur noch eine sehr kurze Laufzeit. Wie kann ich den Zustand des Akkus überprüfen – am besten mit Bordmitteln unter Windows?

! Akkus sind ein Verschleißteil und altern mit der Zeit. Dann sinkt ihre Kapazität. Manchmal sind auch einzelne Zellen defekt, sodass der Ladezustand rapide sinkt oder sprunghaft abfällt.

Sie können den Zustand des Notebook-Akkus mit Tools wie Batterymon (Download über ct.de/ymrq) überprüfen. Dort klicken Sie im Menü Info auf Battery Information. Die gewünschte Information ist die Full Charge Capacity – denn so hoch ist der aktuell maximale Ladestand

des Akkus. Teilen Sie ihn durch die Design Capacity, um den prozentualen Zustand zu erhalten. In seltenen Fällen liest das Tools allerdings auch falsche Werte aus, die sich jedoch leicht erkennen lassen: Meist sind sie dann um eine Größenordnung (Faktor 10) zu hoch.

Unter Windows können Sie einen Zustandsbericht über den Befehl `powercfg` erstellen. In einer Eingabeaufforderung oder einer Powershell als `powercfg -energy -output c:\users\[USERNAME]\desktop\akku.html` aufgerufen, erzeugt es eine HTML-Datei, in der Sie die gewünschte Information unter „Letzte vollständige Aufladung“ ebenfalls finden können. Dazu muss der Akku allerdings auch wirklich zu Ende geladen worden sein. Da die Ergebnisdatei recht umfangreich ist, emp-

fehlt es sich, mit STRG+F nach Chemie zu suchen – wenige Zeilen darunter ist die vorgesehene Akkukapazität und darunter wiederum die letzte vollständige Aufladung zu sehen. (csp@ct.de)

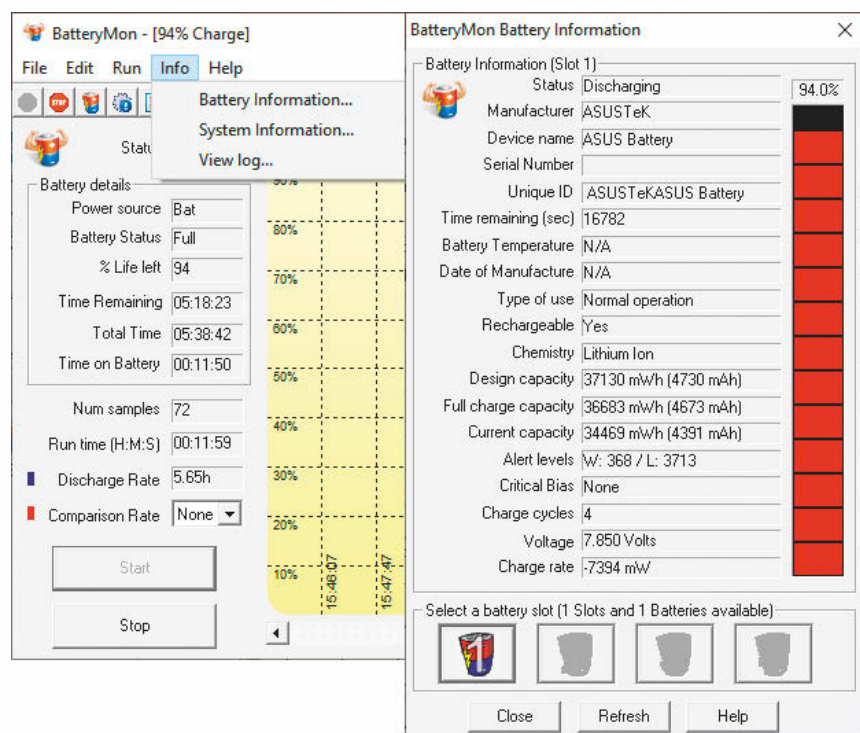
Download BatteryMon: ct.de/ymrq

Windows-Anmeldebild ändern

? Mein Windows habe ich so eingestellt, dass es eine Diashow aus von mir zusammengestellten Bildern anzeigt, wenn ich automatisch ausgeloggt werde oder mit der Tastenkombination Win+L den Bildschirm sperre. Beim Einloggen oder Entsperren erscheint zur Passwort-/PIN-Eingabe allerdings immer wieder das von Microsoft vorgegebene Foto. Wie kann ich das ändern?

! Schalten Sie in den Windows-Einstellungen /Personalisierung/Sperrbildschirm einfach kurz die Diashow aus, wählen Sie unter „Hintergrund“ also „Bild“. Dann können Sie darunter das gewünschte Login-Foto auswählen. Wenn Sie auf „Durchsuchen“ klicken, stehen auch beliebige Fotos zur Wahl, nicht nur die von Microsoft vorgewählten.

Stellen Sie danach den Hintergrund wieder auf Diashow. Die von Ihnen vorher eingestellten Pfade, aus denen Windows die Diashow zusammenstellt, bleiben sogar erhalten. (jow@ct.de)



Mit dem Tool BatteryMon lesen Sie über den Umweg des Info-Menüs die derzeit verbleibende Akkukapazität aus und sehen im Vergleich zur Design Capacity, wie stark der Akku bereits verschlissen ist.

Unterordner in Docker-Volume ignorieren

? Ich übergebe mit Docker-Compose Ordner von meiner lokalen Maschine in Container. Manchmal möchte ich aber einzelne Unterordner davon ausnehmen. Wie kann ich das erreichen?

! Das funktioniert, indem Sie für die auszunehmenden Unterordner ein zweites Volume angeben. Achten Sie dabei darauf, dass dieses Volume keine Zuordnung mit einem Doppelpunkt enthält:

volumes:

- ./webseite/html:/var/www/html
- /var/www/html/static/

Im Beispiel bekommt ein Webserver die ganze Webseite übergeben, der Ordner „static“ wird aber aus dem Container benutzt. (jam@ct.de)

BIOS-Version unter Linux auslesen

? Ich habe einen Dateiserver, auf dem Ubuntu Server ohne grafische Oberfläche läuft. Gibt es einen Weg, wie ich die BIOS-Version herausfinde, ohne dafür ins BIOS-Setup wechseln zu müssen?

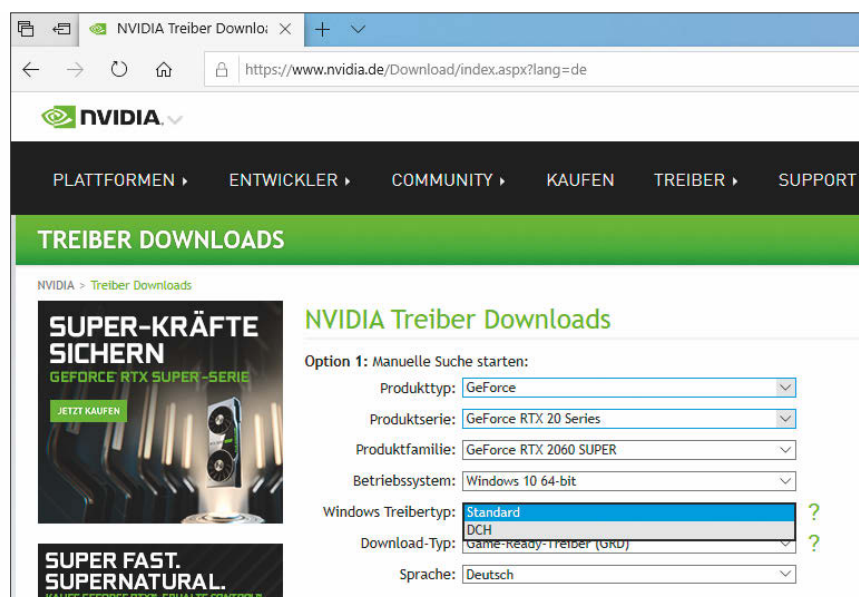
! Das klappt im Terminal mit dem Befehl `sudo dmidecode -t bios`. Dieser liefert neben dem Veröffentlichungsdatum und der Größe der Firmware auch die BIOS-Version. Anhand dieser Angabe können Sie auf der Webseite des PC- oder Mainboard-Herstellers prüfen, ob es eine neuere Version gibt und anschließend gegebenenfalls ein Update durchführen. (chh@ct.de)

Nvidia-Treiber inkompatibel zu Windows 10 1903?

? Auf meinem Windows-10-PC habe ich gerade das Upgrade auf Version 1903 durchgeführt und wollte den Nvidia-Treiber installieren. Doch der bricht mit der Fehlermeldung ab: „Dieser Nvidia-Grafiktreiber ist mit dieser Version von Windows nicht kompatibel“. Was kann ich da tun?

! Das liegt am Treibertyp. Seit einiger Zeit bieten Nvidia, aber auch AMD und Intel, sogenannte DCH-Treiber an, die dem von Microsoft forcierten Modell „Declarative“, „Componentized“ und „Hardware Support Apps“ entsprechen. Das DCH-Konzept soll für stabilere und leichter wartbare Treiber sorgen, indem sich die Treiber-Programmierer an strengere Vorgaben von Microsoft halten.

Hatten Sie vorher noch die Wahl, installiert Windows 10 1903 nun bereits ab Werk DCH-Treiber. Die Lösung für Ihr



Beim Download der Nvidia-Treiber sollten Sie ab Windows 10 1903 darauf achten, den richtigen Treibertyp für Ihr System auszuwählen.

Problem ist einfach: Wählen Sie beim Treiber-Download auf der Nvidia-Website den Treibertyp DCH aus. Alternativ trennen Sie den Rechner vom Netzwerk, deinstallieren über den Geräte-Manager den von Windows eingespielten Treiber und installieren dann den Nvidia-Treiber mit Standard-Treibermodell. (csp@ct.de)

WLAN abschalten zum Energiesparen?

? In c't 13/2019 haben Sie belegt, dass das Reduzieren der Sendeleistung beim WLAN-Router den Energieverbrauch des Systems (Router und Client) erhöht, statt ihn zu senken. Lassen sich vielleicht doch Stromkosten sparen, wenn man das WLAN nachts komplett abschaltet?

! Wenn Sie eine Fritzbox 7590 ihr WLAN zeitgesteuert abschalten lassen, sinkt die Leistungsaufnahme nach unserer Messung um rund 1,2 Watt. Mit 8 Stunden Nachtabschaltung sparen Sie übers Jahr rund 3,5 Kilowattstunden, bei 30 Cent/kWh also gut einen Euro. Ob Ihnen der Komfortverlust das wert ist, müssen Sie entscheiden.

Bedenken Sie dabei, dass Smartphones ohne WLAN bei nächtlichen Updates eventuell auf das Mobilfunknetz ausweichen und dann am monatlichen Datenvolumen saugen. Das lässt sich beispielsweise bei Android in den Einstellungen des Play-

Store unterbinden: Schalten Sie etwa in Android 8 bei „Automatische App-Updates“ auf „Nur über WLAN“ um. (ea@ct.de)

Windows 10: Anmeldeschirm verschwommen

? Seit dem Upgrade meiner Windows-10-Installation auf Version 1903 habe ich ein zugegebenermaßen eher kosmetisches Problem, was mich trotzdem nervt: Das Hintergrundbild im Anmeldeschirm erscheint nur noch stark verschwommen. Ist das ein Bug?

! Nein, das soll nach Microsofts Willen so sein, doch Sie können das immerhin wieder abstellen. Öffnen Sie den Registry-Editor (Win+R drücken, `regedit` eintippen) und hangeln Sie sich zum Schlüssel „HKEY_LOCAL_MACHINE\

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

[c't magazin](https://www.facebook.com/ctmagazin)

[@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows\System“ durch. Dort erstellen Sie per Rechtsklick einen „DWORD-Wert (32 Bit)“, geben ihm den Namen DisableAcrylicBackgroundOnLogon und weisen Sie ihm den Wert 1 zu. Beim nächsten Mal erscheint im Anmeldeschirm das Hintergrundbild wieder in voller Pracht. Rückgängig machen Sie die Änderung, indem Sie dem DWORD-Wert 0 zuweisen oder ihn einfach löschen. (axv@ct.de)

Zweiter U2F-Stick für Linux

Ich habe mein System wie im Artikel „Linux mit komfortabler Bildschirm Sperre“ [1] eingerichtet und verwende ein U2F-Token (Universal 2nd Factor) für das Entsperren. Jetzt möchte ich ein zweites Token einrichten, bekomme das aber nicht hin.

Das Format der Datei ~/.config/Yubi-co/u2f_keys ist

```
<username>:<key-info>:<key-info>
```

Sie können das einfach erzeugen, indem Sie an eine funktionierende Datei, die Sie mit

```
pamu2fcfg > u2f_keys
```

erstellt haben, den zweiten Key mit folgendem Kommando anhängen:

```
pamu2fcfg -n >> u2f_keys
```

Natürlich können Sie so auch einen dritten und vierten Key freigeben. (ju@ct.de)

Literatur

[1] Jürgen Schmidt, „Hallo Linux“ – entspannt entsperren, Linux-Authentifizierung mit mehr Komfort, c't 10/2019, S. 132

Einzel-Tracks aus einer GPX-Datei

Jetzt wo der Tourenplaner GPSies in Alltrails aufgeht, will ich vorsichtshalber alle meine Touren als GPX-Daten herunterladen. Ich bekomme dann aber nur eine einzige große Datei und nicht mehrere. Wie kann ich die splitten?

Für das Herunterladen müssen Sie die GPSies-Touren zunächst alle markieren. Danach bekommen Sie beim Export tatsächlich nur eine einzige Datei namens GpsiesTrack.gpx. Laden Sie diese –

GPSVisualizer

MAKE A MAP
- Google/Leaflet
- Google Earth
- JPG/PNG/SVG

MAKE A PROFILE
CONVERT A FILE
Draw on a map
calculators

Geocode addresses
Look up elevations
Atlas: Share a map
GPSLabel

Examples
Help/FAQ
About GPSV

Manchmal vergisst man etwas. Deshalb helfen wir Ihnen mit Ihren Passwörtern!

Split a Forerunner/Edge file (or a GPX file)

This form takes a workout history file from a **Garmin Forerunner** GPS receiver (.hst or .tc) and splits it into individual tracks, then packs them all into a single ZIP file for you to download. It also compensates for a bug in some versions of Garmin's software.

NOTE: With each revision of the Training Centre software, Garmin seems to enjoy making newer device are not working properly!

Upload your XML/GPX file here: GpsiesTrack.gpx

NOTE: If you compress your file into .gz or .zip format, it will go much faster, and you will be less likely to run into the upload size limit.

Save runs which don't contain any trackpoints? ☐

If you want to be able to split Logbook/TC files on your computer -- instead of having to upload them here -- this form. Of course, you need to have a [perl](#) interpreter installed on your machine.

After you've split up your file, upload your runs to the [map form](#) or use the [on-line converter](#) to convert them to GPX.

[Return to the main GPS Visualizer page](#)

©2003-2019 Adam Schneider, adam@gpsvisualizer.com.

Die durch Spenden und Werbung finanzierte Seite von GPSVisualizer bietet vielseitige Konvertierungs- und Kartenfunktionen.

falls sie sehr groß ist, am besten gezippt – auf der Seite <https://www.gpsvisualizer.com/forerunner/split> hoch. Sie erhalten dann Ihre einzelnen GPX-Tracks gepackt in einer ZIP-Datei. (mil@ct.de)

Geänderte BIOS-Oberfläche

Ich habe beim Office-PC-Bauvorschlag aus c't 4/2019 das UEFI-BIOS aktualisiert. Die Oberfläche sieht nun jedoch ganz anders aus und ich finde die Lüftereinstellungen nicht mehr.

MSI hat beim Mainboard B450M Mortar, das wir in unserem Bauvorschlag verwenden, beginnend mit Version 1.70 die Oberfläche des UEFI-BIOS auf den grafisch weniger opulenten GSE-Lite-Modus umgestellt. Damit schafft der Board-Hersteller im 16 MByte fassenden Flash-Chip Platz für die neuen Ryzen-3000-Prozessoren. Die Einstellungen für die Lüfterregelung finden Sie nun unter Advanced -> Hardware Monitor. Anstatt die einzelnen Punkte der Regelkurve umständlich per Maus auf die von uns empfohlenen Werte zu setzen, können Sie diese nun bequem per Tastatur eingeben. In der folgenden Tabelle haben wir die Werte aufgelistet. (chh@ct.de)

BIOS-Einstellungen für das MSI B450M Mortar

Option	Wert
Advanced -> Windows OS Configuration -> BIOS UEFI/CSM Mode	UEFI
Advanced -> Super IO Configuration -> Serial(COM) Port 0 Configuration -> Serial(COM) Port	Disabled
Advanced -> Super IO Configuration -> Parallel(LPT) Port Configuration -> Parallel(LPT) Port	Disabled
Overclocking -> CPU Features -> SVM Mode	Enabled
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 1 Temperatur	50
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 2 Temperatur	65
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 3 Temperatur	70
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 4 Temperatur	85
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 1 Fan Speed	10
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 2 Fan Speed	25
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 3 Fan Speed	50
Advanced -> Hardware Monitor -> CPU Fan1 level 4 Fan Speed	100
Advanced -> Hardware Monitor -> SYS Fan1 Fan1 Control (V)	408

Die besten Ideen für morgen

Treffen Sie die Gewinner des Wettbewerbs „Innovatoren unter 35“

Raketen für das neue Raumfahrtzeitalter, CO2 zu Treibstoff und Quantenrechner für die Medikamentenforschung: Technology Review präsentiert die führenden Innovatoren unter 35 von 2019, darunter den „Innovator of the Year“ und den „Social Innovator of the Year“. Erfahren Sie heute, was morgen unser Leben prägen wird.

Den Wettbewerb initiierte 1999 die US-Ausgabe der MIT Technology Review, zu den bisherigen Preisträgern gehören unter anderem Spotify-Gründer Daniel Ek oder Google-Gründer Sergey Brin.

Die Preisverleihung findet dieses Jahr auf der StartupNight in Berlin statt, einem von Europas größten Startup-Events.

Nutzen Sie die Gelegenheit, die Innovatoren persönlich kennenzulernen und sich auf den neuesten Stand bei aktuellen Technologie-Trends zu bringen.

Datum und Ort:

6. September 2019, 19 bis 20 Uhr
Hauptstadtrepräsentanz der Deutschen Telekom
Französische Str. 33 a-c, 10117 Berlin
www.startupnight.net

Anmeldung und weitere Informationen:
www.heise-events.de/tr35

Die Veranstaltung ist kostenfrei.
Wir bitten um Anmeldung,
da die Plätze begrenzt sind.

**JETZT
ANMELDEN**

Sponsor:





VPNs mit WireGuard

Das mit viel Vorschusslorbeeren bedachte VPN-Protokoll WireGuard kam schon in verschiedenen c't-Artikeln [2-4] vor. Wir haben es unter anderem für den dauerhaften Gebrauch auf Mobilgeräten empfohlen. Das Folgende vertieft einzelne Aspekte, die bisher offen oder unbehandelt blieben.

Von Peter Siering

DNS-Server für WireGuard-Clients

? Warum muss ich für die Clients einen DNS-Server konfigurieren?

! Wenn ein WireGuard-Client einen beliebigen DNS-Server befragt, kann es sein, dass diese Zugriffe nicht durch den Tunnel gehen, also unverschlüsselt bleiben. Jemand, der den Netzwerkverkehr mitschneidet, etwa in einem offenen WLAN, könnte die dabei anfallenden Daten nutzen.

Überwachen eines WireGuard-Servers

? Ich möchte nicht ständig auf der Kommandozeile rumsuchen, um zu sehen, ob ein Nutzer gerade online ist oder nicht. Gibt es dafür GUIs?

! Bei uns hat sich als pragmatische Lösung darkstat bewährt. Es ist unter anderem als Paket in Debian zu haben und zeigt auf Wunsch eine auf die WireGuard-Clients beschränkte Tabelle an. Die Konfigurationsdatei dafür stellen wir unter ct.de/ykqt bereit – leider muss man

sich zwischen IPv4- und IPv6-Ansicht entscheiden. Beides geht nicht.

Pi-Hole und WireGuard

? Kann ich auch meinen privaten DNS-Server verwenden, speziell Pi-Hole?

! Sie können – siehe die erste Antwort. WireGuard und Pi-Hole harmonisieren prima miteinander. Wenn Sie keine Performance-Wunder erwarten, klappt das gemeinsam auf einem Raspi. Wie man Pi-Hole auch IPv6-tauglich einrichtet, haben wir in [1] gezeigt.

Server ist lahm

? Mein WireGuard-Server fühlt sich langsam, woran liegt es? Was kann ich erwarten?

! Auch wenn WireGuard als schlank und schnell gilt (es zeigte sich bei Experimenten viermal so schnell wie herkömmliche VPN-Protokolle), kann es natürlich keine Wunder vollbringen. Wir konnten mit iperf3 auf einem Raspberry Pi Zero W beobachten, dass der Durchsatz von rund 30 MBit/s ohne WireGuard auf

rund 13 MBit/s bei aktiver VPN-Verbindung sinkt. Auch auf x86-Hardware fällt die Datenrate signifikant gegenüber einer ungeschützten Verbindung: in einer Proxmox-VM auf einem älteren HP MicroServer Gen8 mit Last von rund 800 MBit/s auf 220 MBit/s.

WireGuard-Server via Docker

? Lässt sich ein WireGuard-Server ohne viel Fummelei mit Docker an den Start bringen?

! Grundsätzlich stehen dafür zwei Wege zur Verfügung: Entweder muss der Docker-Host selbst mit WireGuard-Kernel-Modulen ausgestattet sein – was keine Bastelei spart – oder Sie verwenden Docker-Images, die auf die reine User-Mode-Implementierung zurückgreifen, WireGuard-Go. Die gibt es zum Beispiel als masipcat/wireguard-go auf dem Docker Hub. Der Haken solcher Lösungen ist, dass sie sich nur mit guter Netzwerk- und tiefgehender Docker-Erfahrung auch in Betrieb nehmen lassen. Schon für IPv4 muss man allerhand Fummelei auf sich nehmen. IPv6 potenziert den Aufwand.

GUI für WireGuard

? Gibt es ein schönes GUI für die Verwaltung eines WireGuard-Servers?

! Wir haben bisher keines gefunden. Für das Einrichten von Clients haben wir uns mit einem einfachen Shell-Skript beholfen (siehe ct.de/ykqt). Es ergänzt die nötigen Einträge in der wg0.conf-Datei, erstellt für jeden Client eine eigene Konfigurationsdatei und verewigt die Clients namentlich in der /etc/hosts-Datei, so dass man sie in „darkstat“ gleich am Namen erkennt. Das Skript ist nur eine schnelle Lösung, der vieles fehlt, etwa

Admins, die lieber per Browser auf den Zustand ihrer VPN-Zugänge starren, können darkstat nutzen, müssen sich aber zwischen IPv4 oder IPv6 entscheiden.

IP	Hostname	In	Out	Total	Last seen
192.168.42.113	peter6	26,967	153,106	180,073	1 sec
192.168.42.114	mon	65,254,836	14,279,758	79,534,594	48 secs
192.168.42.115	pmk2	1,912	1,468	3,380	18 days, 19 hrs, 54 mins, 51 secs
192.168.42.109	ktn	2,831,545,306	123,209,434	2,954,754,740	18 days, 21 hrs, 20 mins, 10 secs
192.168.42.107	it1	5,618,130	1,718,021	7,336,151	20 days, 10 hrs, 3 mins, 14 secs
2a01:4f8:160:2284:201::1	(none)	688	5,896	6,584	20 days, 15 hrs, 0 mins, 12 secs
192.168.42.1	(none)	168	64,036	64,204	20 days, 15 hrs, 8 mins, 32 secs
192.168.42.102	peter	10,359,935	839,074	11,199,009	20 days, 15 hrs, 41 mins, 1 sec
192.168.42.103	jam1	32,292,187	1,936,716	34,228,903	20 days, 15 hrs, 59 mins, 8 secs
fd00:24::1	(none)	208	892	1,100	20 days, 16 hrs, 13 mins, 52 secs
fe80::1	(link-local)	0	768	768	20 days, 17 hrs, 17 mins, 1 sec
192.168.42.106	pmk	2,142,871	226,526	2,369,397	20 days, 17 hrs, 20 mins, 35 secs
192.168.42.110	ps2	2,090,569,126	55,002,890	2,145,572,016	21 days, 18 hrs, 17 mins, 31 secs
192.168.42.112	psthink	4,686	4,039	8,725	27 days, 11 hrs, 38 mins, 16 secs
192.168.42.108	it2	655,697	210,938	866,635	27 days, 15 hrs, 30 mins, 3 secs

Löschfunktionen. Ähnliche Skripte finden Sie vielerorts im Netz.

Verbindungsabbruch

? Mein Smartphone verliert die Verbindung zu meinem WireGuard-Server hinter dem heimischen Router, wenn die DSL-Verbindung neu aufgebaut wird. Dann muss ich immer von Hand die WireGuard-Verbindung trennen und wieder aufbauen. Was kann ich tun?

! Letztlich wenig. Es gibt zwar eine Einstellung `PersistentKeepAlive = 15`, mit der man WireGuard dazu bringen kann, in regelmäßigem Zeitabstand (im Beispiel 15 Sekunden) Pakete über die Verbindung zu schicken. Doch leider erzwingt das keine neue Namensanfrage, die bei geänderter IP-Adresse des WireGuard-Servers nötig wäre. Auf Mobilgeräten, bei denen man kein Hilfskonstrukt für solche Fälle bauen kann, etwa mit einem Skript, das die IP-Adresse des Servers auf Änderungen prüft, muss man vorerst damit leben.

Router als WireGuard-Server

? Kann mein Router nicht gleich als WireGuard-Server dienen, so wie es für andere VPN-Techniken oft angeboten wird?

! Könnte er. Leider findet sich in kommerziellen Routern noch sehr selten eine WireGuard-Implementierung. Das OpenWRT-Projekt stellt allerdings alternative Firmware für viele Router mit entsprechender Unterstützung zum Download bereit. Wie man unter OpenWRT mit WireGuard umgeht, hat c't in [2] gezeigt.

IPv6-Zugriff überprüfen

? Wie kann ich testen, ob mein WireGuard-Server IPv6-Pakete transportiert?

! Besuchen Sie bei bestehender WireGuard-Verbindung Webseiten, die anzeigen, wie Ihr Browser mit dem Netz verbunden ist. Auf heise online finden Sie einen solchen Dienst, der verrät aber nur, ob der Zugriff mit einer IPv4- oder IPv6-Adresse erfolgt (siehe ct.de/ip). Wenn Sie

mehr wissen wollen, liefert ipv6-test.com sehr detaillierte Informationen.

WireGuard-Clients vom Heimnetz trennen

? Ich habe einen WireGuard-Server hinter meinem Router installiert. Wie kann ich WireGuard-Clients vom Rest meines Heimnetzes isolieren, sodass sie nicht mehr das NAS oder die Drucker erreichen?

! Wenn der Server letztlich mit allen Geräten wie NAS & Co. in einem IP-Netzwerk steht, genügen iptables-Regeln. Die lassen den WireGuard-Server alle Pakete verwerfen, die an andere Geräte als das lokale Gateway des Netzes gerichtet sind. Für das interne IPv4-Netz 192.168.25.0/24 mit dem Gateway 192.168.25.1 könnte ein solcher Regelsatz lauten:

```
iptables -I FORWARD -i wg0 \
  --destination 192.168.25.0/24 \
  -j REJECT
iptables -I FORWARD -i wg0 \
  --destination 192.168.25.1 \
  -j ACCEPT
```

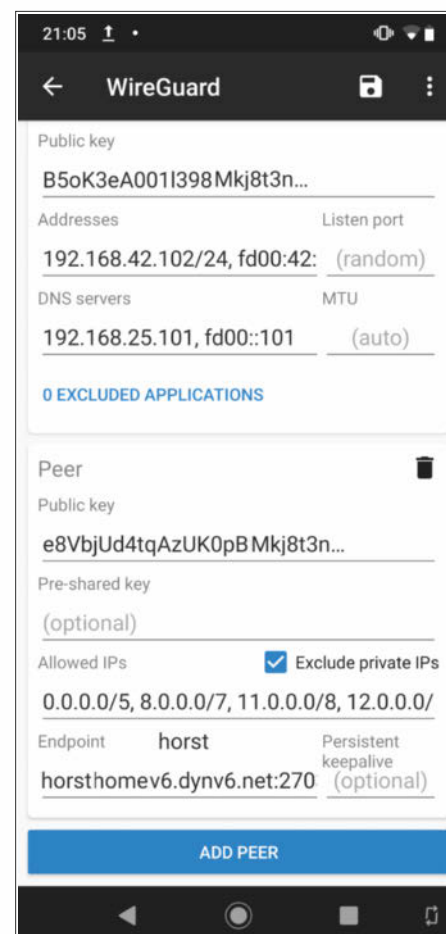
Die erste Regel unterbindet allen Traffic aus dem WireGuard- in das lokale Netz, die zweite schafft eine Ausnahme für das Gateway. Durch den Aufruf mit „-I“ wird die zuletzt eingefügte Regel als erste in der Kette abgearbeitet.

Zugriff aufs Netz an WireGuard vorbei

? Wie kann ich auf Rechner im lokalen Netz zugreifen, etwa ein NAS, während ich über dieses Netz mit einem WireGuard-Server verbunden bin?

! Steht der WireGuard-Server außerhalb des lokalen Netzes, hilft bei Android-Clients die Option „Exclude private IPs“ in den Verbindungseigenschaften der WireGuard-App. Sie trägt in der Option „AllowedIPs“ alle gängigen privaten Netze als zulässig ein und erreicht dadurch, dass Pakete an diese Adressen nicht durch den Tunnel zum WireGuard-Server fließen, sondern am Tunnel vorbei ins lokale Netz.

Andere WireGuard-Clients kennen „Exclude private IPs“ nicht, aber ein Eintrag in „AllowedIPs“ funktioniert genauso gut. Wenn die lokalen Rechner, die Sie er-



Wenn lokale Netze, etwa die eigene Hausautomation, bei bestehender WireGuard-Verbindung nicht erreichbar sind, hilft auf Android „Exclude private IPs“.

reichen wollen, im gleichen IP-Netzwerk stehen wie der WireGuard-Server, sollte der Zugriff ohne weitere Handgriffe funktionieren und ein Eintrag nicht nötig sein. Nur bei mehreren lokalen Netzen, die erreichbar sein sollen, wird man Extra-Regeln bemühen müssen. (ps@ct.de)

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Filterbeere, Schadcode und Werbung mit Raspberry Pi und Pi-hole filtern, c't 11/2018, S. 144
- [2] Andrijan Möcker, Eigenbräut statt Elektroschrott, Mit OpenWrt alten Routern neue Aufgaben geben, c't 8/2019, S. 140
- [3] Peter Siering, Schutz ausrollen, Den eigenen VPN-Server mit WireGuard bauen, c't 15/2019, S. 166
- [4] Peter Siering, Geschützter Verkehr, Tipps fürs Unterwegssein mit WireGuard, c't 14/2019, S. 30
- [5] Carsten Strotmann, Besser tunneln, Sichere VPN-Verbindungen mit WireGuard, c't 5/2019, S. 158
- [6] Ernst Ahlers, FAQ: IPv6, c't 12/2019, S. 178

Downloads, Skripte und URLs:
ct.de/ykqt



Michael Kofler
Java
Der Grundkurs

Rheinwerk, Bonn 2019
ISBN 978-3-8362-6958-2
443 Seiten, 15 €
(PDF-/Epub-E-Book: 13 €)

Sprechen Sie bitte objektorientiert!

Eines der Standardwerke zu Java, das sich insbesondere an Autodidakten und angehende Informatiker richtet, hat kürzlich seine dritte Auflage erlebt. Autor Michael Kofler geht darin unter anderem auf Oracles veränderte Release-Politik ein.

Koflers Java-Grundkurs setzt keine Vorkenntnisse voraus. Ausgehend von Java 9 und der IntelliJ-IDEA-Entwicklungsumgebung geht Kofler von der Basisinstallation über eine Einführung in die objektorientierte Programmierung bis hin zur Codierung didaktisch fein abgestuft voran. Die Installation der Umgebung sowie des Java Development Kit (JDK) und aller notwendigen Bibliotheken beschreibt der Autor detailliert für die Plattformen Windows, macOS und Ubuntu-Linux.

Anders als vergleichbare Einführungsliteratur geht Koflers Buch noch vor der syntaktischen Einführung und dem obligatorischen „Hallo Welt“ ausführlich auf die Idee des objektorientierten Programmierens ein. Das Verständnis von Klassen, Daten und Objekten sowie die Formulierung innerhalb der Java-Syntax bildet die Grundlage für alle nachfolgenden Schritte. Tatsächlich wird jemand, der mit dem objektorientierten Paradigma einfach nicht warm wird, nur schwer souverän mit Java umzugehen lernen – aber auch mit vielen anderen gängigen Programmierwerkzeugen.

Der Autor dämpft allzu große Erwartungen seiner Leser. Umfangreiche Java-Projekte zum Anpassen finden sich im Buch nicht. Dessen Ziel besteht vielmehr darin, solide Grundlagen der Programmiersprache und des Konzeptes von Java zu vermitteln. Die verwendeten Beispielprogramme sind kurz und dienen vorwiegend dazu, das Verständnis für Teilaspekte der Programmiersprache zu verbessern.

Die Kapitel bauen didaktisch sinnvoll aufeinander auf. Am Ende jedes Abschnitts sorgen Fragen und Übungen für eine Lernkontrolle. Wer das Abtippen der Quellcodes zu mühsam findet, der freut sich über das ZIP-Archiv auf der Verlagsseite.

Koflers Grundkurs ermöglicht Einsteigern und Informatikstudenten sowie Fachinformatikern einen fundierten Einstieg in die Programmierung mit Java; die aktuelle Auflage wird den schnellen Veränderungen in der Java-Welt gerecht.

(Ulrich Schmitz/hag@ct.de)

Mindmapper ausgereizt

Das Programmpaket MindManager geht über seinen ursprünglichen Verwendungszweck als Mindmapper hinaus. Andreas Lerchers Anleitungsbuch beschreibt die Grundidee und die Power-Funktionen dieser Anwendung und erklärt, was man damit auch als Einsteiger alles anfangen kann.

Mit Mindmapping nimmt man Stichpunkte zu einem Thema auf und sortiert sie im selben Atemzug in einen inhaltlichen Zusammengang ein. Die für Pinnwände und Pappkärtchen erfundene Vorgehensweise lebt erst so richtig auf, wenn man die Mindmap mit einer einschlägigen Software aufstellt und dynamisch anpasst. MindManager ist wohl das mächtigste marktübliche Programm für diesen Zweck. Im Lauf der Zeit ist es um zahlreiche zusätzliche Funktionen gewachsen. Das reicht vom grafischen Ausarbeiten einer Word-Gliederung über dynamische Bilanzpräsentationen bis zum Zeichnen von Fluss- und Schwimmbahndiagrammen, aufgepeppt mit wählbaren Schriftstilen und Hintergrundbildern.

Lercher beleuchtet das ganze Spektrum der MindManager-Einsatzmöglichkeiten. Schon bevor er auf Installation und Bedienung der Software eingeht, beschreibt er die Grundlagen von Mindmaps, Flussdiagrammen und Konzept-Maps – die Lektüre lohnt sich auch für Leser, die bislang noch gar nichts mit diesem Programm zu tun hatten.

Wie man die Software einrichtet und bedient, beschreibt das Buch erwartungsgemäß mit ausführlichen, einsteigerfreundlichen Beschreibungen, zahlreichen Tipps und fast lückenlos abgedruckten Bildschirmdialogen. Der Text ist gespickt einer Reihe von Links zu Anleitungsvideos auf der Verlags-Webseite. Eingeflochtene „Übungen“ sind vielmehr Anregungen, einmal Dieses oder Jenes zu probieren, und erscheinen zusammen mit – zum Teil herunterladbaren – Beispielresultaten.

Erfahrene PC-Nutzer können die Anleitungen zu Grundfunktionen überspringen, doch spätestens zum Einsatz von Rechenformeln oder zum Zusammenspiel von MindManager mit PowerPoint finden auch Experten noch wertvolle Hinweise. Frühere Buchausgaben haben anscheinend auch beschrieben, wie elegant man Excel-Tabellenauszüge dynamisch in Mindmaps einbinden kann. Dazu findet sich jetzt leider nur ein verwaister Hinweis im Stichwortverzeichnis. Trotzdem empfiehlt sich das Buch gleichermaßen für Einsteiger, Profi-Anwender und sogar für Interessenten, die MindManager noch gar nicht benutzen. (hps@ct.de)



Andreas Lercher

MindManager 2019

mitp, Frechen, 2019
ISBN 978-3-95-845926-7
368 Seiten, 24,99 €
(E-Book und Kindle-Edition: 21,99 €)



Maker Faire®

TECHNOLOGIE.
INNOVATION.
COMMUNITY.

Wie morgen, nur heute.

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der
Maker Faire und verschaffen Sie sich Zugang
zu den Machern von morgen.

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



Chokri Khiari
Verkaufsleiter
Tel.: +49 511 5352-133
chok@maker-faire.de

Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller

Grundlagen der Prozessorkühlung

Aufbau und Funktionsweise von Prozessorkühlern

Der möglichst geräuschlose und effiziente Abtransport der Abwärme von Halbleitern stellt eine Herausforderung für moderne PC-Systeme dar. Wir erklären, wie die CPU-Kühler und deren Lüfter funktionieren und welche Schwächen sie mitunter haben.

Von Tim Gerber

Moderne CPUs erzeugen bedingt durch den Stromfluss durch Milliarden von Transistoren viel Wärme. Aktuelle Desktop-CPU erreichen eine Thermal Design Power von bis zu 250 Watt. Angesichts der Tatsache, dass Heizleistungen gewöhnlich in Kilowatt angegeben werden, klingt das nicht sonderlich viel. Man muss sich aber vor Augen halten, dass diese Heizleistung auf einer sehr kleinen Fläche auftritt, und das auch noch in

einem geringen Volumen. Ohne aktive Kühlung kommt es zu Temperaturen, die den Halbleiter zerstören.

Die Wärme muss also weg. Für ihren Abtransport ist die Übertragungsfläche maßgeblich; ähnlich wie bei einem elektrischen Leiter entscheiden auch bei der Wärmeableitung der Querschnitt und die materialspezifische Leitfähigkeit. Letztere ist bei der den Prozessor umgebenden Raumluft aber schlecht. Würde sie sich nicht bewegen, fände kaum ein Abtransport der unerwünschten Energie statt. Auch die allein durch die Thermik entstehende Luftbewegung, bei der sich erwärmte Luft nach oben bewegt, weil ihre Dichte abnimmt, sodass dichtere Kaltluft nachströmt, reicht bei diesen Leistungs- und Umgebungsparametern nicht aus, um den Prozessor vor dem Hitzetod zu bewahren.

Für die folglich erforderliche aktive Kühlung gibt der Prozessor-Chip die in ihm entstehende Wärme zunächst über eine Metallplatte als Verteiler (Heatsprea-

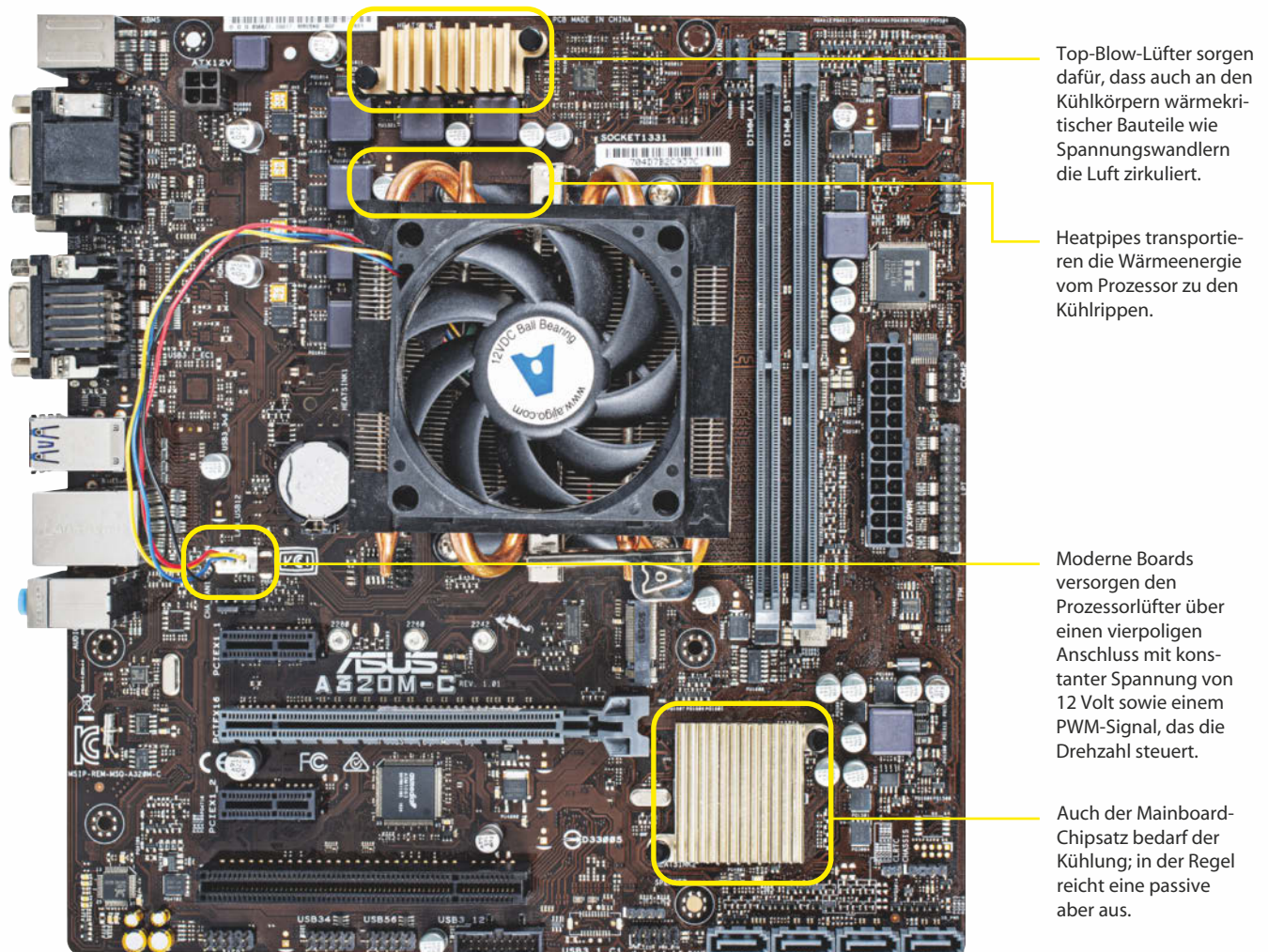
der) an den Kühlkörper ab. Von dort transportieren sogenannte Heatpipes die Wärme zu Kühlrippen. Deren Aufgabe ist es, die Oberfläche zur Umgebungsluft erheblich zu vergrößern. Für gute Wärmeleitung zwischen Prozessoroberfläche und dem Kühlkörper ist ein direkter Kontakt ohne Luftzwischenräume entscheidend. Zum Ausgleich von Unebenheiten dient deshalb eine Paste aus wärmeleitfähigem Material. Alternativ gibt es wiederverwendbare Wärmeleitpads aus Graphit (siehe c't 4/2019, S. 90).

Da die natürliche Luftzirkulation zwischen den engen Kühlrippen nicht ausreicht, sorgt ein Lüfter für die notwendige Bewegung. Man unterscheidet zwischen Top-Blow- und Tower-Kühlern. Erstere sitzen über dem Prozessor und ihre Achse zeigt auf diesen. Sie blasen den Luftstrom durch die Lamellen in Richtung Mainboard und sorgen so auch für eine bessere Kühlung stark abwärmeproduzierender Bauteile wie Spannungsregler oder Chipsatz. Tower-Lüfter sitzen hingegen seitlich



Nach ihrer Bauform unterscheidet man zwischen Tower-Lüftern (links) und Top-Blow-Lüfter, die auch in engeren Gehäusen Platz finden und neben der CPU auch andere Bauteile kühlen können.

Aufbau Prozessorkühlung am Beispiel Asus A320M-C



an den Lamellen und ihre Achse liegt parallel zum Prozessor, ihr Luftstrom erreicht andere Bauteile auf dem Mainboard kaum. In engen und folglich schlecht belüfteten Gehäusen besteht die Gefahr, dass Spannungswandler und Kondensatoren den Hitzetod sterben oder dass die Rechenleistung sinkt, weil die CPU bei zu heißem Wandler ihre Taktfrequenz drosselt.

Alle Lüfter haben einen entscheidenden Nachteil; frei nach Wilhelm Busch: Er wird oft nicht schön gefunden, weil er stets mit Geräusch verbunden. Wie stark das ausfällt, hängt vor allem von der Drehzahl ab und diese wiederum von der zu bewegendenden Luftmasse. Ein größerer Durchmesser des Rotors führt zu geringerer Drehzahl bei gleicher Luftmenge, also zu weniger Lärm. In der Praxis können

aber gute Lüfter mit 12 Zentimetern Durchmesser mitunter einem schlechteren mit 14 Zentimetern auch den Rang in Sachen Geräuscharm ablaufen.

Im Betrieb wird dem Prozessor selten die volle Leistung abverlangt und folglich muss auch der Lüfter kaum mit voller Drehzahl laufen. Den resultierenden Lärm würde man am Arbeitsplatz kaum ertragen und der Verschleiß der Lager täte sein Übriges zur alsbaldigen Ausmusterung des Systems. Eine intelligente Lüftersteuerung leistet somit einen wichtigen Beitrag für einen schnellen und zugleich leisen Rechner.

Vom Mainboard erhält der Lüfter über einen vierpoligen Anschluss neben der Versorgungsspannung die Information, welche Drehzahl das Board aufgrund der aktuellen Prozessorlast und -temperatur

erwartet. Die Information wird über ein getaktetes Signal (Pulsweitenmodulation, PWM) mit einer festen Frequenz von 25 Kilohertz übertragen. Aus dem Verhältnis der Dauer des High- und des Low-Zustandes ergibt sich die erwartete Kühlleistung in Prozent, bezogen auf den mit dem Prozessor gelieferten Standardlüfter. Die Lüfter werten dieses Signal aus und errechnen daraus die notwendige Drehzahl – unter Berücksichtigung der eigenen Leistungsfähigkeit sowie eventueller eigener Sensordaten etwa zur Temperatur der Zuluft. Die intelligente Lüftersteuerung nützt aber nichts, wenn man im BIOS-Setup nicht die richtige passenden Lüfterkurve wählt, die man notfalls durch Ausprobieren herausfindet.

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

Tests und Literatur: ct.de/yrtp

Weitergepuzzelt

Die wichtigsten neuen Erweiterungen der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker

Sein Smart Home mit der Open-Source-Software ioBroker zu steuern macht einen unabhängiger von Hardware-Herstellern und erleichtert das Einbinden von Komponenten verschiedener Anbieter. In den vergangenen Monaten sind Dutzende Module hinzugekommen, sowohl zur Einbindung neuer Geräte, aber auch für schönere Visualisierungen. Ein Überblick.

Von Ingo Fischer

Unablässig schrauben Programmierer aus aller Herren Länder an der quell-offenen Smart-Home-Steuersoftware ioBroker. Dank ihres modularen Aufbaus lassen sich über „Adapter“ genannte Erweiterungsmodule besonders leicht neue

Geräte einbinden, Funktionen hinzufügen oder die Administrationsoberfläche flexibel erweitern.

Seit unserer letzten Betrachtung in c't 17/2018 sind satte 80 Adapter hinzugekommen, sodass die Nutzer nun aus über 280 Erweiterungsmodulen wählen können.

Die Neuzugänge ermöglichen es beispielsweise, auch Geräte an einem Homematic-IP-Gateway direkt zu steuern; bisher war nur die Homematic CCU als Hardwarezentrale möglich. Ebenfalls unterstützt werden nun die günstigen Geräte des chinesischen Herstellers Meross. Und seit Kurzem können endlich auch die Google-Home-Nutzer ihre Geräte über ioBroker steuern.

Selbst für die unter verschiedenen Markennamen vertriebenen Geräte der Firma Tuya, die mit Sicherheitslücken in der hauseigenen IoT-Plattform Smart-Life in die Schlagzeilen geraten war, haben sich die ioBroker-Programmierer etwas

einfallen lassen: ioBroker nutzt bei diesen Geräten die lokale Steuerschnittstelle, wodurch sich diese von ihrer Cloud abschneiden lassen, was die Sicherheitslücken umgeht. Selbst wer sich aus Sicherheitsgründen zwischenzeitlich dafür entschieden hat, seine Tuya-Geräte mit der Open-Source-Firmware Tasmota zu flashen, kann diese noch in ioBroker einbinden. Hierfür steht der „Sonoff“-Adapter bereit.

Apropos Sicherheit: Das Sicherheitskonzept der Steuersoftware selbst wurde gründlich überarbeitet, worauf wir im nachfolgenden Artikel ab Seite 180 gesondert eingehen.

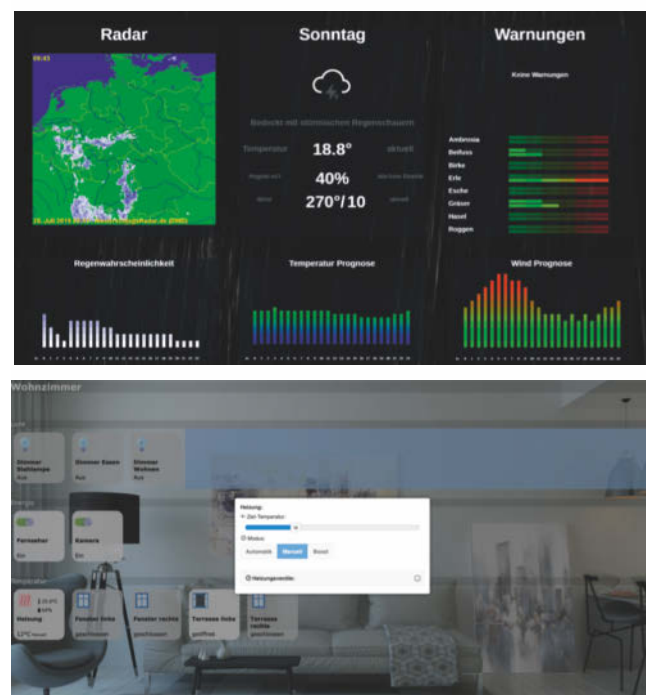
Auch die Auswertungsmöglichkeiten wachsen: Der „Source-Analytix“-Adapter beispielsweise aggregiert Verbrauchsdaten anderer Adapter auf Tages-/Wochen- oder Monatsebene, zählt Impulse und errechnet Kosten.

Neue Visualisierung

Vor allem im Bereich der Visualisierungsadapter gab es in den vergangenen Monaten kräftig Zuwachs, sodass mittlerweile für jeden Geschmack etwas dabei sein dürfte.

So gibt es neben dem Visualisierungsklassiker „vis“ nun die neuen Adapter „Material“ und „IQontrol“, die automatisch Oberflächen auf Basis der Raum- und Funktionszuordnungen erstellen. Die müssen dafür natürlich sauber gepflegt sein. IQontrol erlaubt zusätzlich die Erweiterung um eigene Seiten. Was genau steuerbar ist, hängt von der Rollendefinition der Datenpunkte ab. Diese müssen vor allem bei selbst angelegten Datenpunkten passen.

Wer ioBroker in Kombination mit einem anderen Smart-Home-System einsetzt oder von einem solchen herüberwechselt, bekommt nun Bedienoberflächen, die denen von OpenHAB (HabPanel) und Home Assistant (Lovelace und Tileboard) nachempfunden sind. Einige davon sind allerdings noch recht neu und ausschließlich im Latest-Repository verfügbar.



Für ioBroker stehen neben der klassischen Oberfläche vis (oben) nun auch solche mit einem modernen Look bereit, wie etwa IQontrol (unten).

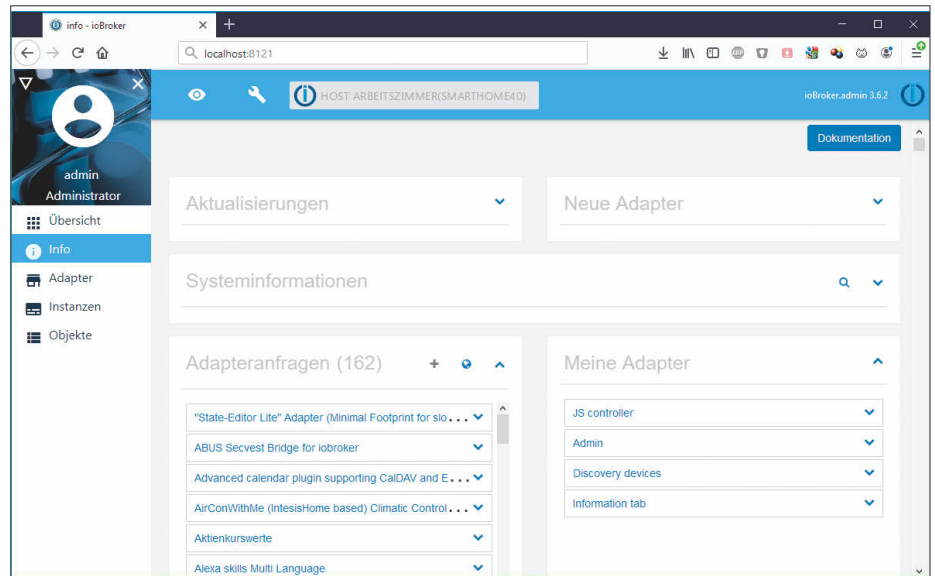
Neue Funktionen

Einige bereits existierende Adapter haben neue Funktionen und Updates erhalten. Dank einer tieferen Integration des „Info“-Adapters erhält man nun beispielsweise auf einer separaten Seite der Administrationsoberfläche mehr Detailinformationen zum eigenen System. Über ein integriertes Benachrichtigungssystem können Modul-Entwickler wichtige Informationen zu Wartungsarbeiten oder Updates schnell an alle interessierten Nutzer verteilen. Der JavaScript-Adapter integriert nun Microsofts Webeditor Monaco, sodass man Skripte komfortabler verfassen kann.

Im vergangenen halben Jahr hat sich eine chinesische ioBroker-Community mit eigenem Forum gebildet. Dank ihrer Unterstützung stehen die Oberflächen vieler Adapter in zehn Sprachen inzwischen zur Verfügung, darunter Chinesisch.

Neuer Kern

Die Basis jeder ioBroker-Installation ist der sogenannte JS-Controller, der die Ausführung der installierten Adapter steuert. Er ist seit Juni nach ausgiebiger Testphase in der kräftig überarbeiteten Version 1.5.14 verfügbar und unterstützt Node.js LTS bis zur aktuellen Version 12.x. Die ioBroker-Entwickler arbeiten derzeit bereits an der nächsten Version 2.0 des JS-Controllers, der dann aber nur noch Node.js ab 8.x un-



Der Info-Adapter liefert Informationen zum eigenen System, zu bereits installierten und neu verfügbaren Adaptern, GitHub-Issues relevanten Adaptern, neuen Forum-Threads und mehr.

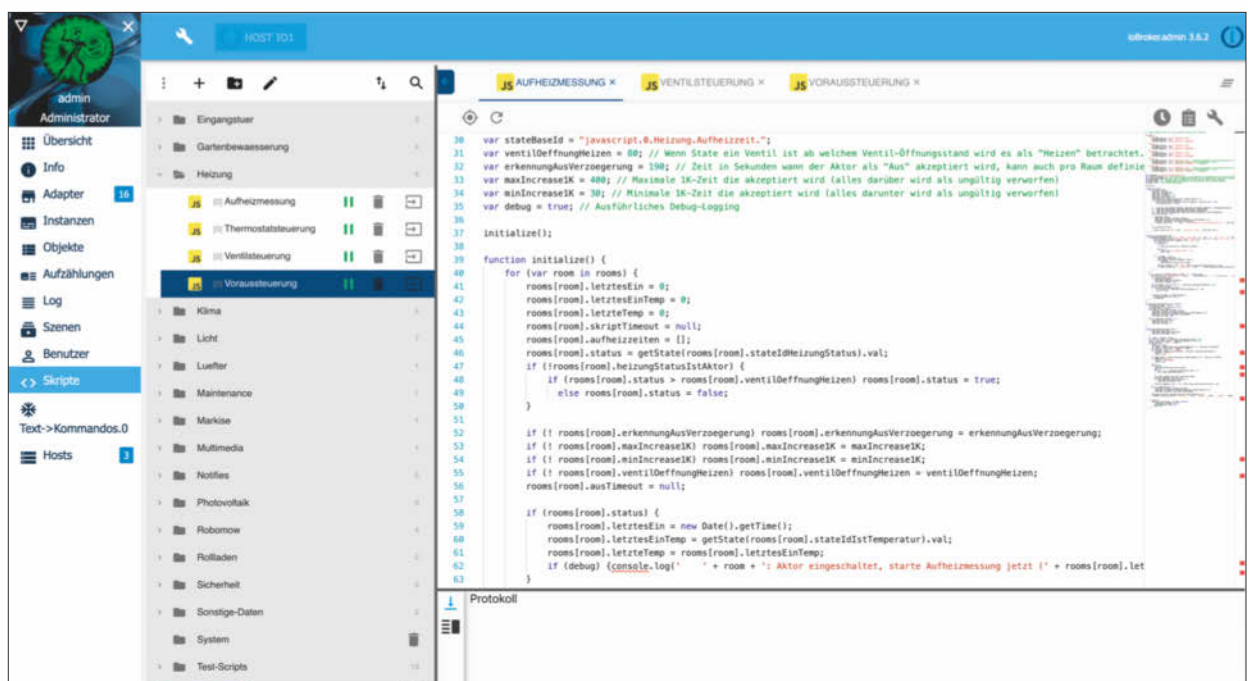
terstützen wird. Die Freigabe ist für die zweite Jahreshälfte 2019 geplant.

In Anbetracht des Umstands, dass inzwischen ältere Node.js-Versionen bis einschließlich 7.x nicht mehr gepflegt werden und auch keine Sicherheits-Updates mehr erhalten, sollten alle Nutzer älterer Versionen bereits jetzt über eine Aktualisierung ihrer Systeme nachdenken. Im ioBroker-Forum und auch auf der neu ge-

stalteten ioBroker-Webseite und -Dokumentation hat die ioBroker-Community Anleitungen und FAQs für den Umstieg zusammengestellt (siehe ct.de/yu3x).

Sobald diese Version offiziell freigegeben ist, wird c't ausführlicher die neuen Möglichkeiten beleuchten. (nij@ct.de) **ct**

Anleitungen und FAQs zu ioBroker:
ct.de/yu3x



Ein vollständiger JavaScript-Editor mit Unterstützung von mehreren Tabs sowie Code- und Typ-Prüfung macht das Erstellen eigener Skripte zum Kinderspiel.

Sicherer puzzeln

Smart-Home-Steuersoftware ioBroker sicher installieren und betreiben

Die Steuersoftware für das eigene Smart-Home muss hohe Anforderungen beim Schutz vor unbefugten Zugriffen erfüllen – vor allem, wenn sie Komponenten verschiedener Systeme miteinander verbindet und einen übergreifenden Zugriff erlaubt. Die Macher von ioBroker haben ihr Konzept nun von Grund auf überarbeitet.

Von Ingo Fischer

Bei jeder Software bestimmt bereits die Art und Weise der Installation, welches Sicherheitsniveau im besten Fall erreichbar ist. Keine gute Idee ist es, für den Betrieb eines Programmes Root-Rechte vorauszusetzen. Dies war bei der in c't 18/2017 vorgestellten Smart-Home-Steuersoftware ioBroker jedoch lange nötig, damit die Erweiterungsmodule (Adapter genannt) Zugriff auf systemnahe Dienste bekommen.

Anfang dieses Jahres haben die Macher von ioBroker Installation und Betrieb in diesem Punkt gründlich überarbeitet. Nichts geändert hat sich dabei am Konzept: Weiterhin benötigt ioBroker einen permanent laufenden PC unter Windows, macOS oder Linux, wobei auch ARM-basierte Hardware infrage kommt, etwa ein Raspi.

Ohne Root

Neue Skripte für Linux, macOS und Windows erlauben es nun jedoch, ioBroker nicht nur komfortabler, sondern vor allem auch sicherer zu installieren und zu betreiben. Während der Installation wird beispielsweise für Linux ein eigener unprivilegierter Benutzer angelegt, der später alle ioBroker-Adapter ausführt. Eventuell nötige Sonderrechte werden hierbei automatisch vergeben.

Unter Linux und macOS genügt als Grundlage für die Installation ein zum Betriebssystem passende Node.js ab Version 8 (empfohlen ist Version 10). Alles weitere übernimmt ein Skript, dass sich wie folgt ausführen lässt:

```
curl -sL https://iobroker.net/
  ↵ install.sh | bash -
```

Dieses Skript legt den speziellen Benutzer iobroker an, installiert nötige Zusatzpakete und richtet alle Rechte passend ein. Root beziehungsweise die Nutzung von sudo ist nicht mehr nötig und sollte auch nicht mehr eingesetzt werden.

Aus Alt mach Neu

Für ältere Installationen, die noch nicht über das neue Skript liefen, gibt es eine Lösung, um den gleichen sicheren Stand zu erreichen. Dabei führt man ein sogenanntes Fix-Skript über folgenden Befehl aus:

```
curl -sL https://iobroker.net/
  ↵ fix.sh | bash -
```

Es aktualisiert alte Installationen und korrigiert dabei gleich sämtliche Rechte. Mit

dem Skript lässt sich eine Installation auch künftig auf dem aktuellen Stand halten. Ebenso ist es häufig das erste Mittel der Wahl, wenn bei Adapter-Updates Probleme mit Zugriffsrechten auftreten.

Windows-Installationen

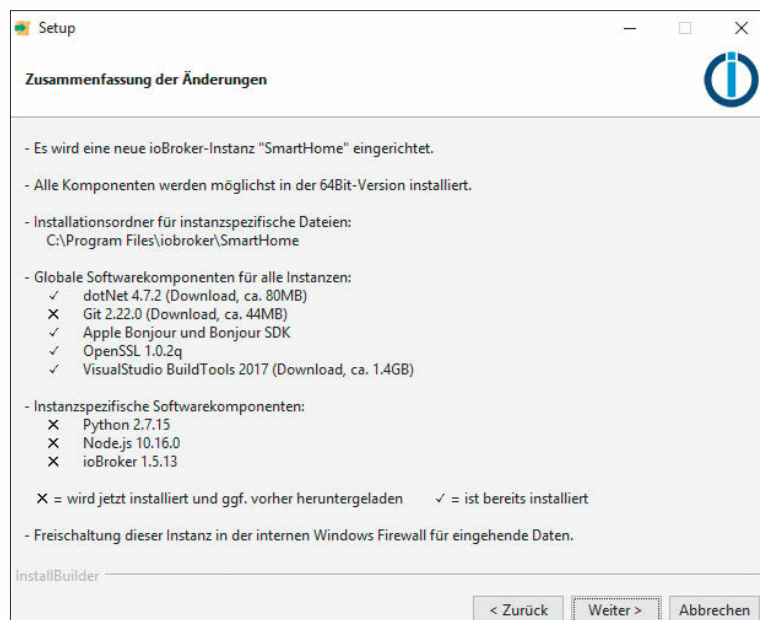
Für Windows steht ebenfalls ein neuer All-in-One-Installer zur Verfügung. Er unterstützt Windows ab 7 SP1 32/64 Bit und Windows Server ab Version 2008 R2. Das Programm installiert zum ioBroker alle nötigen Abhängigkeiten. Dabei zeigt er übersichtlich auf, welche Build-Tools und welche weitere Software er installiert.

Mehrfach ausgeführt erlaubt der Windows-Installer sogar die komfortable Einrichtung mehrerer voneinander abgeschotteter ioBroker-Instanzen auf dem gleichen Rechner. So lässt sich beispielsweise einfach ein Testsystem neben einem Produktivsystem einrichten, ebenso ein Multimandanten-System für den professionellen Einsatz.

Die Entwickler des Windows-Installers haben ihrerseits großen Wert auf die Systemsicherheit gelegt. Wie unter Linux verwendet jede Instanz ein eigenes unprivilegiertes Systemkonto, über das alle Prozesse ausgeführt werden. Für die Zukunft ist geplant, dass auch dieser Installer die Aktualisierung älterer Installationen übernimmt.

Zugriff absichern

Nach der Installation führt der erste Weg zur webgestützten Administrationsoberfläche. Diese ist zunächst direkt und un-



Mit den neuen Skripten lässt sich ioBroker einfach und sicher installieren.

verschlüsselt zu erreichen, lässt sich aber auf mehrere Arten zusätzlich absichern.

So unterstützt ioBroker unterschiedliche Benutzer und Gruppen. Der Standard-Benutzer „Admin“ besitzt alle Rechte. Als erste Aktion nach der Installation sollte er daher in jedem Fall ein Passwort erhalten.

Über Gruppen lassen sich granular die Zugriffsrechte auf Objekte, Zustände, Dateien oder besondere Aktionen festlegen, beispielsweise die Ausführung von Systemkommandos. Danach kann man weitere Benutzer anlegen und diese den Gruppen zuordnen.

Bei allen Adaptern, die eine Weboberfläche bereitstellen, gilt es zu entscheiden, ob ein Login nötig sein soll. Falls nicht, werden alle Aktionen mit den Rechten des ioBroker-Admin ausgeführt.

Darüber hinaus kann man den Zugriff auf alle von ioBroker zur Verfügung gestellten Weboberflächen über SSL-Zertifikate absichern. Hierzu lassen sich in der Konfiguration eigene Zertifikate hinterlegen oder man nutzt Let's Encrypt [1].

Ein selbstsigniertes Zertifikat ist bereits hinterlegt und muss lediglich aktiviert werden. Für Let's Encrypt sind zusätzliche Angaben wie Mailadresse und Domainname nötig. ioBroker öffnet dann einen zusätzlichen Webserver, auf den Port 80 des Internet-Routers weitergeleitet wird, um die übliche Einrichtung mit Let's Encrypt abzuwickeln.

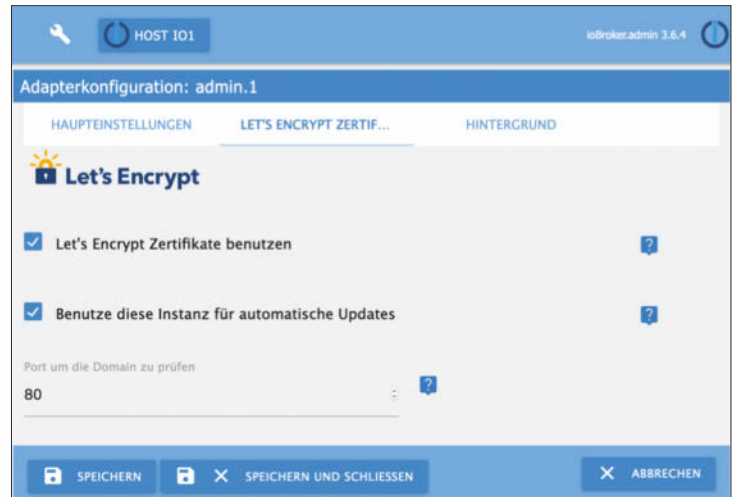
Eine automatische Aktualisierung der Zertifikate ist ebenfalls möglich; dabei wird der nötige Verifying-Server nur für einen kurzen Zeitraum wieder aktiviert. Ansonsten steht alle drei Monate eine manuelle Aktualisierung an.

Sicher von unterwegs

Wer sein ioBroker-System über eine Port-Weiterleitung auf Weboberflächen ins Internet stellt, muss wissen, was er tut. SSL-Zertifikate schützen nur die übertragenen Daten, nicht aber vor anderen Angriffen. Daher sollte auch der auf dem ioBroker installierte Server regelmäßig die neuesten Updates bekommen. Dieses Risiko will gut abgewogen sein; denkbar ist beispielsweise, einen VPN-Zugang zu schaffen und ioBroker nur darüber zu nutzen.

Allen, denen das zu kompliziert erscheint, stehen alternativ die Cloud-Dienste von ioBroker zur Verfügung, die wir in einer vergangenen Ausgabe bereits ausführlicher vorgestellt haben [2]. Die Free-Cloud erlaubt den Zugriff auf die Visuali-

Der Zugriff auf die Web-oberfläche von ioBroker lässt sich unter anderem mit Zertifikaten von Let's Encrypt absichern.



sierungsoberflächen und die Pro-Cloud zusätzlich auch auf alle Editoren und die Administration. Bei einem kommerziellen Einsatz von ioBroker steht mit der Beta-Version der neuen ioBroker.link-Adapter nun auch eine Möglichkeit zur Verfügung, ähnlich wie über eine VPN-Verbindung auf die Installation zuzugreifen.

Die neue ioBroker-App für iOS gestattet ebenfalls den einfachen Zugriff auf die eigenen Visualisierungen über WLAN, VPN oder die iobroker Cloud. Dabei erkennt die App das heimische Netzwerk und schaltet gegebenenfalls automatisch um.

Die ioBroker-App „iogo“ für Android verfolgt hingegen einen etwas anderen Ansatz: Sie nutzt zwar ebenfalls die ioBroker-Cloud oder eine lokale Verbindung, zeigt die Daten aber auf Basis der Raum- und/oder Funktionszuordnungen direkt an. Diese sollte man folglich pflegen. Mit dem zugehörigen iogo-Adapter auf Seiten von ioBroker lässt sich die App noch um

eine Benachrichtigungsfunktion aufs Handy erweitern.

Fazit

Richtig installiert und genutzt, erfüllt ioBroker mit der neuen Struktur alle Sicherheitsanforderungen an eine moderne Smart-Home-Software. Auch wenn im heimischen Netz oft großes Vertrauen herrscht, sollten ein passwortgeschützter Zugriff auf die Weboberflächen zum Minimum gehören. Wer die selbstsignierten Zertifikate aktiviert, sorgt darüber hinaus dafür, dass niemand das Passwort und anderen Netzwerkverkehr mitlesen kann. Sicher ist sicher. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Uli Ries, Let's Encrypt!, SSL/TLS-Zertifikate gratis für alle, c't 4/2018, S. 80
- [2] Ingo Fischer, Neue Puzzleteile, Die wichtigsten Neuerungen der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker, c't 17/2018, S. 34

ioBroker-Website und Forum: ct.de/ywzh



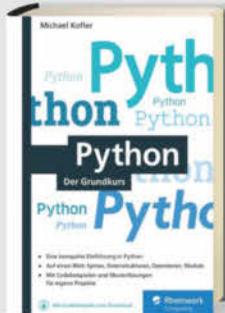
Bei ioBroker lassen sich Rechte granular festlegen.

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher

BEST-SELLER



Michael Kofler

Python

Diese Python-Einführung konzentriert sich auf das Wesentliche und zeigt Ihnen, wie Sie die Sprache in eigenen Projekten einsetzen. Erfahren Sie praxisgerecht, wie Sie mit Python Daten verarbeiten, den Raspberry Pi ansteuern, wiederkehrende Aufgaben automatisieren und vieles mehr.

ISBN 9783836266796

shop.heise.de/python-buch

14,90 € >



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 € >

BEST-SELLER



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 € >



Ralf Steck

CAD für Maker

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202

shop.heise.de/cad-buch

25,90 € >

BEST-SELLER



Ralf Wirdemann

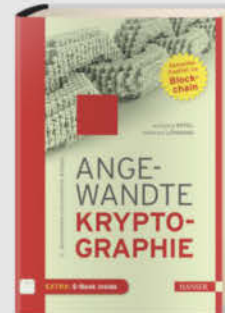
SCRUM mit User Stories

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523

shop.heise.de/scrum-stories

32,00 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

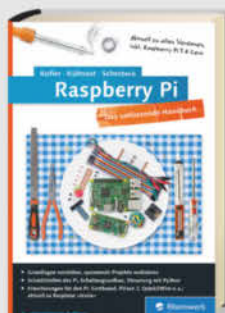
Angewandte Kryptographie

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 9783446454682

shop.heise.de/kryptographie

32,00 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

Raspberry Pi, 5. Auflage

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 zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195

shop.heise.de/raspberry-5

39,90 € >



Hans-Georg Schumann

Calliope mini für Kids

Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598

shop.heise.de/calliope-kids

19,99 € >

PORTOFREI
AB 15 €
BESTELLWERT

Ab einem Einkaufswert von 15€ und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberrys.

shop.heise.de/game-hat

41,90 € >

BEST-SELLER



ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid

49,90 € >



NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.

Im Set mit Netzteil!

shop.heise.de/jetson

129,90 € >



DAUER-TIEFPREIS

Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

Direkt loslegen mit dem neuen Starterset Black Edition: Raspberry Pi 3 Modell B+, 16 GByte micro SD, HDMI-Stecker mit Netzteil und Case.

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € nur 59,90 € >



NEU

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 € >



Make: Teatimer „Teeodohr“

Lassen Sie Teeodohr die Ziehzeit Ihres Heißgetränks zwischen drei und zwölf Minuten sekundengenau überwachen! Kompletter Bausatz mit Microcontroller und allen Teilen aus dem

Make Magazin. Anleitung online verfügbar.

shop.heise.de/make-teebase

39,90 € >



NEU

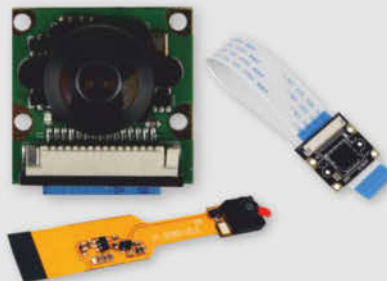
Retro-Shirts von c't

„Never change a running system“ - eine Weisheit, die seit Ewigkeiten Gültigkeit besitzt. Holen Sie sich den c't 86 - den ersten Selbstbau-16-Bit-Computer mit 8086-Prozessor von c't als hochwertiges schwarzes T-Shirt in den Größen S bis 4XL!

Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

shop.heise.de/ct-shirts

Je 15,00 € >

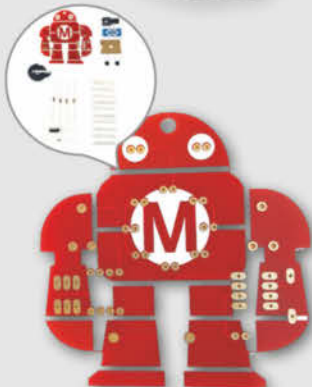


Raspberry Pi-Kameras

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

18,50 € >



Makey Lötbausatz

Das blinkende Maker-Faire-Maskottchen Makey ist ein Hingucker und auch der ideale Einstieg für die ersten eigenen Löterfahrungen. Die konturgräste Platine kommt zusammen mit Zubehör und Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz

ab 4,90 € >



Badehandtücher für Nerds

Immer die passenden Badehandtücher für Nerds, Fantasy- oder SciFi-Fans: Periodensystem, Dark Side/Light Side, Cthulhu und mehr für den Strand oder daheim.

shop.heise.de/handtuch

24,90 € >

Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de

heise shop

shop.heise.de >



Spar, Sam!

Wie dunkle Farben und der Dark Mode die Akkulaufzeit von Smartphones und Tablets beeinflussen

Immer wieder hört man, dass dunkle Farben und der Dark Mode auf dem Smartphone-Display die Laufzeit enorm verbessern. Wir haben gemessen, wann das tatsächlich der Fall ist und wann man sich das Umkonfigurieren sparen kann.

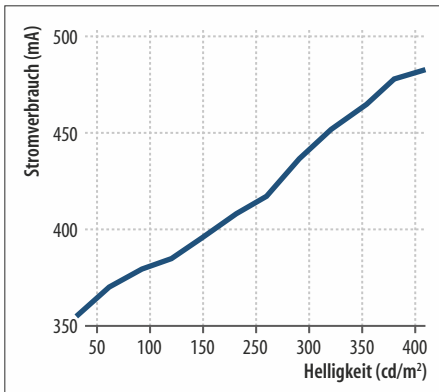
Von Michael Link

Helle Smartphone-Displays entleeren den Akku weitaus schneller als dunkle. Sagt man. Das stellt man ebenso wenig in Zweifel wie den Zusammenhang zwischen dem Druck aufs Gaspedal und dem Spritverbrauch. Aber auch die Farben, die ein Display anzeigt, wirken sich auf den Energiebedarf aus.

Das Prinzip selbst klingt leicht nachvollziehbar, zumindest beim OLED-Display: Die Farben eines Pixels werden darin mithilfe winziger Subpixel erzeugt, die für bestimmte Farben spezialisiert sind und deren Strombedarf variiert. Soll ein Pixel nur rot leuchten, erstrahlt nur das rote

Subpixel darin; bei einem weiß aussehenden Pixel müssen hingegen alle Subpixel eingeschaltet sein, was man aber nur in starker Vergrößerung sieht. In einem schwarzen Pixel bleiben alle Subpixel ganz einfach dunkel und brauchen dann fast keinen Strom mehr. Die durchaus variierende Bauweise der Subpixel-Matrix bestimmt, welche der winzigen LEDs leuchten müssen.

Die meisten Smartphones haben heutzutage zwar eine OLED-Anzeige, einige aber stattdessen ein Liquid Crystal Display, kurz LCD. Bei ihnen durchstrahlt eine stets aktive und daher stromhungrige



Der Strombedarf steigt annähernd linear mit der am Smartphone eingestellten Helligkeit.

Hintergrundbeleuchtung Flüssigkristalle, die je nach beabsichtigter Farbgebung und Helligkeit moduliert werden. Selbst wenn das LCD ein schwarzes Pixel anzeigen soll, ist die Hintergrundbeleuchtung aktiv. Das lässt erwarten, dass der Stromverbrauch bei LCDs überhaupt nicht von der anzuzeigenden Farbe abhängt. Unsere Messungen zeigen, dass das nicht ganz so einfach ist.

Obwohl die grundlegenden Zusammenhänge recht klar erscheinen, gibt es wenige konkrete Zahlen, wie sich eingestellte Farben und Helligkeiten auf die Akkulaufzeit von Smartphones auswirken. Deswegen nahmen wir uns vier Geräte für eine ausgiebige Messreihe vor. Drei davon haben eine OLED-Anzeige: das Google Pixel 2, das Motorola Z3 Play und das Huawei P30. Das Razer Phone 2 ist mit einem LCD ausgestattet.

Außer der Displaygröße und der Pixelzahl bestimmen zwei Faktoren den Strombedarf von Displays: die Helligkeit und die Farbe. Dass das Runterdrehen der Lichtfülle den Stromdurst senkt, erscheint plausibel. Ein Chart von Googles letztjähriger Android-Entwicklerkonferenz nennt Zahlen: Der Strombedarf eines OLED-Displays steigt bei funzeligen 50 Nits – die vorwiegend im US-Raum verwendete Einheit entspricht Candela pro Quadratmeter – von 360 Milliampere annähernd linear auf 470 Milliampere für helle 300 Nits. Erstaunlich ist der recht hohe Grundbedarf, selbst bei nur schwach leuchtendem Display.

Licht, bitte!

Für unsere Messungen bestückten wir alle Handys mit den gleichen Apps: „Battery Log“ erfasste die Akkustände während

des Entladens bis zum Ausschalten. Die App „No Screen Off“ sollte das automatische Abschalten des Displays bei längerer Nichtnutzung des Handys unterbinden. Da es beide Apps nicht für iOS gibt, verzichteten wir auf ein iPhone als Testobjekt.

Bei den Smartphones beschränkten wir die Hintergrundaktivitäten und setzten die Energiesparmodi aus, soweit das möglich war. Die automatische Helligkeitsanpassung deaktivierten wir, außerdem stellten wir die Displays auf maximale Helligkeit. Um die Messungen nicht durch den möglicherweise variierenden Strombedarf anderer stromhungriger Verbraucher im Smartphone zu verwässern, schalteten wir die Ortungsfunktionen ab und versetzten die Handys in den Flugmodus. Das unterband Störfeuer auf dem Display durch freundliche Push-Notifikationen übereifriger Apps gleich mit.

Eine flugs gebaute Testseite im PNG-Format enthielt insgesamt zwölf häufig verwendete Farbflächen aus der RGB-Palette, garniert mit vier Graufächern. Vor jeder Messung luden wir die Smartphones und schoben eine der Farbkacheln flächendeckend aufs Display. Das Abziehen des Ladekabels startete die Laufzeitmessung. Nach stundenlangem Leuchten gingen bei den Probanden irgendwann die Displays aus – mal dauerte es 5 Stunden, mal 40.

Die Battery-Log-App spuckte beim Wiedereinschalten der Geräte die Zeiten für den Beginn und das Ende des letzten Entladezyklus aus, ein Blick auf den Verlauf deckte eventuelle Unregelmäßigkeiten auf. Einige der zeitaufwendigen Messungen mussten deswegen wiederholt werden. Mal stürzte das Handy zwischen durch ab und das Betriebssystem „korrigierte“ beim Neustart Einstellungen, mal schaltete das Display ab, etwa beim Google Pixel 2. Bei niedrigem Akkustand

ignorierte es ab und zu, dass wir Energiesparfunktionen deaktiviert hatten und knipste vorsorglich das Display aus.

Weil das Huawei P30 bei etlichen Durchläufen immer wieder Energiesparoptionen klammheimlich einschaltete (und das Display aus), nahmen wir es schweren Herzens aus der Betrachtung.

Schwarz läuft am längsten

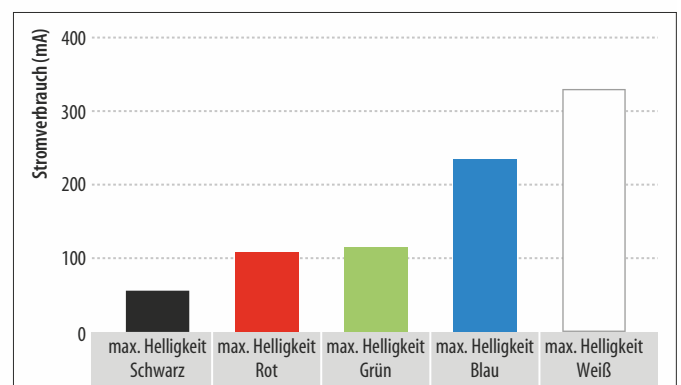
Jedes Smartphone durchlief den Entladezyklus pro Farbe fünfmal, daraus ermittelten wir die Durchschnittslaufzeit. Wenig verwunderlich ist, dass ein Smartphone mit dauerschwarzem Display am längsten läuft: Das Pixel 2 schaltete erst nach mehr als 40 Stunden ab, das Play 3 nach knapp 38 Stunden. Mit weiß leuchtendem Display wurden erwartungsgemäß die kürzesten Laufzeiten erzielt, nämlich jeweils weniger als 6 Stunden.

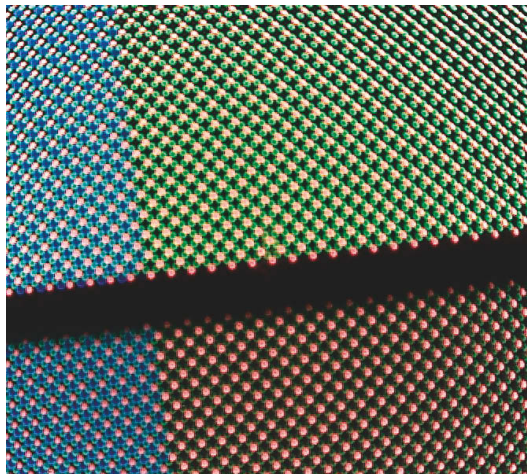
Dass ein Smartphone beim Anzeigen einer schwarzen Kachel sechsmal länger läuft als eins in hellem Weiß, kann man mit dem zuvor Beschriebenen gut erklären. Weil für die Anzeige von Weiß alle Subpixel leuchten müssen, ist der Strombedarf bei Weiß am größten und bei Schwarz am niedrigsten. Das zieht sich auch bei den gemessenen Farbnuancen durch: Ein hellblauer Hintergrund lässt den Akkustand schneller schmelzen als ein dunkelblauer; eine hellgrüne Kachel belastet den Akku mehr als eine dunkelgrüne und so weiter. Je heller der Farbeindruck, desto kürzer ist die Akkulaufzeit, und zwar auch dann, wenn bei allen Kacheln der Steller für die Systemhelligkeit bis auf den Rechtsanschlag aufgezogen ist.

Ein weiteres Chart, das auf der Android-Entwicklerkonferenz gezeigt wurde, besagt: Die blauen Subpixel in einem OLED-Display benötigen etwa doppelt so viel Energie wie die roten und grünen.

Insgesamt kann man also sagen, dass der Strombedarf von der Helligkeit und

Blau erscheinende Pixel benötigen ungefähr doppelt so viel Energie wie rote und grüne. Für einen weißen Farbeindruck müssen alle Subpixel leuchten – der Strombedarf ist entsprechend höher.





Die meisten Farben setzen sich aus Subpixeln unterschiedlicher Grundfarben zusammen. Grundsätzlich enthalten auch einfarbig aussehende Pixel vielfach andersfarbige Subpixel, aus denen der Mensch beim Betrachten seinen Farbeindruck gewinnt. Unsere orangene Kachel (RGB: 230,145,55, Hex: #e69137) setzte sich aus Licht aller drei Subpixel zusammen.

der eingestellten Farbe abhängt. Das spiegeln auch unsere Messungen wider. Für eine Displayanzeige in Blautönen brauchten Smartphones bei unseren Messungen tendenziell mehr Energie als für Rot- und Grüntöne. Das war beim Pixel 2 recht klar, beim Play 3 könnte die andere Subpixel-Struktur die Messung verwässert haben. Sie könnte dazu geführt haben, dass beim Motorola andere Subpixel leuchten müssen als beim Pixel 2.

Unterschiede auch bei LCD

Die Grafik der Laufzeiten zeigt, dass das Razer Phone 2 mit LCD unabhängig von der eingestellten Farbkachel jeweils nach knapp sechs Stunden ausging. Es fällt aber auf, dass es bei den dunkelsten Farbtönen Schwarz, Dunkelblau, Dunkelrot und Dunkelgrün mehrere Stunden länger durchhielt.

Eine Erklärung: Smartphones reduzieren bei solchen Farbtönen die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung, um sattere Töne hinzubekommen – sodass auf einem LCD eine schwarze Fläche nicht als dunkelgrau erscheint. Den Stromspareffekt nimmt man dabei gern mit. Umso erstaunter waren wir, dass das Razer Phone 2 keinen Dark Mode erlaubte, mit dem sich das Farbschema insgesamt etwa für Apps oder die Menüs auf dunklere Farbtöne umstellen lässt.

Merkwürdiges im Dark Mode

Der sogenannte Dark Mode ist ein gutes Beispiel, wie man alten Wein in neuen Schläuchen verkaufen kann. Wer die Pioniertage der Computerei erlebte, erinnert sich noch an grüne, bernsteinfarbene oder weiße Buchstaben auf schwarzem Hintergrund, die von Röhrenmonitoren ausgestrahlt flimmerten. Wie sehr erfreute man

sich an den ersten Monitoren, die einen papierweißen Hintergrund boten! Alles sollte am Monitor so aussehen wie auf Papier.

Seit einiger Zeit gewinnt der Dark Mode wieder an Boden – erneut gehts um vorwiegend dunkle Hintergründe. Zuerst haben Designer von Fotosoftware den Gedanken wieder aufgegriffen, dass Farbfotos auf dunklem Hintergrund brillanter aussehen als auf lahmem Weiß – selbst physische Fotoalben mit schwarzen Pappseiten nutzen den Effekt. 2016 brachte Twitter den Dark Mode aufs Display. Betriebssysteme wie Windows 10 und macOS sowie einige Linux-Varianten beherrschen ihn ebenfalls. Es ist zu erwarten, dass mehr Apps den Dark Mode nutzen werden, besonders weil im Juni 2019 der CSS-Entwurf „CSS Color Adjustment Module Level 1“ erschien. Das fertige Dokument soll alsbald Änderungen der Farbschemata und Kontraste standardisieren – auch für Webseiten.

Den Dark Mode darf man nicht verwechseln mit dem Night Mode. Der soll auf Bildschirmseiten Blauanteile aus dem Licht filtern. Das bewirkt, dass die Seiten

etwas gelblicher wirken und weniger stark blenden. Das soll augenfreundlich sein, was aber umstritten ist.

Wie erwähnt, hat das Razer Phone 2 keinen Dark Mode – die Stromaufnahme würde er aus den bereits erklärten Gründen kaum beeinflussen. Die beiden OLED-Smartphones boten unter den erweiterten Displayeinstellungen die Auswahl von hellen und dunklen Farbschemata. Für die Messungen der Akkulaufzeit beider Modi zogen wir jeweils die App-Schublade auf und ermittelten so die Laufzeiten. Das Ergebnis: Der Dark Mode verdoppelte die Akkulaufzeit bei beiden Smartphones beinahe.

Resümee

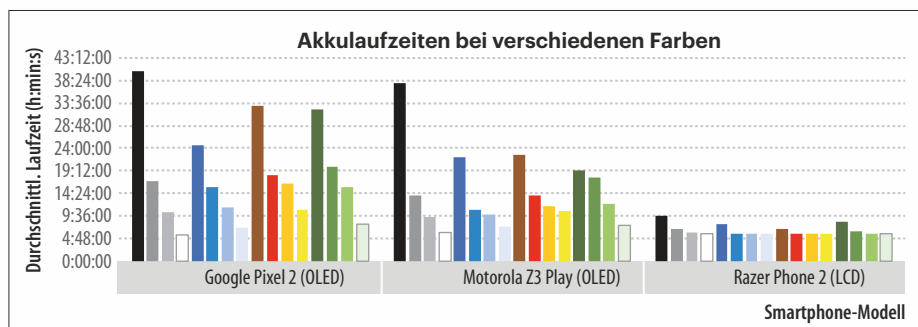
Nach 270 Messzyklen mit über alles gesehen knapp 3326 Stunden Display-Laufzeit ergibt sich: Ob man ein OLED-Display eines Smartphones helle oder dunkle Farben anzeigen lässt, beeinflusst seine Akkulaufzeit erheblich. Auf der anderen Seite zeigte der Test auch, wie wirksam die Energiespareinstellungen von Smartphones sind. Denn es waren ziemliche Klimmzüge nötig, die Displays dauerhaft mit voller Helligkeit leuchten zu lassen.

Im wirklichen Leben mit eingeschaltetem Mobilfunk und WLAN und bei normaler Nutzung werden sich die gefundenen Laufzeitunterschiede nicht so überdeutlich zeigen. Die Erkenntnis aber bleibt: Der Dark Mode verlängert die Akkulaufzeit, und es lohnt sich, bei Smartphone-Hintergrundgrafiken dunkle zu bevorzugen. (mil@ct.de) **ct**

Literatur

[1] CSS-Entwurf für den Dark Mode:
<https://drafts.csswg.org/css-color-adjust-1/>

Tabellen und Studien: ct.de/yubs

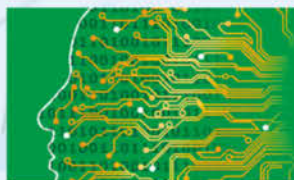


Durchschnittliche Akkulaufzeit von jeweils fünf Durchgängen pro Farbe bei maximaler Systemhelligkeit – die Daten finden Sie auf ct.de/yubs.



Big Data mit Hadoop

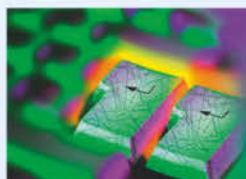
03. bis 04. September 2019
in Hannover



Künstliche Intelligenz mit Deep Learning

Praktischer 4-Tage-Intensivkurs für Einsteiger

09. bis 12. September 2019
in Hannover



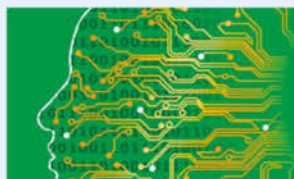
Multi-Core Programmierung

23. bis 25. September 2019
in Hannover



Einstieg in die Continuous Integration mit Jenkins

24. bis 25. September 2019
in Frankfurt



Künstliche Intelligenz mit Deep Learning

2-Tage-Kurs zum schnellen Einstieg

30. September bis 01. Oktober
2019 in Hannover



Weitere Infos unter:
www.heise-events.de/workshops
www.ix-konferenz.de



Organisiert von:



IM NIRGENDWO (2)

VON PAUL WALZ

Fortsetzung vom letzten Heft

Auf der Fahrt zu einem medizinischen Vortrag war das Magnetic Transport Vehicle (MTV) von Lu Schneider und Dr. Hagen Luch vom Weg abgekommen. Die beiden gerieten inmitten der tiefverschneiten, als verlassen geltenden ländlichen Weiten abseits der urbanen Zivilisation in die Gewalt von Tobias Schweitzer und seinen Leuten. Hagen sollte den Kopftumor der Ehefrau von einem der Entführer behandeln, während Lu als Geisel, mit Kabelbindern gefesselt, bei Schweitzer bleiben sollte. Dieser brachte sie mit einem Schneefahrzeug zu seinem Haus. Als er sie mit einer Schere von den Bindern befreien wollte, bekam sie Angst, lief weg und fiel beinahe dem Angriff eines Wolfsrudels zum Opfer. Schweitzer rettete sie im letzten Moment und brachte sie im Wagen zurück zum Haus. Beim Aussteigen fragte er: „Siehst du die Milchstraße?“

Sie folgte seinem Blick, vergaß einen Augenblick lang die Unwirklichkeit ihrer Situation und war fasziniert. Am wolkenlosen Nachthimmel zeigte sich ein Sternenmeer so klar, dass es dreidimensional erschien. „Schön,“ entwich es ihr unwillkürlich, doch er war schon auf dem Weg ins Haus.

Sie folgte ihm hinein und sah zu, wie er Feuer im Ofen machte, obwohl es warm im Haus war. Sie spürte, wie sein Blick an ihrem Körper hinabglitt, der muskulös und schlank war, was der eng sitzende Klimaanlage betonte.

Schweitzer sah ihr direkt in die Augen. „Fünfmal die Woche im ‚Corps magnifique‘ haben sich gelohnt.“

Lu war sprachlos. „Woher weißt du das?“

„Ich habe mich über dich und deinen Doktor eingehend informiert, bevor wir die Aktion planten. Ihr erledigt alles online, schwimmt in den sozialen Netzwerken, postet und erzählt der Community unendlich viele Details. Euer Kühlschrank registriert automatisch den Inhalt und bestellt nach Programmierung selbstständig das Essen. Ich musste das Ding noch nicht einmal hacken. Wusstest du, dass dein Hagen fast jede Nacht aufsteht und Tranquilizer aus dem Kühlschrank nimmt?“

Lu wurde wütend. „Was fällt dir ein, in meinem Privatleben zu schnüffeln?“

„Ich habe nicht geschnüffelt, sonst hätte ich auch das Tagebuch gelesen, das du online führst.“ Lu schluckte. „Ich musste mich nur informieren. Die anderen missbrauchen die Infos – oder wie erklärst du, dass dir dein Fitnessstudio ein Sonderangebot unterbreitet, nachdem du im Netz nach Alternativen gesurft hast? Und warum werdet ihr mit Ange-

boten für Fertiggerichte oder Heimservice überschüttet? Ein Abgleich zwischen den Verbrauchswerten des Herds und euren Einkäufen zeigt, dass ihr praktisch nie kocht.“

„Aber ...“

„Jede Info wird in einer riesigen Datenbank ausgewertet, das musst du doch wissen? Die Industrie kennt dich besser als du selbst. Dein Kühlschrank, dein Kommunikator, deine Kaffeemaschine – alle senden Daten, die genutzt werden, um ein Psychogramm von dir zu erstellen. Konsumgewohnheiten, deine Schwächen und so weiter. Du solltest vorsichtiger sein. Apropos Kochen: Möchtest du etwas essen? Ich habe mich auf Vegetarisch eingestellt – passt doch, oder?“

„Mein Kühlschrank?“

Er nickte und ließ sie allein. Das Wohnzimmer war klein. Couch, Esstisch für maximal vier und die ComStation, über die Filme geschaut wurden und über die man telefonieren, chatten oder surfen konnte. Der neueste Schrei waren Video-Einladungen. Alle bestellten das Gleiche zu essen, dann traf man sich an der ComStation, redete, aß und scherzte, während man die anderen auf dem Schirm sah. An der Wand stand ein Regal, vollgestopft mit Büchern. Sie trat näher und fand auf den ersten Regalbrettern technische Fachbücher, doch dann kamen Philosophen. Kant, Aristoteles, Bentham, Weber, Habermas. Sie zog die Bücher heraus und fand sie zerlesen. Der Mann war ihr ein Rätsel. Hier erschien er belesen, höflich und korrekt. Wie vertrug sich das mit der Entführung und mit seiner Härte gegenüber Hagen?

Sie ging in die Küche, wo Tobias Gemüse wusch und Reis aufsetzte. Er hielt ihr ein Messer hin. „Schön klein schneiden.“

Sie lachte. „Kochen mit dem Entführer.“ Auch er grinste – zum ersten Mal seit ihrer Ankunft. Plötzlich war Lu sich ganz sicher, dass ihr hier nichts passieren würde. Irgendwo war eine tiefe Bitterkeit in Tobias, doch diese würde sich nicht gegen sie richten. Das war vielleicht ein naiver Glaube, aber so fühlte sie im Moment.

„Wo hast du den Strom her?“

„Wasser- und Sonnenenergie. Fast alle hier haben das. Man kann die Energie für das Haus, ein kleines Klärwerk und das Fahrzeug selbst erzeugen.“

„Not macht erfinderisch.“

„Was blieb denn übrig? Als 2030 die Verfassung geändert wurde und die wenigen, die noch in den Dörfern wohnten, in die Städte umsiedeln mussten, wurden sie dort ver-

sorgt. Wer hier blieb, musste selbst sehen, wie er klarkam. Alle Mittel wurden in die Agglomerationen gesteckt. Rhein-Main, Köln-Bonn, Saar-Lor-Lux und so weiter. Alle verbunden durch Magnetstrecken. Und dazwischen? Tausende von Dörfern entvölkert, indem man ganz einfach die Versorgung einstellte. GÖV, Gebiete ohne öffentliche Versorgung, ohne Wert? Nein! Der Boden und die Wälder gingen an internationale Großunternehmen, die diese jetzt ausbeuten. Um die Agglomerationen zog man riesige Vorstädte hoch. Die nahmen alle auf, die von den GÖVs zuwanderten. Heute sind das die Ghettos der Nation.“

TAUSENDE VON DÖRFERN ENTVÖLKERT, INDEM MAN GANZ EINFACH DIE VERSORGUNG EINSTELLTE. GÖV — GEBIETE OHNE ÖFFENTLICHE VERSORGUNG.

Lu schnitt vorsichtig eine Paprika. „Woher kommen die Lebensmittel?“

„Lieferdrohne. Drei Minuten geklickt und einige Stunden später kommt das Paket.“

„Wo ist dein Problem mit den GÖVs und Agglomerationen? Es funktioniert doch?“

„Mag sein. Meine Großmutter hat in einem fort geweint, als sie das Haus verlassen musste. Immer wieder hat sie gefragt, wer denn nun die Gräber pflegt. Nicht an die große Glocke hängt man die Tatsache, dass man jetzt nach und nach die verbleibenden Dörfer und kleinen Städte austrocknet, um den Prozess zu beenden. Die medizinische Versorgung eingestellt, Post eingestellt, Klärwerk eingestellt und so weiter.“

„Es gibt doch in den Agglomerationen ausreichend Ärzte und Krankenhäuser.“

„Klar, aber im Notfall? Das Notfallmodul braucht mindestens fünfzig Minuten bis hierher, aber wie der Kranke zur Ausfahrt kommt, muss er selbst regeln.“

Sie sah auf. „Das geht so nicht.“

„So ist es aber. Ohne öffentliche Versorgung eben.“ Er schmeckte ab und hielt ihr den Löffel hin. Sie kostete.

„Lecker.“

„Wein?“ Wieder sah sie ihn fragend an. Er lächelte verlegen. „Ich habe selten Besuch.“

„Entführst du öfters Frauen?“

Sein Gesicht wurde verschlossen. „Nein“, doch Lu sah ihn so lange auffordernd an, bis er antwortete. „Dann fahre ich in die Agglomeration.“

„Keine Frau?“

„Was geht dich ...?“

Sie fiel ihm ins Wort. „Du weißt fast alles über mich. Ausgleichende Gerechtigkeit.“

Er sah weg und rührte in der Soße. „Geschieden. Sie hat es nicht mehr mit mir ausgehalten.“

„Warum?“

Tobias schüttelte den Kopf. „Nein, genug. Ich frage dich auch nicht, warum du es mit diesem Widerling aushältst. Du hast deinen Status geändert?“

„Was?“

„Liiert‘ gelöscht und durch zwei Ringe ersetzt.“

„Er will heiraten.“

„Huh“, plötzlich war da ein süffisanter Ausdruck in seiner Stimme, der Lu abstieß. „Und dann Kinder von der Leihmutter – machen doch alle heute so. Kommen für ein Jahr aus Afrika, tragen das Kind von reichen Europäern aus und fliegen mit einem dicken Scheck zurück. Neun Monate beste Versorgung inklusive.“

Sie wurde sauer. „Na und? Ist denn nichts gut in der Agglomeration? Wir brauchen Kinder, aber nicht den Bauch der Mütter, die arbeiten können. Immerhin ist die Bezahlung nicht schlecht.“

„Hat er von seiner ersten Frau schon ein Kind?“

Sie schrie nun. „Sag mal, weißt du eigentlich alles? Bist du ein Spion oder so etwas in der Art?“

Sein Lachen war lang und ein wenig zu laut. „Nein, nur ein Profi in Sachen Daten und Programme.“

„Und was macht so einer hier oben am Ende der Welt? Wovor versteckst du dich?“

Er sah sie verletzt an und für einen Moment kehrte ihre Angst zurück – doch dann griff er nach dem Tablett, auf das er die Mahlzeit gestellt hatte. „Essen ist fertig.“

Sie ging hinter ihm her und wagte es wieder: „Was machst du hier oben? Spielst du Robin Hood?“

Er wirbelte herum. „Und wenn schon? Niemand will zum Beispiel Franziska versorgen. Sie ist nicht genug abgesichert. Sie und ihr Mann haben ein Leben lang gearbeitet. Und jetzt? Wir waren im Krankenhaus, und da sitzt so ein verdammter Technokrat wie dein Hagen ...“

„Er ist Arzt und hilft.“

„... und sagt der armen Frau ohne Bedauern ins Gesicht: Da hätten Sie sich früher drum kümmern müssen. Herr Dr. Lucht behandelt nur gegen private Krankenversicherung oder Vorkasse.“

„Das glaube ich nicht.“

„Ehrlich nicht? Komm, wir essen.“ Er häufte Reis und Gemüse auf die Teller und schenkte Wein ein. Sie aßen, bis Lu das Schweigen brach.

„Stimmt das?“

„Ja. Er ist nicht allein. Wie fast alle niedergelassenen Ärzte behandelt er nur bei voller Bezahlung. All die Armen in den Vorstädten und vor allem die Menschen in den GÖVs werden von schlecht ausgestatteten Kliniken mit miesen Ärzten versorgt. Franziska sollte eine Chemo bekommen, die bekanntermaßen seit Jahren nicht mehr dem Stand der modernen Medizin entspricht. Aber die Pharmaindustrie verdient daran weitaus besser als an den neuen Methoden zur Einschleusung von Autodestruktoren, die Krebszellen sich selbst zerstören lassen.“

„Das wusste ich nicht.“

Sein Ton wurde aggressiv. „Ach nein? Wen behandelst denn du in deiner physiotherapeutischen Praxis? Arme oder

die Bürger, die deine Gebührensätze zahlen?“ Sie hob die Schultern. „Schanzt Hagen dir die Kunden zu? Eine Ehe als Win-Win-Situation?“

Lu sprang auf. „Du blöder zynischer Mistkerl. Wo ist dein Problem? Spielst dich als die moralische Instanz auf. Liest Kant und die ganzen Philosophen, verkriechst dich hier oben und moralisierst. War es das, was deine Frau nicht mehr ertragen hat?“

Sie rannte hinaus, vorbei an dem irritiert dreinschauenden Hund, in den nächstbesten Raum. Es war das Bad. Sie schloss sich ein und duschte, spülte diesen verdammten Tag hinunter, der sie so sehr verunsichert hatte.

Er hatte Recht. Bürger wurden vom System verschoben wie Schachfiguren. Der Staat sparte und die Konzerne verdienten am Land, wofür sie dann wieder Steuern zahlten. Die Wohlhabenden lebten immer besser, den Armen entzog man sukzessive die sozialen Leistungen. Hagen und sie selbst waren ein Teil des Systems.

Sie drehte das Wasser ab, trocknete sich die Haare und sah in den Spiegel, sah ihre schmale Nase, die sie hatte begradien lassen, ihren festen dreißigjährigen Körper, den sie hegte und pflegte, als könnte sie sich das ewige Leben kaufen. Ja, Schweitzer hatte Recht: Sie schaute weg, wollte ihren Wohlstand nicht missen. Hing sie nur darum an Ha-

gen? Sie dachte an seinen Auftritt und Tobias' bissige Bemerkung. Lu suchte nach der Antwort in den Augen ihres Spiegelbilds und wandte dann den Blick ab.

Im Wohnzimmer saß Tobias im Sessel und sah in die Flammen, ein halb geleertes Glas in der Hand.

Zuerst glaubte sie, er würde sie nicht sehen, doch plötzlich begann er zu sprechen, während Tränen über sein Gesicht liefen. „Sie wollte die Wahrheit nicht akzeptieren. Ich war erfolgreich und wir waren so wie du und Hagen. Oben angekommen und bereit zu ignorieren, was um uns herum vor sich ging, wer alles für unseren Wohlstand bezahlte. Unser Apartment war im obersten Stock eines Hochhauses mit großer Dachterrasse. Ich war Teilhaber an einer Firma, die Drohnen herstellte. Die Lieferdrohne, die mich heutzutage versorgt, habe ich selbst entwickelt und programmiert.“

Ja, ich war stolz. Vor etwa fünf Jahren, wir saßen gerade im Büro einer Leihmuttervermittlung – du siehst, ich habe nur von mir auf andere geschlossen –, ging das Telefon. An der polnisch-ukrainischen Grenze gab es ein Problem mit der Steuerung einer unserer Drohnen, die einen Grenzschnitt überwachte. Ich fuhr persönlich hin, da das Militär unser größter Auftraggeber war. Du musst wissen, seit Europa die Integration der Migranten für gescheitert erklärt hat, soll niemand mehr illegal durchkommen. Hierzu wird

Make:
KREATIV MIT TECHNIK

**DAS KANNST
DU AUCH!**



2× Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

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

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

* Für die Laufzeit des Angebotes.

GRATIS!



ein Grenzbereich von vier Kilometern hinter den Sperranlagen als Überwachungszone baum- und buschfrei gehalten. Dort darf keiner wohnen. Unsere Drohnen haben das Gebiet lückenlos überwacht. Für die Firma ein Riesendeal. Grenzübertritte waren früher relativ häufig. Das hat sich mit den Drohnen geändert. Die Grenze gilt jetzt als unüberwindlich. Die Drohnen sehen die wenigen, die die Zäune überwinden, eine Patrouille greift sie auf und zurück geht es. Wer dort sein darf, muss einen Chip bei sich tragen. Bombensicheres System.“

Tobias wischte sich die Tränen ab und nahm einen Schluck Wein, goss auch für Lu nach. „Die Steuerungszentrale lag in dieser Zone. Ich bin hingeflogen und habe mich geärgert. Eine Lappalie. Das Problem war schnell behoben, also stieg ich mitten in der Nacht in den Wagen, um zurück zum Flughafen zu fahren. Ich ...“, er brach ab und atmete tief ein. „Ich denke, es war eine Familie. Abgerissene Gestalten, die vor mir davonliefen. Die Militärautos fahren ohne Licht, gesteuert via Infrarot-Bildschirm, und machen auf dem Spezialasphalt kaum ein Geräusch. Ach, egal. Auf

DIE GRENZE GILT JETZT ALS UNÜBERWINDLICH. DIE DROHNEN SEHEN DIE WENIGEN, DIE DIE ZÄUNE ÜBERWINDEN.

einmal war da eine meiner Drohnen über der Gruppe und ich dachte, gleich taucht die Patrouille auf, doch das Ding schoss. Der Vater und zwei der drei Kinder waren sofort tot. Ich bin raus und hingelaufen, habe das kleine Kind, es war maximal sechs Jahre alt, ein Mädchen, gepackt und an mich gezogen, damit mein Chip sie schützt, doch sie wollte zu ihrer Mutter, die gerade umgefallen war. Ich konnte das Kind nicht halten. Es riss sich los, lief drei Meter, ich hinterher und ... das Mädchen bekam einen Schuss in den Kopf. Vor meinen Augen.“

Tobias brach ab und weinte nun. Lu setzte sich zu ihm, legte den Arm um ihn und zog seinen Kopf an ihre Brust. Er schien es nicht zu bemerken und sprach leise weiter. „Sie ist jede Nacht in meinem Kopf. Ich habe Krach geschlagen, wollte Erklärungen, aber sie nagelten mich auf meine Geheimhaltungsverpflichtung fest. Sie drohten damit, uns den Auftrag zu entziehen, wenn ich redete. Lena, meiner Frau, habe ich es natürlich erzählt, doch sie glaubte es nicht. Ich kam nicht mehr zurecht. Dieses künstliche Leben auf diesen Inseln der Reichen auf dem Rücken so vieler Menschen konnte ich nicht mehr ertragen. Ich stritt mich mit allen, bis sie mich rauswarfen. Es begann mit meinen Kollegen, diesen kalten Technokraten, Leuten wie Hagen eben. Moral kostet Geld? Nein, danke. Lena ertrug mich irgendwann auch nicht

mehr, da ich ihr den Spiegel vorhielt. Hier oben habe ich meine Zuflucht gefunden.“

Er sah Lu an und drückte ihre Hand an seine Wange. „Ich kann die Augen nicht vergessen – Kinderaugen, die nur noch panische Angst zeigen. Jede Nacht sind sie da und starren mich an.“

Lu strich ihm übers Gesicht, dann beugte sie sich vor und küsste ihn.

Es war hell, als sie wach wurde. Draußen lag Schnee, doch im Schlafzimmer war es warm. Sie schmiegte sich an Tobias, der tief und gleichmäßig atmete. Seine Träume hatten ihn auch in dieser Nacht verfolgt. Er hatte gerufen und sich erst beruhigt, als sie ihn wieder in die Arme nahm. Ihre eigene Nacht hingegen war traumlos verlaufen, kein Strand, keine Flucht. Ihr war klar geworden, dass es nichts half, davonzulaufen und sich zu verstecken, so wie er es getan hatte, so wie sie es in ihren Träumen tat. Sie würde vieles ändern müssen.

Lu schlüpfte nackt unter der Decke hervor und ging unter die Dusche. Tobias war schon in der Küche und telefonierte, als sie sich angezogen hatte. Er lächelte verlegen.

„Ja gut, okay, wir sind wie besprochen um elf am Parkplatz.“ Er beendete das Gespräch und sah sie traurig an. „Schade.“

Lu ging hinüber und drückte ihm einen Kuss auf die Wange. „Wir bleiben in Kontakt.“

Eine Stunde später waren sie am Parkplatz. Hagen sah müde aus. Er lud seine Gerätschaften in das MTV. Ein schwaches Lächeln erschien auf seinem Gesicht. Er zog sie zur Seite.

„Alles in Ordnung?“

„Ja. Er hat sich vollkommen korrekt verhalten. Es war warm, und es gab genug zu essen.“

„Hat er dich angefasst?“ Sie sah ihn an. „Es ist nichts passiert, was ich nicht gewollt hätte.“

Er schien zufrieden zu sein.

Kurz drauf saßen sie im MTV, das leise surrend anfuhr.

Hagen war wortlos eingestiegen, doch sie hatte den Männern die Hand gereicht und viel Glück gewünscht. Tobias hatte wehmütig gelächelt.

„Konntest du der Frau helfen?“

Hagen lächelte amüsiert. „Na klar.“

Lu sah ihn scharf an. „Was soll das heißen? Was hast du gemacht?“

Wieder dieses überlegene Grinsen. „Was denn? Unterdosiert. Es reicht doch, dass der Tumor raus ist. Die kratzt ohnehin bald ab, da kippe ich doch nicht das sauteure Zeug rein. Die Heilungswahrscheinlichkeit liegt höchstens bei zwanzig Prozent.“

„Du dreckiger Mistkerl.“

Er ließ den Frust der vergangenen Nacht entweichen und fauchte sie an. „Sag mal, spinnst du jetzt? Was fällt dir ...“

Sie schlug ihm so hart ins Gesicht, wie Bert es getan hatte, und zischte. „Schrei mich nie wieder an, nie wieder, hörst du!“

Lu ignorierte seinen verblüfften Gesichtsausdruck und sah in die verschneite Landschaft, die an ihr im Sonnenlicht vorbeizog. Ja, sie würde vieles ändern. (psz@ct.de) **ct**

Tauchen Sie ein – in die Welt der Science Fiction



Die letzte Crew des Wandersterns

Die Begegnung mit dem Fremden steht im Mittelpunkt des ersten Science-Fiction-Romans in der Reihe heise online: Welten. Wie viel Respekt verdienen außerirdische Mikroben? Wo verläuft die Grenze zwischen Leben und Nichtleben? Können sich Bewohner verschiedener Welten überhaupt miteinander verständigen? In seinem Roman-debüt findet Hans-Arthur Marsiske überraschende Antworten. Eine spannende Reise ins Weltall – die mit einer Überraschung endet.

shop.heise.de/wanderstern

16,00 € >

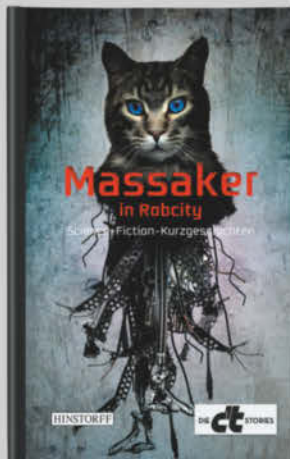


Ausblendung

Wir reisen in die virtuelle Realität bzw. das, was bald Realität werden könnte. Dabei geht es immer um die Menschen in sich rasant verändernden Welten. In spannungsreichen, bewegenden Geschichten wird die Vielfalt der virtuellen Möglichkeiten ausgelotet und ein visionärer Blick auf die Auswirkungen der Digitalisierung geworfen.

shop.heise.de/ausblendung

16,00 € >



Massaker in Robcity

Roboter, die in einer Stadt wohnen, die keine Cafés kennt, dafür jedoch mit einem Massaker aufwartet, bei dem keine Panzerung hilft. Welten von morgen – sie sind in diesen Erzählungen nah. Bedrängend nah. Wer sie gelesen hat, wird wissen, wie stark der Sog des Vakuums sein kann, wie unüberwindbar eine Fahrstuhltür, wie verräterisch eine laute Herzfrequenz.

shop.heise.de/robcity

16,00 € >

Ab Juli 2019 verfügbar:



Apokalypse Pallantau

shop.heise.de/pallantau

16,00 € >



Hell Fever

shop.heise.de/hellfever

16,00 € >

Weitere Bücher finden Sie unter: shop.heise.de/buecher

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

shop.heise.de/buecher



12.-15. November 2019, Congress Center Rosengarten, Mannheim

Die Konferenz für
Continuous Delivery und DevOps

Die Konferenz zu
Docker, Kubernetes und Co.

Frühbucherrabatt bis zum
21. September 2019

>> AUSZUG AUS DEM PROGRAMM <<

DevOps in der Praxis
Continuous Delivery skalieren
Pipelines: Jenkins & Co.

Cloud-Native-Entwicklung
meistern
Alles rund um Kubernetes
Service-Mesh:
Blick hinter den Hype



Workshops zu DevOps, Microservices, Kubernetes und Service-Meshes

Platinsponsor



Goldsponsoren



Silbersponsoren



Veranstalter



Smarte Gadgets

Sensoren & Aktoren

BBC micro:bit

ePaper-Displays

Calliope mini

PORTOFREI
AB 15 €
BESTELLWERT

Arduino UNO



Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de
oder per E-Mail: service@shop.heise.de

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!

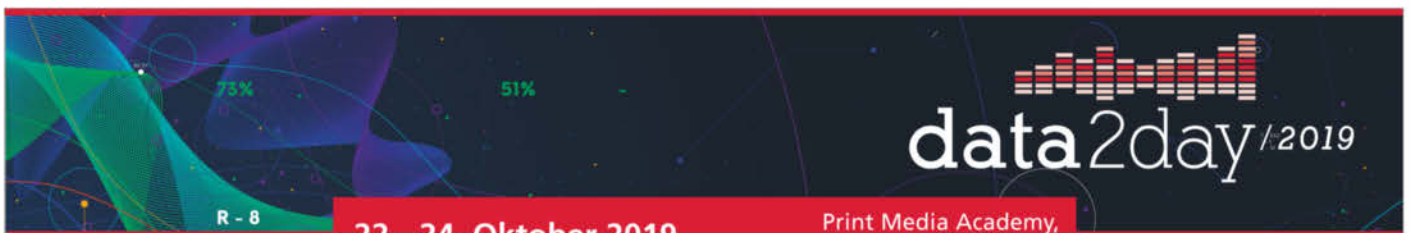
FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de



Talk nerdy to me!

ct magazin für
computer
technik



22.-24. Oktober 2019

Print Media Academy,
Heidelberg

Die Konferenz für Big Data,
Data Science und Machine Learning

PROGRAMM ONLINE!

Frühbucherrabatt bis 30. August 2019

Data-driven Organisation ✓

KI und Ethik ✓

Data Governance ✓

Datenvisualisierung ✓

+ **Workshops** zu Machine und Reinforcement Learning,
Data Integration und Graph Analytics

www.data2day.de

Goldsponsoren

HMS **structr**
analytical software

Silbersponsoren


codecentric
PHYTEC

Bronzesponsor


INCTEC
INCONTEXT TECHNOLOGY


Veranstalter


heise Developer
dpunkt.verlag

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

cnginx-Webhosting: timmehosting.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 


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@soft-](mailto:service@soft-aktiv.de)
www.softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.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 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
20/2019: 27.08.2019
21/2019: 10.09.2019
22/2019: 24.09.2019



c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach
Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.


PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den
angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die
fettgedruckt (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen
Preis können Sie so selbst ablesen. *Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.
Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-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.



NEU!

— 2019 —
ITJOBSUMMIT
by Heise

DIE EXKLUSIVE JOBMESSE IN MÜNCHEN

Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge • Anfertigung von Bewerbungsfotos

SAVE THE DATE

11. und 12. Oktober 2019

MVG Museum in München

Diese Unternehmen sind schon dabei:



Unser Partner:  Jobware

JETZT KOSTENFREI REGISTRIEREN
WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE


Heise RegioConcept

Systemadministrator (m/w/d) Windows



IT Windows Systemadministrator (m/w/d)

Als kommunikativer Windows-Experte (m/w/d) stellen Sie sich den Herausforderungen des stetigen Wandels, sind lernbegierig und vertiefen mit Begeisterung Ihre Kenntnisse? Als Windows-Systemspezialist wartet ein abwechslungsreicher Arbeitsalltag auf Sie.

Ihre Aufgaben

- Als Systemadministrator (m/w/d) sind Sie zuständig für Administration und Konfigurationen der Windows Client-PC- und Serverlandschaft.
- Auch die Installation von Soft- und Hardware gehören zu Ihren Aufgaben.
- Sie sind der Ansprechpartner (m/w/d) bei Fehlermeldungen von Anwendern im 2nd Level Support und stellen den reibungslosen Betrieb und die Lösungsfindung bei Störungen sicher.

Ihre Talente

- Sie sind ein motivierter Fachinformatiker (m/w/d) Systemintegration oder haben eine vergleichbare Ausbildung in einem ähnlichen Bereich und bringen erste Berufserfahrung mit.
- Erfahrungen im Bereich Windows PC-Support, Windows Server- und Client-Administration konnten Sie bereits sammeln, von Vorteil sind überdies Kenntnisse im Virtualisierungsbereich mit VMware, Microsoft-AD, Gruppenrichtlinien und PowerShell.
- Wünschenswert wären Erfahrungen mit Windows Bereitstellungsdiensten.
- Mit Ihrer sozialen und offenen Art kommen Sie auch auf Englisch gut zurecht.

Ihre Benefits

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, flexiblen Arbeitszeiten und tariflicher Bezahlung.
- Wir bieten Weiterentwicklungsmöglichkeiten im Bereich Microsoft Exchange Server und darüber hinaus.
- Sie arbeiten in engagierten und qualifizierten Teams – die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig.
- Wir bieten Ihnen zudem eine betriebliche Altersvorsorge, tolle Mitarbeiter-Events, eine subventionierte Kantine, ein Mitarbeiterfitnessprogramm und einiges mehr.

Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp
an Tel.: 0160 90203627



Ihr Ansprechpartner

Michael Eberle, Teamleiter Systemtechnik
Tel.: 0511 5352-180

Bitte bewerben Sie sich online: karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

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.

Heise RegioConcept GmbH & Co. KG (Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover)

Unter der Dachmarke Heise RegioConcept bietet der Verlag Heinz Heise kleinen und mittleren Unternehmen Dienstleistungen für deren lokales Marketing an. Unser Produktportfolio reicht dabei von der Erstellung von Homepages, Apps und Videos, über den professionellen Facebook-Auftritt, der erstklassigen Platzierung bei Google und Bing bis hin zur Schaltung von Werbung in Das Telefonbuch, Gelbe Seiten und Das Örtliche – gedruckt und auch digital. Als Microsoft Advertising Select Channel Partner und Google Premium Partner entwickeln wir unser Fachwissen ständig weiter und bieten unseren Kunden alle wichtigen Online-Werbeformen aus einer Hand.

Grafiker (m/w/d) Print



Wir suchen einen kreativen Kopf (m/w/d) für unseren Standort Rostock und freuen uns auf Ihre Bewerbung.

Ihre Aufgaben

- Für Magazine und Zeitschriften erstellen Sie die Layouts und übernehmen die Seitengestaltung.
- Sie gestalten Grafiken, führen Korrekturgänge durch und optimieren die eingesetzten Bilder.
- Im Team arbeiten Sie kunden- und serviceorientiert an individuellen Lösungen für unsere Partner.
- Sie entwickeln Entwürfe und gestalten Titel und Umschläge.

Ihre Talente

- Sie haben eine Ausbildung zum Mediengestalter (m/w/d) oder Grafiker (m/w/d) absolviert.
- Die Programme der Adobe Creative Suite und QuarkXPress beherrschen Sie sicher.
- Sie verfügen zudem über sichere Office-Kenntnisse.
- Ihre Kreativität und Ihre Kenntnisse der Typografie und der Farb- und Gestaltungslehre helfen Ihnen dabei, unsere erfolgreichen Produkte noch besser zu machen.
- Sie arbeiten gerne im Team und können flexibel auf verschiedene Anforderungen reagieren.
- Darüber hinaus zeichnet Sie eine starke Serviceorientierung aus.

Ihre Benefits

- Eine herausfordernde, kreative Tätigkeit mit vielen Entwicklungsmöglichkeiten.
- Ein leistungsstarkes Team mit toller Arbeitsatmosphäre.
- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen – die langjährige Betriebszugehörigkeit unserer Mitarbeiter ist hierfür der beste Beweis.

Bitte bewerben Sie sich online:

karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Ihre Ansprechpartnerin

Sylvia Raschke Eckerle, Leiterin produkt & design
Telefon 0381 4969152

Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp an
Tel. 0160 90203627



Lehren und Forschen an einer dynamischen Hochschule für angewandte Wissenschaften!

Wir suchen Persönlichkeiten, die auf der Grundlage einer überdurchschnittlichen Promotion ihre umfassenden praktischen Erfahrungen aus ihrer beruflichen Position in die Lehre und Forschung an unserer Hochschule einbringen wollen. Praxisnähe, interdisziplinäre Ausbildung, internationale Ausrichtung und regionale Einbindung prägen unser Profil. Exzellente Qualität von Lehre und Forschung ist unser Anspruch.

Im Fachbereich 2: Informatik und Ingenieurwissenschaften ist folgende Stelle zum Sommersemester 2020 zu besetzen:

Professur für das folgende Fachgebiet: Data Science (m/w/d)

(Bes. Gr. W2 HBesG)

Kennziffer: 80/2019

Gesucht wird eine teamfähige Persönlichkeit mit einem abgeschlossenen Hochschulstudium in Informatik, Mathematik oder einer vergleichbaren Fachrichtung, die durch fundierte Kenntnisse von Data Science bzw. statistischen Verfahren in der Praxis ausgewiesen ist, wie zum Beispiel in einem oder mehreren der Gebiete Big Data Analytics, Data Mining, Entwurf bzw. Implementierung Statistischer Modelle, Statistischer Datenanalyse, probabilistisches Maschinelles Lernen, Versuchsplanung, Visualisierung von statistischen Daten etc.

Die Stelleninhaberin/Der Stelleninhaber sollte diese Kenntnisse sowohl im wissenschaftlichen Umfeld als auch in der Berufspraxis erfolgreich ein- und umgesetzt haben und in den Informatik-Studiengängen des Fachbereichs vertreten.

Sie verfügen daher über berufliche Erfahrungen bei der Anwendungsentwicklung in der Industrie in ausgewählten Bereichen der Data Science im Umfang von mindestens drei Jahren und sind sehr stark an der anwendungsorientierten Lehre und Forschung interessiert. Dabei wird neben einer hohen didaktischen Kompetenz, die die theoretischen Modelle mit anschaulichen, praxisnahen Anwendungen verbindet, auch die nachgewiesene Erfahrung in interdisziplinärer Projektarbeit vorausgesetzt.

Wir erwarten, dass die Stelleninhaberin/der Stelleninhaber sich aktiv an den forschungsbezogenen Projektmodulen der Masterstudiengänge beteiligt, aber auch bereit ist, den Bereich Statistik-Grundlagen inklusive der computergestützten Umsetzung statistischer Verfahren in den Bachelor-Studiengängen der Informatik in der Lehre zu vertreten.

Die Bereitschaft, anwendungsorientierte Forschung an der FRA-UAS im Verbund mit den Kolleginnen und Kollegen zu unterstützen (Kooperationen und Promotionsvorhaben), setzen wir ebenso voraus, wie die Bereitschaft, sich in der Selbstverwaltung der Hochschule zu engagieren sowie die internationale Ausrichtung der Hochschule durch Lehrveranstaltungen in englischer Sprache und durch den Auf- beziehungsweise Ausbau internationaler Kooperationen zu unterstützen. Die hohe Präsenz an der Hochschule und die intensive Betreuung der Studierenden sind selbstverständlich für Sie.

Auskünfte erteilt Frau Prof. Schorr per E-Mail unter rschorr@fb2.fra-uas.de.

Den vollständigen Ausschreibungstext entnehmen Sie bitte unserer Homepage:

www.frankfurt-university.de/stellenangebote

Wir legen großen Wert auf den Schutz Ihrer personenbezogenen Daten. Daher informieren wir Sie gemäß den einschlägigen Datenschutzvorschriften über die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung Ihrer Daten im Rahmen Ihrer Bewerbung. Die Hinweise zu den allgemeinen Datenschutzbestimmungen der Frankfurt University of Applied Sciences sind einzusehen unter: <https://www.frankfurt-university.de/index.php?id=5184>

Bewerbungen mit den üblichen aussagefähigen Unterlagen (inkl. Publikationsverzeichnis, Projekte, Darstellung bisheriger Lehr- und Forschungstätigkeit) werden auf dem Postweg bis **12.09.2019** unter Angabe der Kennziffer erbeten an den

Präsidenten der
Frankfurt University of Applied Sciences,
Personal und Organisation,
Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt.

www.frankfurt-university.de

Inserenten*

1blu AG, Berlin	9
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2
B1 Systems GmbH, Vohburg	11
Bundesministerium der Verteidigung, Berlin	33
Cameron Sino Technology Limited, CN -Tsuen Wan, Hong Kong	49
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	37, 55
eQ-3 AG, Leer	41
Fernschule Weber, Großenkneten	195
Gruner + Jahr GmbH, Hamburg	65
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	204
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	43
Lufthansa Industry Solutions AS GmbH, Norderstedt	46, 47
RNT Rausch GmbH, Ettlingen	61
Schaeffer AG, Berlin	29
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld	45
Startup Events UG, München	91
Strato AG, Berlin	19, 39
TDT AG, Essenbach	53
Thomas Krenn.com, Freyung	25
TOPIX Business Software AG, Ottobrunn	89
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	51
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	42

Stellenanzeigen

Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt am Main	199
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	198, 199

Veranstaltungen

ISD	heise Events, eco Verband	12
VOICE Themenforum	heise Events, VOICE Service GmbH	120, 121
IT-Sicherheitstag	heise Events	127
storage2day	iX, dpunkt.verlag	147
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag	159
Herbstcampus	iX, heise developer, dpunkt.verlag	161
iX Workshops	iX, heise Events	187
CLC/Container	iX, heise developer, dpunkt.verlag	194
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	195
IT-Jobsummit	heise jobs, Jobware	197
devSec	iX, heise developer, dpunkt.verlag	200

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

// heise
devSec()

DIE KONFERENZ FÜR SICHERE
SOFTWARE- UND WEBENTWICKLUNG

24.–26. September 2019

Print Media Academy,
Heidelberg

Sichere Software beginnt
vor der ersten Zeile Code...

Auszug aus dem Programm:

- Der lange Weg zum sicheren Code
- Moderne Sicherheitsstandards für Web-Applikationen
- Safety & Security by Design
- Automatische Security-Tests in Continuous Integration
- Datenschutz jenseits von EU-DSGVO

PROGRAMM ONLINE!

- Security-Fallstricke von Python-Applikationen in produktiven Umgebungen
- Eine DevSecOps-Geistergeschichte
- Node.js/NPM Security
- Bedrohungsanalyse in der Praxis
- LFI/RFI – Remote Code Execution einfach gemacht

www.heise-devsec.de

Goldsponsoren

Silbersponsoren

Veranstalter

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: „Abschied vom Passwort“: Jürgen Schmidt (ju@ct.de), „Daten bildschön präsentieren“: Andrea Trinkwalder (atr@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 Software & Internet

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (apoi@ct.de), Arne Grävmeyer (agr@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@ct.de)

Redaktion: Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@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 (mils@ct.de), Jan Schüller (jss@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktn@heise.de), Axel Vahldiek (avxv@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), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Ltg., uk@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@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. 10a, 85540 Haar,
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahner

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börmssen

Digitale Produktion: Rolf Ahlborn, Melanie Becker, Joana Hollasch

Illustrationen

Jan Binkies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **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. 36 vom 1. Januar 2019.

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 echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

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 AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 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.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 19/2019

Ab 31. August 2019 im Handel und auf ct.de



Windows-Desktop XXL

Wer mehr Platz auf seinem Desktop will, hat die Wahl: Er kann einen besonders ultrabreiten oder hochauflösenden Monitor anschließen, aber auch mehrere Monitore oder virtuelle Desktops verwenden. Welcher Ansatz eignet sich für welchen Zweck? Und wie arbeitet man damit möglichst bequem und effizient?



Ryzen 3000 übertakten

Bei der dritten Generation der Ryzen-Prozessoren hat AMD die automatische Übertaktungsfunktion überarbeitet. Mit dem Ryzen Master Tool lässt sich durch wenige Mausklicks noch mehr Leistung herausholen – nicht nur aus dem 12-Kerner, sondern auch aus den günstigeren Modellen mit vier bis acht Kernen.

Zeichen-Apps für Tablets mit Stift

Mit dem Stift zeichnet es sich auf dem Tablet-Display flüssig und präzise. Aber reichen dafür die mitgelieferten Notiz- und Malprogramme? c't stellt Spezialisten für schnelle Skizzen, Sketchnotes, Handschriftnotizen, kunstvolle Zeichnungen und Illustrationen vor.

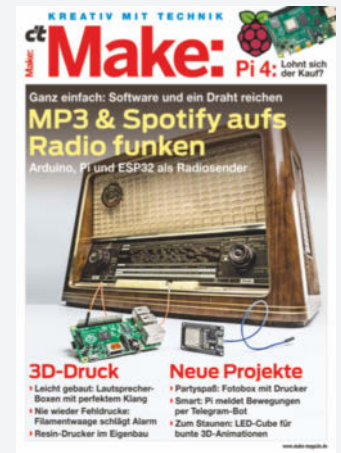
Recruiting

Der IT-Arbeitsmarkt ist ein Bewerbermarkt: Unternehmen müssen sich viel einfallen lassen, um talentierte neue Mitarbeiter zu finden. Wir erklären, was sich hinter Schlagwörtern wie Active Sourcing und Recruitainment verbirgt und wie Sie als Bewerber die komfortable Situation für sich nutzen.

Die offene RISC-V-Architektur

Unter Hardware-Experten genießt die RISC-V-Prozessor-Architektur viel Aufmerksamkeit, obwohl es bislang erst sehr wenige RISC-V-CPU's gibt. RISC-V verspricht Prozessoren ohne Hintertüren und ist extrem flexibel einsetzbar, vom Mikrocontroller bis hin zum Supercomputer.

Noch mehr
Heise-Know-how:



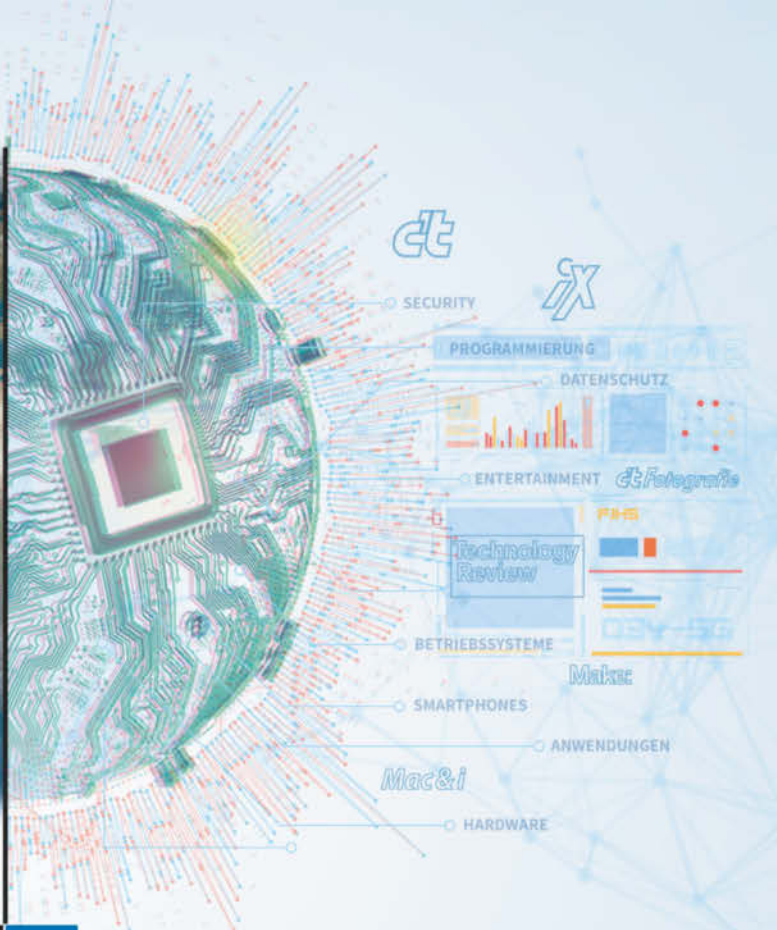
Make 4/2019 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Technology Review 9/2019
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



Mac&i 4/2019 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



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

SERVERBÖRSE DIE UHR TICKT! JETZT SERVER HOLEN!



MIT DER SERVERBÖRSE RICHTIG SPAREN

Sie sind auf der Suche nach einem günstigen Mietserver? Dann sind Sie bei der Serverbörse genau richtig! Schlagen Sie jetzt zu und erhalten Sie einen unserer Dedicated Root Server zu unschlagbaren Preisen. Aber warten Sie nicht zu lange, sonst schnappt sich jemand anderes das Angebot!

DEDICATED ROOT SERVER MIT FOLGENDEN FEATURES:

z. B.

- ✓ Intel Core i7-4770
- ✓ 32 GB DDR3 RAM
- ✓ 2 x 240 GB SATA SSD
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Setup: 0,00 €

z. B.

- ✓ Intel Xeon E3-1275 v5 Quad-Core
- ✓ 64 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 512 GB NVMe Gen3 x4 SSD
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Setup: 0,00 €

monatlich ab **22,00 €**

monatlich ab **53,00 €**