

Mac & i

# Mac & i

Das Apple-Magazin von **c't** Heft 1/2025

## Neues Leben für alte Macs

- So installieren Sie macOS 15 doch noch
- Sicher und modern: Linux statt macOS
- Intel-iMac zum 5K-Monitor umbauen



## Apple Watch vs. Schlaflabor

- Schlafapnoe-Erkennung getestet: Das sagen Forscher



### PRAXIS

Vitalwerte mit der Apple Watch im Blick

Stage Manager in macOS anpassen

Statistik-Einstieg mit Numbers

### TESTS

Mehr Arbeitsfläche: Ultrabreite Displays

Magnetische Maske in Final Cut Pro 11

Wi-Fi 7: Router mit 6GHz im Vergleich

### REPORTS

Die Vorteile von Thunderbolt 5

Wie Apple sein iOS für die EU aufspaltet

Was Donald Trump für Apple bedeutet





# Hol dir dein Geld zurück!

Mit WISO Steuer erledigt sich die Steuererklärung 2024 wie von selbst.

**Neu:** Frag einfach **SteuerGPT\*** – mit KI-Unterstützung und jeder Menge Tipps sicherst du dir mühelos die optimale Erstattung. Das lohnt sich!

Starte jetzt mit WISO Steuer auf deinem iPhone oder deinem Mac.



# EDITORIAL



## Zu früh in Rente

Es ist schön, dass Macs meist lange leben und sich auch gebraucht großer Beliebtheit erfreuen – was die hohen Preise bei eBay eindrucksvoll zeigen. Nicht so schön finde ich, dass Apple unnötig früh seine Unterstützung für alte Macs aufkündigt. Im Umweltreport vom letzten Jahr hat sich Cupertino noch damit gebrüstet, das iPhone XS von 2018 mit dem Update auf das damals aktuelle iOS 17 zu versorgen. Damit übertrifft Apple die Richtlinie der EU, die für Smartphones fünf Jahre Updates verlangt.

Doch für Computer gibt es keine Vorschrift und prompt reicht bei Macs die Nachhaltigkeit neuerdings oft nicht so weit: Ein MacBook Air von 2019 bekommt kein Sequoia mehr – nach gerade einmal fünf Jahren. Zwar erhalten die zwei letzten Systemversionen in der Regel wichtige Patches, doch die volle Sicherheit kriegt nur das aktuelle macOS. Wer mit Safari auf alten Macs unterwegs ist, trifft oftmals auf nicht zu öffnende Webseiten oder nicht aktualisierbare Zertifikate und muss auf Firefox oder Chrome wechseln. Wieso bekommen die noch Updates und Apple schafft das nicht?

Projekte wie der OpenCore Legacy Patcher zeigen, dass es auch anders geht. In den Artikeln ab Seite 8 zeigen wir Ihnen, wie Sie ein aktuelles macOS oder Linux auf einem betagten Mac installieren. Viele alte Macs sind leistungsfähig genug für einfache Anwendungen wie Office oder das Surfen im Web. Warum kappt Apple rigoros die Unterstützung des ganzen Systems, anstatt nur die leistungs-hungrigen neuen Funktionen bei ihnen wegzulassen? Jedes Jahr im Herbst müssen Besitzer alter Macs beim Erscheinen des neuen macOS bangen, dass ihr gut laufender Oldtimer auf der Liste der nicht unterstützten Geräte landet. Das künstliche Aus wirkt auf mich wie geplante Obsoleszenz. Ich möchte keinen neuen Rechner kaufen müssen, nur weil der Hersteller es so will, sondern selbst entscheiden, wann Schluss ist.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Johannes Schuster".

Johannes Schuster



## Neues Leben für alte Macs

Ein Mac ist eine lohnende Investition, arbeitet er doch viele Jahre lang. Aber was, wenn ihn Apple irgendwann in Rente schickt, sprich: ihn weder mit System- noch Sicherheitsupdates versorgt? Unser Themenschwerpunkt liefert Ihnen ganz unterschiedliche Ansätze, wie Sie Ihren Rechner mit ein wenig Aufwand weiterhin sicher betreiben können. Das klappt mit dem aktuellen macOS ebenso wie mit Linux. Hat Ihr iMac dennoch ausgedient, können Sie ihn gar zum 5K-Monitor zum Beispiel für einen Mac mini umbauen.

So installieren Sie macOS 15 doch noch	8
Ausprobiert: Alter Mac Pro mit macOS 15	14
Sicher und modern: Linux statt macOS	18
Intel-iMac zum 5K-Monitor umbauen	26

## Hardware-Tests

Wi-Fi 7: Router mit 6 GHz im Vergleich	60
Mehr Arbeitsfläche: Ultrabreite Displays	66
Gadgets im Check: Nützlich oder skurril?	92
Mechanische Mac-Tastatur von Satechi	94
Nuki Smart Lock Ultra im Test	94
Makro-Konsole Logitech MX Creative Console	95



## Software-Tests

Magnetische Maske in Final Cut Pro 11	96
CoverSutra: Musikplayer für die Menüleiste (macOS)	97
Hazel 6: Regelbasierte Dateiorganisation (macOS)	98
Bezel zeigt den iPhone- / iPad-Bildschirm (macOS)	99
Bücherverwaltung Book Track (macOS / iOS / iPadOS)	100
Freeware-Perlen fürs iPad: 18 nützliche Gratis-Apps	102
Taktik-Rollenspiel: Abalon (iOS / iPadOS / macOS)	136
Plattformer: Rabbiman Adventures (iOS / iPadOS)	136
Adventure: Midnight Girl (iOS / iPadOS)	137
Action: Prince of Persia: Lost Crown (macOS)	137





## Apple Watch vs. Schlaflabor

Viele Menschen leiden an Schlafapnoe, ohne es zu wissen. Die Apple Watch ab Series 9 will die Atemstörung, die sich nicht nur auf den Schlaf negativ auswirkt, nun aufzeigen. Wie gut klappt das, kann sich der Nutzer auf die Ergebnisse verlassen? Wie schneidet die Watch im Vergleich zum Schlaflabor ab? Zusammen mit der Technischen Hochschule Mittelhessen haben wir die neue Health-Funktion unter die Lupe genommen. Im Interview erläutern die Forscher, wo die Uhr punktet und was der Träger beachten sollte.

Schlafapnoe-Erkennung der Apple Watch getestet	36
Interview: Das sagen Forscher über die Funktion	40

## Praxis

Vitalwerte mit der Apple Watch im Blick	32
Stage Manager in macOS anpassen	42
Statistik-Einstieg mit Numbers	48
Grundlagen von Wi-Fi 7	56
Die Vorteile von Thunderbolt 5	74
Apples neues Framework Swift Testing	130
Fragen und Antworten zu Hard- und Software	138



## Magazin

Editorial	3
Pro & Contra: Mitteilungen mit KI zusammenfassen?	7
Wie Apple sein iOS für die EU aufspaltet	78
Kaufberatung: Welches iPad sich aktuell lohnt	84
Was beim App Store schiefläuft	110
EU vs. Apple: Status quo des Dauerstreits	116
Was Donald Trump für Apple bedeutet	120
So setzt Apple homomorphe Verschlüsselung ein	124
Impressum	145
Mac & i-Rätsel für Nerds	146



*Themen, die auf dem Titelblatt stehen, sind blau hervorgehoben.*

27. Februar und 6. März 2025

## Apple Business Manager und MDM

Geräteverwaltung im Unternehmen sicher meistern

Die Verwaltung von Apple-Geräten muss keine komplizierte Sache sein. Profitieren Sie von wertvollen Tipps unserer Experten, von der Auswahl und Einrichtung bis hin zu den wichtigsten Praxisabläufen.



13. und 20. Mai 2025

## Apple Geräte im Kontext der Security Compliance

für Deutschland und Europa

Apple visiert für Datenschutz und Sicherheit hohe Standards an und unterstützt dies bereits auf Betriebssystemebene. Erfahren Sie, worauf es bei der Planung, Konfiguration und Verwaltung der Geräte ankommt.



**Jetzt Ticket buchen:**  
[heise-academy.de/marken/mac-and-i](http://heise-academy.de/marken/mac-and-i)

# Sollte Apple-KI Mitteilungen zusammenfassen?

**Apple Intelligence liegt manchmal daneben. Wegen Kritik bessert Apple nach. Doch darf eine Funktion, die potenziell Fehlinformationen liefert, überhaupt angeboten werden?**

Hochfrequente Chat-Gruppen von Familie, Freunden, Kollegen, Nachbarn, Verein, Schule & Co. sorgen allzu gerne für eine Flut an Mitteilungen auf dem iPhone. Die kann man natürlich ausblenden, verpasst so womöglich aber doch etwas Wichtiges. Genau hier setzt – auf Wunsch – Apple Intelligence an: Aus 57 mit Emojis gespickten Kurznachrichten macht das KI-Modell eine einzelne Mitteilung. Sie informiert im Idealfall nüchtern, dass Bernd dringend einen Gartenschlauch braucht oder in der 1d wieder Läusealarm herrscht. Zugegeben, das funktioniert längst nicht immer perfekt: Bei Umgangssprache und nur für Eingeweihte verständlichen Anspielungen kommt es schnell zu Missverständnissen. Das gilt für KI-Modelle ebenso wie für uns Menschen. Deshalb halte ich es für verschmerzbar, wenn Apple Intelligence bei der Zusammenfassung von Mitteilungen auch mal danebenliegt – was durchaus passiert. Bei wirklich wichtigen Chats oder persönlichen Nachrichten ist es ohnehin angebracht, den kompletten Verlauf zu lesen. In Anbetracht vieler hundert Millionen täglicher iPhone-Mitteilungen scheint die Fehlerquote bislang überschaubar. Zumal die Zusammenfassungen auf jedem iPhone individuell sind, weil Apples Sprachmodell das lokal auf dem Gerät macht. „Fake News“ sind fraglos ein massives Problem. Sie entstehen aber nicht durch schludrige KI-Zusammenfassungen, sondern werden bewusst und breit von bösartigen Akteuren gestreut. Am Ende führt kein Weg daran vorbei, Informationen zu hinterfragen – unabhängig davon, ob sie aus der Originalquelle stammen oder Apple Intelligence eine Zusammenfassung liefert. Und letztlich entscheide ich als Nutzer, ob ich die Funktion überhaupt aktivieren möchte. News kann ich dabei übrigens gezielt ausklammern.

(lbe)

## PRO



**Leo Becker** begrüßt KI-Zusammenfassungen, auch wenn sie längst nicht immer richtig sind.

## CONTRA

**Wolfgang Kreutz** hält das Zusammenfassen kurzer Text per KI grundsätzlich für eine schlechte Idee.



Sicher klingt es verlockend, wenn ich statt eines Feuerwerks an Mitteilungen nur noch eine Zusammenfassung eines Gruppenchats erhalte. Doch gerade die missglückten Ausnahmen bereiten mir Bauchschmerzen. Nicht jeder verpasste Termin mag dramatisch sein, aber ein nicht verkündeter oder verharmloster Notfall vielleicht schon. Ich bezweifle zudem, dass alle Beteiligten es amüsant finden, wenn aus einem flapsigen „Das hat mich fast umgebracht“ ein „tragisches Unglück“ wird. Noch kritischer sehe ich die Idee, ohnehin schon stark verkürzte News-Mitteilungen zusammenzufassen. Hier hat Apple Intelligence bereits mehrfach bewiesen, dass das in die Hose gehen kann: Nachrichten der BBC und der New York Times wurden zu Falschbehauptungen verdreht und mit deren Logos angezeigt. Wenn Leser eine Falschmeldung für wahr halten, schadet das dem Ruf seriöser Medien und untergräbt das Vertrauen. Jeder vermeidbare Fehler ist einer zu viel. Selbst die besten Sprachmodelle haben derzeit kaum echtes Textverständnis – in kurzen Tickermeldungen fehlt sowieso jeglicher Kontext. Falschinformationen sind damit vorprogrammiert. Da KIs vorrangig auf Englisch optimiert und trainiert wurden, steigt bei anderen Sprachen das Risiko sogar. Klar, ich muss die Funktion nicht einschalten. Aber wenn mein Umfeld eine verdrehte KI-Meldung für bare Münze nimmt, muss ich mich letztlich doch damit auseinandersetzen. Und je seltener Probleme auftreten, desto mehr verlassen sich die Leute auf KI. Ich finde, Apple sollte eine solche Automatik nicht anbieten – nicht einmal optional. Die gut gemeinten, aber fehleranfälligen Zusammenfassungen haben auch ohne Täuschungsabsicht gegebenenfalls die gleiche Wirkung wie echte Fake News: Sie verbreiten Falschinformationen.

(wre)



# macOS 15 auf alten Macs installieren

Ältere Apple-Rechner müssen nicht auf Sequoia verzichten: Der OpenCore Legacy Patcher erlaubt das Upgrade auf vielen nicht unterstützten Maschinen.

Von Holger Zelder

Bild: KL generiert mit freepik bearbeitet von Mac & i

Mit jedem großen macOS-Update spaltet Apple die Mac-Gemeinde: Auf der einen Seite bringt das frische System neue, praktische Funktionen für junge Macs mit, auf der anderen Seite bleiben manche Altgeräte außen vor. Apple liefert zudem nur noch Sicherheitsupdates für die beiden vorausgehenden Systemversionen. Besonders nachhaltig ist das nicht: Ältere MacBooks oder iMacs, die für die meisten Alltagsaufgaben noch schnell genug wären, erhalten dann keine Sicherheitsupdates mehr.

Außerdem erhöht Apple den Update-Druck zusätzlich: Features wie die neue HomeKit-Architektur oder die neue Passwörter-App funktionieren nur auf aktuellen Systemen. Wer seinen Apple-Account mit Passkeys oder Sicherheitsschlüsseln absichern will, muss sich auf alten Macs sogar abmelden, da nur ein macOS ab Version 13 für Apple als sicher gilt. In diesem Fall muss man jedoch auf alles andere verzichten, was der Apple-Account mit sich bringt.

Selbst wenn man einen Alt-Mac nur noch zum Surfen verwenden möchte, kommt man irgendwann in Bedrängnis, denn Entwickler passen ihre Apps und Browser nur noch für die neuen Systeme an. Zudem werden manche Zertifikate nicht mehr erneuert. Wer mit einem steinalten macOS unterwegs ist, kann nicht mal mehr den App Store aufrufen, um alte Apps herunterzuladen.

## Alles neu macht OpenCore

Abhilfe bei einigen Punkten schafft der OpenCore Legacy Patcher, kurz OCLP. Dabei handelt es sich um ein quelloffenes, kostenloses Tool, das seit 2020 vom Entwickler-Team „Dortania“ gepflegt und stets an die aktuellen macOS-Versionen angepasst wird. Es erlaubt die Installation von neueren macOS-Versionen auf von Apple nicht mehr unterstützten Macs.

Der Patcher modifiziert das Betriebssystem, um die Kompatibilität mit der alten Hardware sicherzustellen, und ermöglicht dabei Funktionen wie Sicherheitsupdates und neue Software, die sonst nicht zugänglich wären. OCLP setzt tief an und arbeitet als eigener Bootloader. Ein so gepatchter Mac gibt sich gegenüber macOS als neueres, unterstütztes Gerät aus und erlaubt die Installation und den Start, was mit Bordmitteln nicht funktioniert.

Praktischerweise reicht der OCLP auch einige Funktionen nach, die ältere Macs von Haus aus nicht mehr erhalten. Dazu gehören etwa Continuity- und Handoff-Funktionen, sodass man beispielsweise das iPhone als Webcam benutzen kann.

Während frühere Versionen von OpenCore noch kompliziert waren, ist die Installation heutzutage vergleichsweise einfach. Ein übersichtliches Tool erledigt die meiste Arbeit, und viele Stolperfallen wurden beseitigt. Trotzdem bleibt OpenCore

## kurz & knapp

- Sicherheits- und Funktions-updates veröffentlicht Apple nur für die aktuellen Systeme.
- Der OpenCore Legacy Patcher erlaubt die Installation von macOS Sequoia auf nicht unterstützten Macs.
- Das Tool ist vergleichsweise einfach zu bedienen.
- Systemfunktionen, die bestimmte Hardware voraussetzen, kann der Patcher nicht nachreichen.

eine Bastellösung, die teilweise auch in die Systemsicherheit eingreift. Es kann deshalb durchaus sein, dass nach der Installation nicht alles rund läuft oder ein Update fehlschlägt. Von einem Einsatz auf Produktivsystemen raten wir aus diesem Grund ab. Auch auf privaten Rechnern sollten Sie die Installation nur wagen, wenn Sie Ihre Daten – am besten mehrfach – gesichert haben.

Diejenigen, die OCLP oder unsere Artikel zu älteren Versionen bereits kennen, können direkt zum Praxisteil in der zweiten Hälfte des Beitrags springen.



Der OpenCore Legacy Patcher erleichtert die Installation mit einer App.

### Das iPhone als Webcam verwenden

Mit der Funktion „Integrationskamera“ kannst du dein iPhone als Webcam für den Mac verwenden, wenn sich beide Geräte nah beieinander befinden.

- Automatisch verbinden**: Bringe dein iPhone im Standby in eine stabile, horizontale Lage, um es mit unterstützten Apps zu verbinden.
- Effekte**: Du kannst Funktionen wie Center Stage, Gruppenmodus, Studiolicht, Moderatorenmaske und Reaktionen im Menüleistenobjekt „Videoeffekte“ aktivieren.
- Schreibtischansicht**: Eine Kameraansicht aus der Vogelperspektive – ganz ohne Zusatzausrüstung. Dies kann in den iPhone-Einstellungen deaktiviert werden.

[Später erinnern](#) [Jetzt testen](#) [Fortfahren](#)

OpenCore rüstet auch Continuity-Funktionen nach, mit denen man ein iPhone als Webcam nutzen kann.

## Für welche Rechner

Offiziell unterstützt OpenCore alle Macs mit einem 64-Bit-Prozessor, die ältesten Modelle stammen aus dem Jahr 2008. Uneingeschränkt empfehlen können wir das allerdings nicht: So sollte im Mac eine SSD

statt einer meist zu tragen Festplatte stecken. Beim Arbeitsspeicher sollten es wenigstens 8 GByte, besser noch 16 GByte RAM sein, damit der Rechner auch zügig läuft. Sinnvoll ist die Installation auf Macs ab 2012. Macs mit Vierkern-Prozessoren und dediziertem, Metal-fähigem Grafikchip eignen

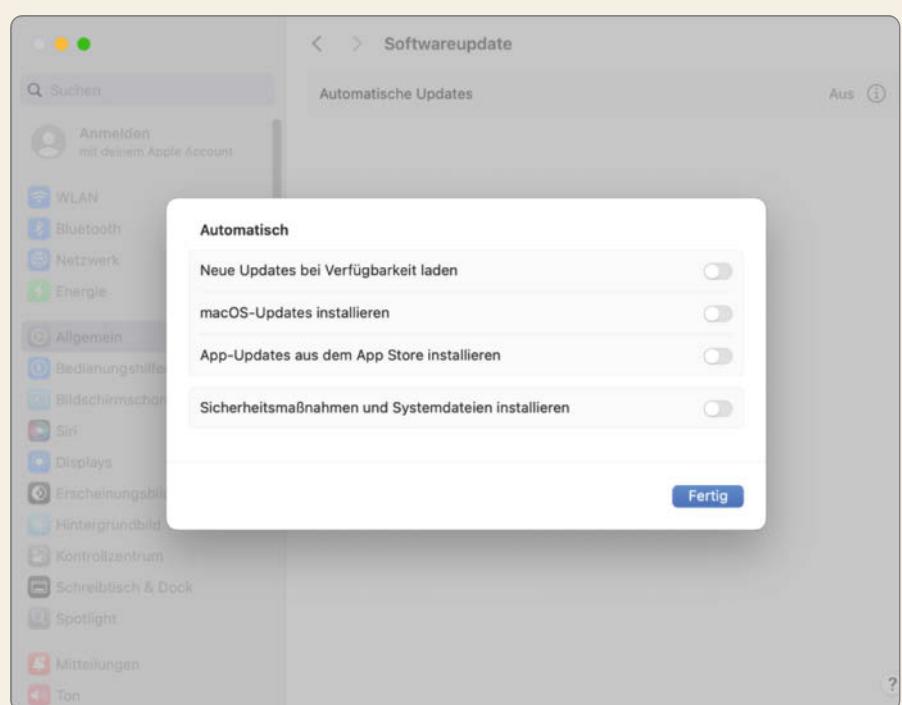
sich besser als solche mit Intel-Grafik. Die meisten iMacs und MacBook Pros haben hier gegenüber dem Mac mini oder dem MacBook Air einen Vorteil. Bei älteren oder langsameren Modellen ist mitunter die Installation von Linux (siehe S. 18 in diesem Heft) die bessere Wahl.

## Updates

Während macOS-Updates in der Vergangenheit mit dem OCLP mit Vorsicht zu genießen waren, funktioniert die Aktualisierung von Unterverisionen wie von 15.1 auf 15.2 meist recht schmerzfrei. In der Regel müssen Sie das Update nur über die Systemeinstellungen von macOS anstoßen und nach der Installation die Root Patches erneut einspielen. Auch die OCLP-Entwickler geben für diese Updates inzwischen grünes Licht.

Dennoch sollten Sie auf Ihrem Mac unter „Systemeinstellungen > Softwareupdates > Automatische Updates“ die Optionen „Sicherheitsmaßnahmen und Systemdateien installieren“ sowie „macOS-Updates installieren“ abwählen. Es lohnt sich außerdem, nach der Veröffentlichung eines macOS-Updates noch eine Weile mit der Aktualisierung zu warten und im Supportbereich des OCLPs nach Problemen zu suchen. Die Entwickler listen dort recht penibel auf, bei welchen Modellen es hakt, und nennen mögliche Workarounds.

Updates von Hauptversionen, etwa von macOS 14 auf 15, sollten Sie nur über den gezeigten Weg mittels OCLP und USB-Stick installieren. Auch hier raten wir bei einer neuen Version zu Geduld.



Die Entwickler geben an, dass Aktualisierungen über die Systemeinstellungen funktionieren. Automatische Updates sollten Sie dennoch deaktivieren.

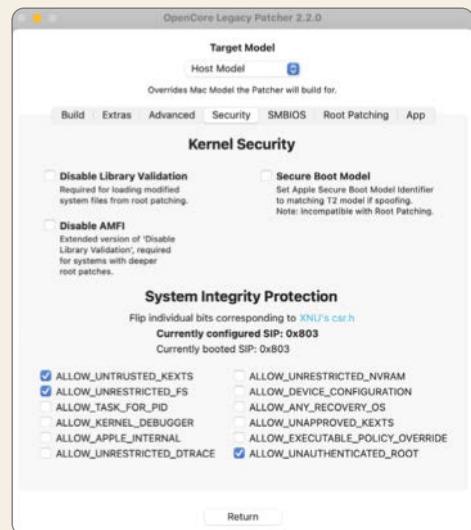
# OpenCore und die Sicherheit

Damit macOS auch auf älteren Systemen läuft, installiert OCLP verschiedene Patches und liefert nicht mehr integrierte Treiber nach. OCLP kann nur vom Administrator ausgeführt werden, der sich mit einem Kennwort authentifiziert. Der Patcher installiert auch Kernel-Erweiterungen und schränkt dafür Sicherheitsfunktionen wie die System Integrity Protection (SIP) neuerer macOS-Versionen ein. SIP ist eine Sicherheitsfunktion von macOS, die verhindert, dass schädliche Software bestimmte geschützte Bereiche des Betriebssystems ändert.

Zwar bleibt die SIP mit OCLP in Teilen weiterhin aktiv, die Entwickler warnen jedoch

davor, den Systemschutz wieder vollständig zu aktivieren. In diesem Fall würde der Patch nicht mehr funktionieren, und das System könnte mitunter nicht mehr starten. Nutzer sollten sich daher im Klaren sein, dass Malware bei dem verringerten Schutz Kernkomponenten des Systems verändern könnte. Auf der anderen Seite bietet das Update auf macOS Sequoia zusätzliche Sicherheit, da dieses weiterhin von Apple mit Updates versorgt wird.

Für die Installation deaktiviert OCLP einige Funktionen des Systemintegritätsschutzes.



## macOS 15 installieren

Laden Sie sich zunächst die aktuellste Version des OpenCore Legacy Patchers herunter. Die Installer finden Sie auf einer eigenen Github-Seite, verwenden Sie die Datei namens „OpenCore-Patcher.pkg“. Den Patcher installieren Sie mit einem Doppelklick, folgen Sie den Anweisungen. Ältere Macs brauchen für die Installation einen USB-2-Hub, eine USB-Tastatur und -Maus.

1

### macOS Sequoia herunterladen:

Wenn Sie den Patcher öffnen, zeigt dieser eine übersichtliche Oberfläche mit fünf Buttons („Build and Install OpenCore“, „Post-Install Root Patch“, „Create macOS Installer“, „Support“ und „Settings“). Klicken Sie auf „Create macOS Installer“ unten links. Im nächsten Schritt wählen Sie unter „Download macOS Installer“ die gewünschte macOS-Version aus. OpenCore bietet die jeweils aktuellste Version von macOS an, es stehen auch So-

noma, Ventura oder Monterey zur Verfügung. Wählen Sie „macOS Sequoia“ und klicken auf „Download“. Bis der 15 GByte große Installer in Ihren Programme-Ordner geladen ist, vergeht abhängig von der Internetgeschwindigkeit eine Stunde oder mehr. Falls Sie die aktuelle Version bereits geladen haben, können Sie mit „Use existing macOS Installer“ die vorhandene Datei wählen.

Die Installationsdatei lässt sich bequem über den Patcher herunterladen.

2

### USB-Installationsstick erstellen:

Nach erfolgreichem Download bietet der Patcher direkt an, ein bootfähiges Installationsmedium zu erstellen. Stecken Sie einen USB-Stick mit mindestens 32 GByte in Ihren Mac und bestätigen den Dialog mit „Yes“, danach wählen Sie den Stick aus. OCLP fragt nach, ob Sie sicher sind, dass alle Daten auf dem

Stick gelöscht werden dürfen; bestätigen Sie den Dialog mit „Yes“, damit OCLP die Daten auf den Stick schreiben kann.

Der Prozess dauert auch an einem schnelleren Stick mit USB-3.0-Geschwindigkeit mindestens 30 Minuten, an älteren Macs mitunter noch länger. Lassen Sie den Patcher und seine Fenster bis zum Abschluss offen.



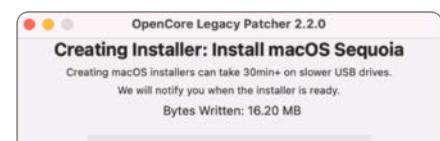
3

### OpenCore-Firmware installieren:

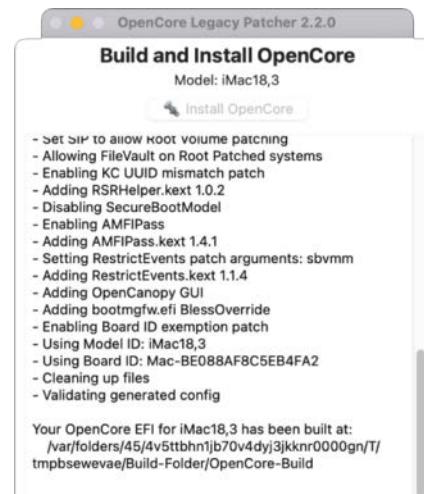
Sobald der Installationsstick bereitsteht, klicken Sie in der OCLP-Oberfläche oben links auf „Build and Install OpenCore“. Der Patcher stellt dann die nötigen Informationen für Ihren Mac zusammen. Mit „Install to disk“ spielen Sie die Konfiguration auf die SSD Ihres Macs. Wählen Sie im nächsten Schritt die SSD mit Ihrer macOS-Installation aus. Wenn Sie

einen Mac mit mehreren Partitionen oder Speichermedien verwenden, können Sie auch ein leeres Volume verwenden und das gepatchte macOS darauf installieren. Anschließend können Sie Ihren Mac mit einem Klick auf „Reboot“ neu starten.

Der Patcher erstellt eine rechner-spezifische Konfiguration.



Per Knopfdruck erstellt OCLP einen Installationsstick.



## 4

**Vom USB-Stick starten:** Halten Sie beim Neustart die Optionstaste gedrückt, um in den Bootmanager zu gelangen. Ihr Mac listet nun alle

Startlaufwerke auf. Darunter befindet sich der just erstellte USB-Stick, der mit „Install macOS Sequoia“ erscheint und ein OpenCore-Icon mit dem Namen „EFI Boot“ trägt. Wählen Sie diesen mit der Tastatur aus und bestätigen mit Return. Damit starten Sie einen angepassten Bootmodus (OpenCore Picker). Wenn Sie zeitgleich die Ctrl-

und die Enter-Taste wählen, legt Ihr Mac die Partition als Startmedium fest.

Wundern Sie sich nicht: Sie bleiben nach dem Druck der Enter-Taste im Boot-Manager, es tauchen jedoch nur noch die vorhandene macOS-Partition sowie der Stick auf. Wählen Sie nun „Install macOS Sequoia“ und bestätigen mit Enter.

Ihr Mac startet anschließend den Wiederherstellungsmodus. Das weitere Vorgehen unterscheidet sich nicht von einer macOS-Aktualisierung mit Bordmitteln: Wählen Sie



Bild: Holger Zelder

**Beim Neustart wählen Sie den Installer erst im zweiten Schritt.**

im Wiederherstellungsmodus die zweite Option „macOS Sequoia installieren“ und folgen den Anweisungen.

## 5

**Root Patches installieren:** Nach der Installation loggen Sie sich wie gehabt mit Ihrem Benutzer und Passwort ein. Es kann sein, dass auf einigen Macs bestimmte Dinge nicht funktionieren: etwa Bluetooth, WLAN oder die eingebauten Tastaturen. Das liegt daran, dass neuere macOS-Versionen die nötigen Treiber nicht mehr mitbringen. OCLP reicht diese über sogenannte Root Patches nach. Oft werden sie automatisch aufgespielt, dennoch lohnt es sich, die Patches einmal komplett manuell zu installieren.

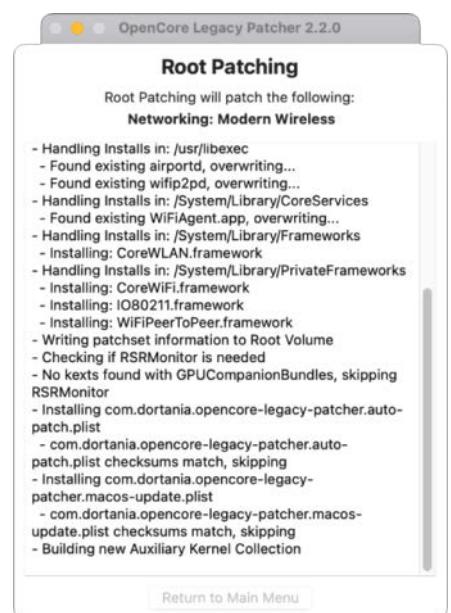
Öffnen Sie den OpenCore Legacy Patcher und klicken auf „Install Root Patches“. OCLP zeigt in den meisten Fällen an, dass alle nötigen Treiber bereits vorhanden sind. Falls dennoch etwas fehlt, klicken Sie auf „Start Root Patching“. Das Programm installiert dann für Ihren Mac spezifische Treiber. Danach müssen Sie den Mac neu starten. Etwaige Probleme wie ein streikendes USB-1.1-Interface sollten damit behoben sein.

#### Notwendige Treiber installieren Sie über die Root Patches.

## 6

**Abwarten:** Auf einigen Macs fühlt sich Sequoia nach der Installation träge an. Das liegt unter anderem daran, dass Spotlight den Suchindex neu aufbaut. Wenn Sie Sequoia

über OCLP neu installiert haben und sich erstmalig anmelden, kann es zudem eine Weile dauern, bis iCloud-Daten wie das iCloud-Drive oder Nachrichtenanhänge nachgeladen wurden.



## Was nicht funktioniert

Funktionen, die bestimmte Hardware voraussetzen, kann der OpenCore Patcher nicht nachreichen. So startet die neue iPhone-Synchronisierung nicht, mit der man das Smartphone vom Mac aus steuern kann, da sie den T2-Sicherheitschip benötigt. Allerdings ist diese Funktion ohnehin wegen Streitigkeiten mit der EU nicht in Deutschland verfügbar.

Apple Intelligence arbeitet auf Intel-Macs ohnehin nicht – auch auf neueren Geräten, die das Update auf macOS Sequoia noch erhalten. Den Intel-Chips fehlt die Neural Engine, die der Mac-Hersteller für die KI-Funktionen voraussetzt.

Beim MacBook Air von 2018 und 2019 sorgt der T2-Chip für Kernel Panics. Die Entwickler haben derzeit noch keine Lösung für dieses Problem. Es scheint allerdings gerätespezifisch zu sein, denn andere T2-

Macs zeigen dieses Verhalten nicht. Wenn Sie eins dieser MacBooks benutzen, sollten Sie noch auf Sonoma verweilen.

Bei MacPros von 2008 (Modell 3.1) mit mehr als vier Kernen neigt Sequoia zu Fehlern (Panics). Die Installation über OCLP ist zwar möglich, der Patcher reduziert aber die Zahl der Kerne.

Problematisch sind außerdem Apps, die auf den CPU-Befehlsatz Advanced Vector Extensions (AVX respektive AVX2) setzen. AVX ist seit macOS Ventura Voraussetzung für die macOS-Installation. Zwar kann der OCLP-Patcher dafür sorgen, dass macOS auch ohne AVX startet. Apps, die AVX benötigen, lassen sich jedoch nicht auf älteren Macs ausführen. Das betrifft beispielsweise Adobe Premiere Pro, After Effects, Audition, Character Animator und Adobes Media Encoder ab Version 24.

## Fazit

Der OpenCore Legacy Patcher ist inzwischen recht komfortabel geworden, sodass die Installation auf vielen alten Macs kein großes Hindernis darstellt. Ist der Rechner mit einer schnellen Grafikkarte, einer SSD und genügend RAM bestückt, läuft Sonoma angenehm schnell, und man fragt sich zu Recht, warum Apple das Update für dieses Modell zurückhält.

Allerdings kann der Patcher nicht zaubern und spannende neue Funktionen mit bestimmten Hardware-Anforderungen wie Apple Intelligence bleiben auch alten Intel-Macs vorenthalten. Wenn Apple den Support für die letzten Intel-Macs aufgibt, dürfte für sie auch das Ende von OpenCore gekommen sein, da macOS dann nur noch für die ARM-Architektur weiterentwickelt wird. Möglicherweise können die Entwickler ihre Erkenntnisse auf die ARM-Macs übertragen, wenn diese keinen Support erhalten. Bis es so weit ist, verschafft der Patcher vielen Altgeräten noch einen zweiten Frühling. (hze)

## Strategien für Apple

Gewährleisten Sie für die Apple-Geräte in Ihrem Unternehmen hohe Sicherheit und eine umfassende optimale Betreuung.

### 5. Mai: Erfolgreich mit Apples Portalen interagieren

Lernen Sie, Apple-Geräte effizient über den Apple Business Manager zu integrieren.

### 12. Mai: Feinheiten von ABM und MDM

Erfahren Sie, wie Sie erweiterte Richtlinien einsetzen und auch jüngste Apple-Plattformen wie visionOS und watchOS sicher verwalten.

### 19. Mai: Produktivität steigern mit Apple Intelligence

Schöpfen Sie das Potenzial der integrierten Apple-Produktivitätsfunktionen sowie moderner Apple-Intelligence-Features aus.

### 26. Mai: Datenschutz- und Sicherheitsstandards in Apples Ökosystem

Setzen Sie mithilfe von MDM-Richtlinien wichtige Sicherheits-Policies um.

### 2. Juni: Routineaufgaben automatisieren

Optimieren Sie Ihre Abläufe mit den Tipps unserer Experten zur Automatisierung.



**Jetzt Ticket sichern:**

[heise-academy.de/webinar-serien/strategien-fuer-apple](http://heise-academy.de/webinar-serien/strategien-fuer-apple)

# Das neue Leben des alten Mac Pro

Die ersten Intel-Mac-Pros sind für Apple längst veraltet. Auf der einst teuren Workstation lässt sich über Umwege macOS 15 Sequoia installieren. Doch wie schlägt sich ein fast 15 Jahre altes Gerät damit? Ein Erfahrungsbericht.

Von Holger Zelder



Bild: Kl-generiert mit freepik, bearbeitet von Mac & i

## kurz & knapp

- Vor der Installation von Sequoia auf einem alten Mac Pro empfehlen wir einige Hardware-Upgrades.
- OpenCore alleine reicht nicht, man muss einige Workarounds vornehmen.
- Die Arbeitsgeschwindigkeit ist unter macOS 15 in Ordnung, aber nicht alle Funktionen sind verfügbar.

m Jahr 2019 endete der Software-Support für den Mac Pro im Kässereiben-Design. Seitdem erhält der alte Rechner keine neuen Betriebssysteme mehr von Apple. Doch viele Liebhaber weigern sich auch heute noch, ihren alten Mac in den wohlverdienten Ruhestand zu schicken. Denn dank vier PCIe-Slots, SATA-Anschlüssen, wechselbarem RAM und gesockeltem Prozessor kann man den Mac Pro relativ leicht aufrüsten. Um den Rechner mit einem aktuellen System am Laufen zu halten, fahnden viele nach kompatibler Hardware. Auf Software-Seite hilft dabei der OpenCore Legacy Patcher (siehe S. 8).

Während die Installation bei neueren MacBooks und iMacs meist ohne Schwierigkeiten abläuft, gibt es bei dem alten Mac Pro einige Stolperfallen. Dieser Erfahrungsbericht schildert die Hürden, die wir bei der Installation von Sequoia überwinden mussten. Als Testobjekt haben wir einen längst ausgemusterten Mac Pro aufgetrieben. Das von uns genutzte Modell 5.1 wurde von 2010 bis 2013 mit kleinen Updates verkauft.

Darin steckten ein Vierkern-Xeon mit 2,8 GHz, eine Radeon HD 5770 mit 1 GByte Speicher, zwei 1-TByte-Festplatten und immerhin 8 GByte RAM. Auf Kleinanzeigenportalen zahlt man für diese Ausstattung noch zwischen 100 und 200 Euro, gewerbliche Händler verlangen teilweise deutlich mehr. Für den Einsatz eines moderneren Systems empfehlen sich allerdings einige Aufrüstungen.

### Zeitreise

Zunächst ersetzen wir die alte Festplatte durch eine SATA-SSD samt Einbaurahmen. Die lief zwar durch die SATA-3G-Schnittstelle des Mac Pro nicht mit vollem Tempo, war aber dennoch flotter als jede Festplatte. Die größte Hürde lag dann darin, ein System auf den alten Mac Pro zu spielen. Versuche, den Mac über Tastenkombinationen in den Recovery-Modus zu bewegen, scheiterten. Durch die leere SSD hatte der Mac keine Wiederherstellungspartition mehr, auch die Internet-Recovery funktioniert nicht.

## Passende Grafikkarten

Obwohl der Mac Pro nur über PCIe-2.0-Schnittstellen verfügt, lassen sich auch durchaus moderne Grafikkarten einbauen. Das ist auch empfehlenswert, da viele macOS-Apps und -Funktionen auf Apples Grafikschaltung Metal setzen.

Grundsätzlich funktionieren normale PC-Grafikkarten mit herkömmlicher PC-Firmware. Allerdings zeigen diese dann keinen Bootscreen an, was die Installation neuerer Betriebssysteme erschwert. Wer sich daran nicht stört, kann aber die meisten Karten, die sich an AMDs Referenzdesign halten, in seinen Mac Pro einbauen. Einige Händler wie MacVidCards verkaufen auch GPUS mit geflashter Firmware, die dann einen Bootscreen zeigen. Diese sind aber deutlich teurer als ihre PC-Pendants. Da die meisten kompatiblen Karten schon einige Jahre alt sind, findet man sie überwiegend nur noch gebraucht.

Die höchste Kompatibilität bieten Modelle von AMD. Empfehlenswert sind Karten aus der Radeon-500er-Serie, die der Hersteller 2017 vorgestellt hat. Dazu zählen etwa die Radeon RX 570 sowie die recht beliebte RX 580 mit 8 GByte RAM.

Sie haben den Vorteil, dass sie ab macOS High Sierra bis einschließlich Sequoia unterstützt werden. Mehr Tempo bietet die ebenfalls aus 2017 stammende Vega 56, die die gleichen Systeme abdeckt. Wer parallel noch ein älteres macOS nutzen will, sollte zu einem dieser Modelle greifen. Die Vega 64 wäre schneller, empfiehlt sich wegen ihres Strombedarfs aber nicht.

Schnell, aber selten und entsprechend teuer ist die Radeon Pro VII mit 16 GByte RAM, die ab macOS 10.14.5 Mo-

jave unterstützt wird. Laut Blogs wie dem Mac-Pro-Guide von Greg Grant funktionieren neuere Grafikkarten der Radeon-5000er-Serie wie die RX 5600 oder die RX 5700 (XT) erst ab Catalina. Man muss also bereits zuvor ein aktuelleres System via OCLP installieren. Ältere macOS-Versionen lassen sich dann nicht mehr verwenden. Ab Big Sur wird die Radeon-6000-Serie mit der 6600 (XT), der 6800 (XT) sowie der 6900 XT unterstützt. Sie erfordern einen Flash der Firmware. Ärgerlich: Die 5000er- und 6000er-Serie funktionieren trotz Patcher bis einschließlich Monterey, allerdings (noch) nicht mit neueren Versionen von macOS wie Ventura oder Sonoma.

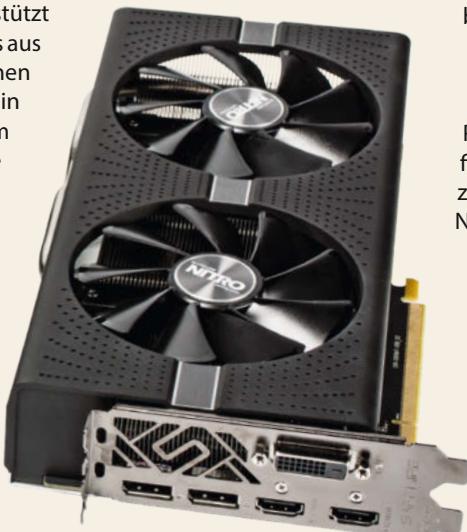
### Stromversorgung

Für den Einbau der Grafikkarte benötigt man in jedem Fall ein Stromkabel mit Y-Stecker. Das steckt man in die beiden 6-poligen Anschlüsse auf dem Mainboard und in die 8-polige Buchse der Karte. Dabei muss man ihren Strombedarf im Auge behalten:

Der Mac Pro stellt über die beiden Stromanschlüsse und die PCI-Schnittstelle nur 225 Watt (75 + 75 + 75 Watt) bereit. Gerade schnelle GPUs benötigen unter hoher Last mehr, als der Mac Pro mit Bordmitteln bereitstellt. Eine pragmatische Lösung findet sich darin, ein zusätzliches PC-Netzteil mit genügend Strom an die Grafikkarte anzuschließen. Einige Mac-Pro-Nutzer modifizieren stattdessen das eingebaute Netzteil des Mac Pro: Beim sogenannten Pixlas Mod nimmt man den Mac Pro weiter auseinander und verpasst dem internen Kabelbaum mit einer Crimpzange weitere Anschlüsse, sodass man für die Grafikkarte mehr Strom abzwacken kann. Generell raten wir von solchen Modifikationen ab.

Denn bei Fehlern kann man das Netzteil, die Grafikkarte oder den ganzen Mac Pro beschädigen.

**Einige PC-Grafikkarten funktionieren im alten Mac Pro. Beliebt ist etwa AMDs RX 580.**



Eine Lösung fand sich in einem alten USB-Stick mit macOS 10.7.4 Lion, den wir über einen anderen Intel-Mac erstellt hatten. Mit diesem konnten wir den Mac Pro starten und ein sehr altes macOS installieren. Im Anschluss spielten wir das Update auf 10.8 Mountain Lion auf, das wir zunächst über einen neueren Mac aus Apples Supportbereich herunterluden. Auf diesem Weg erhielt die SSD eine Wiederherstellungspartition. Anschließend aktualisierten wir den Mac Pro mit einem weiteren Installer auf 10.14 High Sierra und aktualisierten damit die Firmware auf Version 144.0.0.0. Die behält einige Fehler und erlaubt, über PCIe angebundene NVMe-SSDs als Startmedium zu nutzen.

## Zeit für Upgrades

Als Nächstes tauschten wir die Grafikkarte: Zum einen funktionieren neuere Systeme mit einer Metal-kompatiblen GPU besser, zum anderen unterstützt der Mac Pro mit einer solchen Karte offiziell macOS Mojave. Nach einer Recherche (siehe Kasten „Passende Grafikkarten“) entschieden wir uns für eine PC-Grafikkarte Radeon RX 580. Dabei rüsteten wir auch gleich noch die CPU auf: Den 4-kernigen Xeon mit 2,8 GHz tauschten wir gegen einen gebrauchten 6-Kerner mit 3,2 GHz (Intel Xeon W 3670). Theoretisch würde der Rechner auch einen teureren 6-Kerner mit 3,33 GHz (Xeon W3680) vertragen, der Tempozuwachs gegenüber dem etwas langsameren Xeon ist aber nur gering.

Zudem erweiterten wir den Speicher von 8 auf 48 GByte, dem Maximum unseres Modells. Verwendet haben wir dafür drei 16-GByte-Riegel vom Typ DDR3-1333. Um wenigstens ein paar aktuelle Schnittstellen zu haben, steckten wir noch eine günstige PCI-Erweiterungskarte von Yeeliya (siehe Webcode) mit drei USB-C- und zwei USB-A-Ports mit 3.0-Geschwindigkeit ein.

Unser Mac Pro hatte zwar Karten für Bluetooth 2.0 und WLAN nach 802.11n eingebaut, allerdings handelte es sich um ältere Modelle, die nicht mehr von neueren Systemen unterstützt werden. Daher bauten wir einen Mini-PCIe-Adapter und eine Karte mit dem Broadcom-Chipsatz BCM94360CD ein. Sie stammte aus einem iMac von 2014 (siehe S. 26) und brachte Bluetooth 4.0 sowie WLAN nach dem 802.11ac mit. Neben der höheren Bandbreite erlaubt die Karte auch Funktionen von Handoff und Continuity (siehe Mac & i Heft 1/2017, S. 90)

**Ohne Bootscreen klappt die Installation nicht, ein Umweg über das Terminal hilft.**

```

Terminal — bash — 80x24

/dev/disk18 (disk image):
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
0:      untitled +524.3 KB disk18

/dev/disk19 (disk image):
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
0:      untitled +6.3 MB disk19

/dev/disk20 (disk image):
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
0:      untitled +6.3 MB disk20

/dev/disk21 (disk image):
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
0:      untitled +524.3 KB disk21

/dev/disk22 (disk image):
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
0:      untitled +2.1 MB disk22

-bash-3.2# diskutil mount disk3s1
Volume EFI on disk3s1 mounted
-bash-3.2#

```

## Wenn es bei der Installation hakt

Testweise haben wir den Mac Pro mit einer SSD mit macOS Mojave ohne Wiederherstellungspartition bestückt. Das Upgrade auf Sequoia via OCLP ließ sich dann nicht starten, weil wir das Bootvolume nicht auswählen konnten. Als wir die OpenCore-Firmware auf einer leeren SSD installierten und außer der SSD und dem Bootstick nichts angeschlossen war, konnten wir nach mehreren Versuchen Sequoia direkt mit durchwachsenen Ergebnissen installieren: Der Mac bootete zwar in macOS 15, das WLAN ließ sich jedoch nicht einschalten, Bluetooth schon. Root-Patches brachten keine Lösung. Schlimmer war allerdings, dass wir uns nicht mehr mit Apple-Accounts auf dem Mac einloggen konnten.

Obwohl der Mac Pro mit der aktuellen Firmware NVMe-SSDs unterstützt und Mojave davon erfolgreich starten konnte, hatten wir mit zwei verschiedenen Modellen Probleme. So gelang uns auf einer älteren Samsung 970 Evo das Update nicht. Auf einer neueren WD SN770 Black funktionierte es, aber Starts und Arbeitsgeschwindigkeit waren nicht flotter als mit einem SATA-Modell.

## Kurzer Halt in Mojave

Die Aufrüstung verkraftete unser Mac Pro ohne Probleme. Von High Sierra aktualisierten wir auf macOS Mojave. Außerdem installierten wir den OpenCore Legacy Patcher (siehe S. 8) in Version 2.2.0, luden macOS 15.2 Sequoia herunter und begannen die Installation.

## Installation mit Hindernissen

Der Mac benötigte für die Installation einen USB-2.0-Hub sowie eine USB-Tastatur und -Maus. Unsere nachgerüstete PC-Karte erschwerte die Installation auf dem Mac Pro, denn diese zeigte keinen Bootscreen, mit dem man in das Bootmenü von OpenCore gelangt. Ein Workaround, den das Dortania-Team beschreibt, führte aber über die Recovery-Partition, die man beim Start mit Command + Raufruft. Hier konnten wir das Terminal über das Menü „Dienstprogramme“ aufrufen. Mit dem Befehl diskutil list listeten wir die installierten Laufwerke auf. Hier suchten wir die Partition mit der als „EFI EFI“ bezeichneten OpenCore-Installation.

Anschließend mounteten wir die mit diskutil mount disk3s1. Mit dem Befehl bless --mount /Volumes/EFI --setBoot --file /Volumes/EFI/System/Library/CoreServices/boot.efi legten wir die Partition als bevorzugtes Startvolume fest. Anschließend konnten wir den Mac Pro neu starten und die Installation konnte beginnen.

Während der Installation waren mehrere Neustarts nötig, bei denen der Mac Pro gelegentlich ins Stocken geriet und ein Verbotschild zeigte. In diesen Fällen mussten wir den Mac Pro mit dem Einschaltknopf ausschalten und neu starten, damit es weiterging.

## Neustart mit Sequoia

Nach etwa anderthalb Stunden boote der Mac Pro in Sequoia. Anders als bei der Installation funktionierten WLAN und Bluetooth, selbst ohne die Root-Patches von OCLP, die wir vorsichtshalber installierten. Auch

**Über Spoofing gibt sich der alte Mac Pro als neueres Modell aus, um Funktionen freizuschalten.**

die USB-Erweiterungskarte war direkt einsatzbereit.

Unsere Apple-IDs funktionierten nach erneuter Passwortweitergabe weiterhin und wir konnten Apps aus dem App Store laden, iMessages schreiben und mit einer externen Webcam unter FaceTime telefonieren. Anwendungen, die auf Metal basieren, wie der Stage Manager oder Apples Karten-App, funktionierten fehlerfrei. Allerdings streikten Continuity und Handoff, obwohl der Punkt in den Systemeinstellungen aktiviert war.

### Mehr Funktionen mit Spoofing

Um Handoff doch noch ans Laufen zu kriegen, kann der OCLP eine sogenannte Spoofing-Funktion ausführen. Dabei gibt sich der Mac Pro als ein anderes Modell aus. Wir wählten in den Einstellungen einen Mac Pro von 2019 (Modell 7.1), installierten die OpenCore-Firmware auf der SSD und starteten neu. Anschließend standen uns Handoff-Funktionen wie Universal Control zur Verfügung und wir konnten den Mac Pro mit Tastatur und Maus eines anderen Macs steuern.

Schwierigkeiten bereitete hingegen die Bildschirmsynchronisierung: So konnten wir ein MacBook Air M2 via AirPlay auf den Mac Pro erweitern oder spiegeln. Umgekehrt ließen sich vom Mac Pro aus aber keine anderen Geräte mit AirPlay beschicken. Auch das Feature Sidecar, bei dem ein iPad als externer kabelloser Monitor dient, klappte am Mac Pro nicht. Ebenso konnten wir die Integrationskamera eines iPhones nicht benutzen, das Gerät wurde nicht gefunden. In diesem Fall kann man sich aber mit Apps wie EpocCam behelfen.

### Alltagstauglichkeit

Im Betrieb lief Sequoia die meiste Zeit flott und auf den ersten Blick merkte man ihm sein Alter nicht an. Während macOS-Menüzugriffen stockte er aber vereinzelt für eine Sekunde. Bei einer Installation auf einer eigentlich schnelleren NVMe-SSD fühlte sich das System allerdings nicht flotter an. Unser Mac Pro wachte klaglos aus dem Ruhezustand auf. Wie schon bei der Installation streikte der Senior-Mac gelegentlich bei Neustarts und musste mit dem Einschaltknopf hochgefahren werden.

Generell lässt sich mit dem Mac Pro noch vieles machen, was auch an neueren Macs funktioniert. Surfen über Safari oder Officeanwendungen waren kein Problem. Wir konnten außerdem Logic, Final Cut und Pixelmator aus dem App Store laden und problemlos auf dem Oldie ausführen.

Der Rechner arbeitet bei neueren Profiprogrammen allerdings deutlich gemächlicher als ein neuerer Mac. Funktionen wie die neue magnetische Maske von Final Cut Pro (siehe Test auf S. 96) funktionierten auf dem Mac Pro, waren jedoch ziemlich langsam: Die Analyse eines 4K-Clips dauerte hier fast elfeinhalb Minuten, auf einem MacBook Air waren es nicht einmal zweieinhalb Minuten. Die M-



Chips können hier nicht nur auf schnellere Chips und mehr Kerne zurückgreifen, sondern profitieren von Neural Engines, Media Engines, schnellerer SSD und letztlich mehr Prozessorkernen, die höher getaktet sind. Man merkt also: 4K-Schnitt ist auf dem Mac Pro durchaus möglich, man muss aber wesentlich mehr Zeit einplanen und mit Proxies arbeiten.

Einen Pixelmator-Pro-Benchmark, bei dem ein Bild in drei Durchgängen mit mehreren Textebenen, Bildausschnitten und Effekten versehen wird, bevor es auf 15 Megapixel hochskaliert und entrauscht wird, erledigte der Mac Pro in knapp vier Minuten, begleitet von lautem Lüfterdröhnen. Ein lüfterloses MacBook Air M2 war in rund anderthalb Minuten damit fertig.

Die Leistungsaufnahme des alten Mac Pro fällt in jedem Fall negativ auf. Richtig sparsam waren die Xeons zwar nie, die alten Chips aus der Westmere-Generation waren aber besonders durstig: Schon im Ruhezustand genehmigt sich der Bolide 6 Watt. Und während unser Xeon fürs Nichtstun ohne Last beinahe 150 Watt zog, kann der Mac mini M4 Pro mit 73 Watt unter Vollast seine gesamte Power ausspielen.

Obwohl der alte Mac Pro nicht an Apple Silicon herankommt, ist er nicht völlig nutzlos. 4K-Displays steuert er auch mit einem High-DPI-Modus und schärferer Skalierung an. Für ältere Software ist er noch flink genug. Mit seiner Grafikkarte taugt er auch noch für das eine oder andere ältere 3D-Spiel. Wer gelegentlich noch eine DVD brennen oder einlesen will, kann dies über das eingebaute Laufwerk erledigen. Durch die Intel-Chips lässt sich außerdem noch ein Windows auf eine zweite SSD spielen. Unter Apple Silicon bleibt da nur die Virtualisierung.

### Klassiker als Hobby

Wer noch einen alten Mac Pro hat, muss diesen nicht unbedingt entsorgen. Dass der Rechner von 2010 trotz Upgrades nicht mit jüngeren Macs mithalten kann, ist klar: Moderne ARM-Chips hängen die Xeons in Benchmarks ab und benötigen dabei nur einen Bruchteil der Energie. Dass ein alter Mac Pro aber noch vergleichsweise gut mit dem aktuellen Sequoia klarkommt, ist ebenso beeindruckend wie die Arbeit der Community, die die Geräte lange am Leben hält und nach Upgrade-Möglichkeiten sucht. So viel Zuwendung würde man sich von Apple wünschen. Außerdem ist es reizvoll, neben dem neuen System zumindest gelegentlich Windows oder macOS Mojave von einer anderen SSD zu starten, um etwa alte 32-Bit-Apps und Spiele weiterzunutzen. Wer noch einen alten Mac Pro besitzt und auf spezielle Peripherie, etwa PCI-Karten, nicht verzichten mag, kann diese noch weiter verwenden. Obendrein lässt sich der Speicher schnell und vergleichsweise günstig tauschen, sodass der Rechner auch gut als Backup-Möglichkeit herhalten kann.

Allerdings muss man bei dem Mac Pro bei der OpenCore-Installation mehr beachten als bei jüngeren Rechnern, die gerade erst aus dem Support gefallen sind. Die für Macs aufwendige Installation zeigt, dass der alte Mac Pro seine Zeit als Hauptarbeitsrechner hinter sich hat. Schlimm ist das nicht; einen Oldtimer pflegt man ja schließlich auch mit Hingabe in der Freizeit. (hze)

# Linux auf alten Macs

Ältere Intel-Macs lassen sich offiziell nur mit einem veralteten macOS betreiben, das keine Sicherheitsupdates mehr bekommt. Mit einer Linux-Distribution wie Ubuntu können Sie Ihren Mac weiterhin produktiv nutzen und profitieren von einem modernen, sicheren sowie sehr anpassungsfähigen Betriebssystem.

Von Thomas Joos

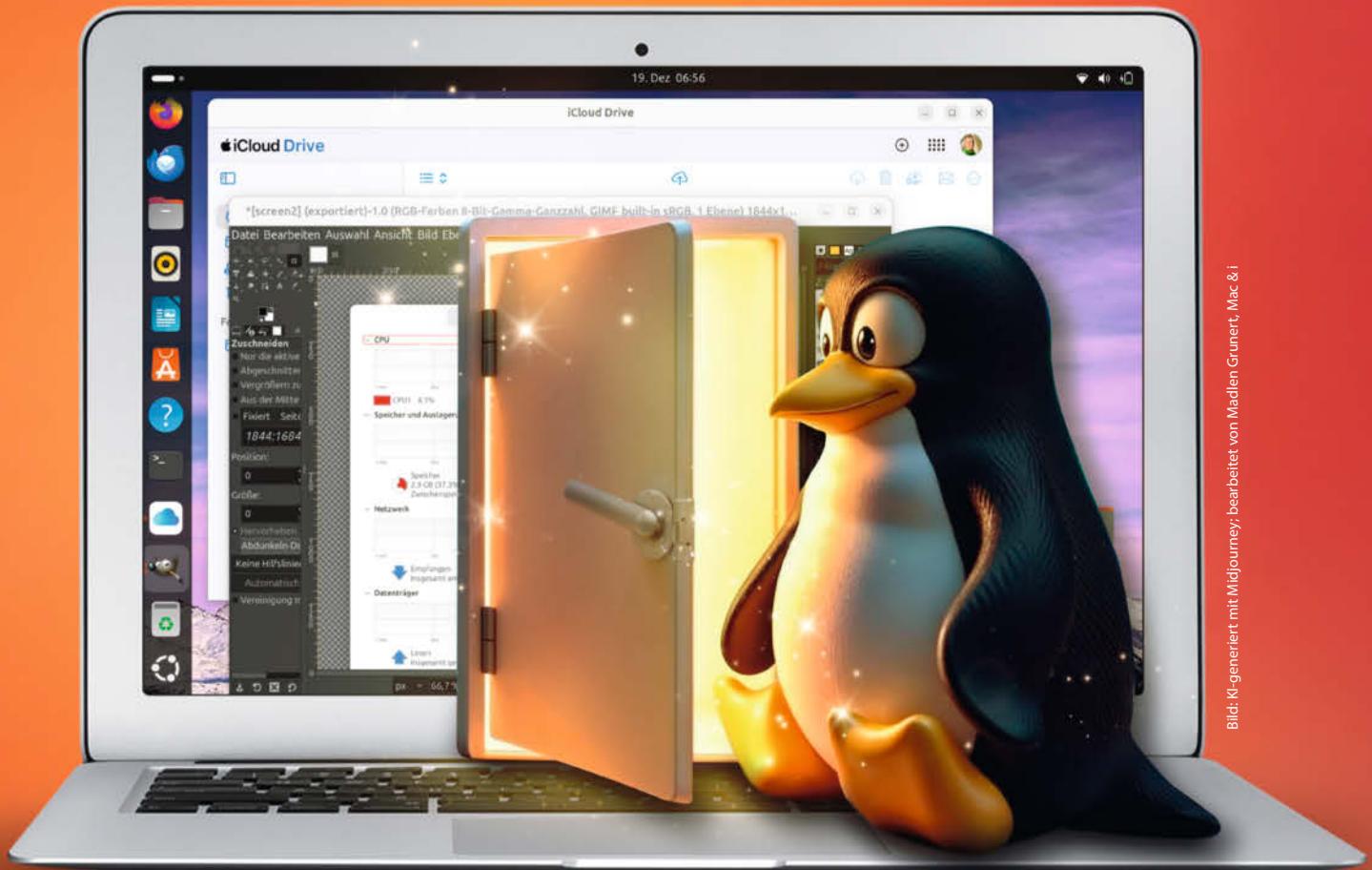


Bild: KI-generiert mit Midjourney; bearbeitet von Madlen Grunert, Mac & i

Während ein schwachbrüstiger Alt-Mac unter dem letzten verfügbaren macOS bereits ins Schwitzen kommt, verwandelt das genügsamere Linux ihn oft noch in ein ausreichend leistungsfähiges Arbeitsgerät. Damit können Sie wieder aktuelle Anwendungen oder moderne Technologien wie Container und Virtualisierung nutzen. Es gibt eine riesige Auswahl an teilweise vorinstallierten Programmen, von Office und Mail über Bildbearbeitung bis hin zu Entwicklungstools. Viele dieser Programme sind zudem open source, was nicht nur Kosten spart, sondern auch für mehr Sicherheit sorgen kann. Denn der öffentlich zugängliche Quellcode ermöglicht es, Schwachstellen schnell zu erkennen und zu beheben.

Auch Linux selbst bietet durch regelmäßige Updates und eine aktive Entwicklergemeinde ein hohes Maß an Sicherheit. Wir zeigen in diesem Beitrag die Installation und Einrichtung von Ubuntu, erwähnen aber auch andere Distributionen.

### Warum nicht Windows oder OpenCore Legacy Patcher?

Der Einsatz von Linux auf Mac-Hardware bietet im Vergleich zu **Windows mit Boot Camp** (siehe Mac & i Heft 3/2021, S. 24) erhebliche Vorteile. Während Microsoft die Windows-Unterstützung für ältere Intel-CPUs mehr und mehr einstellt, aber auch moderne Versionen wie Windows 11 höhere Anforderungen an TPM und UEFI setzen, bleibt auch ein aktuelles Linux durch seine ressourcenschonende Architektur langfristig kompatibel mit älterer Hardware. Zusätzlich bietet Linux oft auch eine bessere Treiberunterstützung für alte Peripherie, die bei Windows aufgrund nicht mehr gepflegter Treiber Probleme bereitet.

Über den **OpenCore Legacy Patcher** (OCLP, siehe Seite 8 und Mac & i Heft 6/2023, S. 36) bestünde auch die Möglichkeit, ein aktuelles macOS auf eigentlich nicht mehr unterstützten Macs zu installieren. Gerade bei sehr alten Macs von vor 2012 geht das jedoch mit Leistungseinbußen und eingeschränktem Hardware-Support einher. Außerdem muss vor macOS-Updates sicherstellen, dass sie mit OCLP kompatibel. Schließlich garantiert ein aktuelles macOS auf alter Hardware nicht, dass moderne Software noch vernünftig funktioniert. Das betrifft insbesondere Programme, die auf das Grafik-API Metal setzen. Wenn der alte Intel-Mac neue Aufgaben bekommen soll oder Sie nicht auf eine SSD umsteigen wollen, dürfte Linux hier die bessere Wahl sein. Es eignet sich etwa perfekt für kleine Home-server oder als sichere Umgebung für Onlinebanking.

### Was ist beim Umstieg auf Linux zu beachten?

Damit der Übergang möglichst reibungslos verläuft und Sie das neue System optimal nutzen können, müssen Sie einige Entscheidungen und Vorbereitungen treffen. Neben der Wahl der passenden Linux-Distribution und Desktop-Umgebung (zu beidem gleich mehr) sind auch die Sicherung und Übertragung Ihrer Daten sowie die Gewöhnung an ein neues Bedienkonzept wichtig.

Oft müssen Sie zudem Alternativen zu bekannten macOS- oder Windows-Anwendungen finden. Viele beliebte und kommerzielle Programme gibt es nicht nativ für Linux. Dies gilt etwa für Anwendungen aus den Bereichen Office, Bildbearbeitung oder Videoschnitt. Für Linux steht jedoch eine Vielzahl an leistungsstarken Open-Source-Alternativen zur Verfügung, wie LibreOffice für Dokumente, GIMP oder Krita für Bildbearbeitung sowie Kdenlive für Videoschnitt. Viele dieser Tools sind nicht nur kostenlos, sondern oft für mehrere Betriebssysteme verfügbar, was den Übergang erleichtert. Zudem hilft der gezielte Einsatz von Cross-Plattform-Tools wie Firefox oder OnlyOffice, den Umstieg reibungsloser zu gestalten.

## kurz & knapp

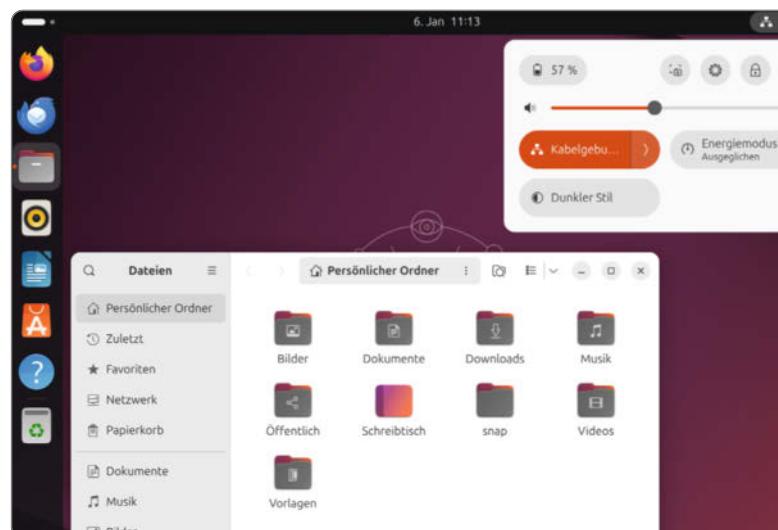
- Mit Linux können Sie ältere Mac-Hardware effizient und sicher weiter nutzen.
- Ubuntu ist eine benutzerfreundliche Linux-Distribution, die sich gut für den Einstieg eignet.
- Bei der Installation sind einige Vorbereitungen und Entscheidungen zu treffen, wie die Wahl der Desktop-Umgebung und die Partitionierung der Festplatte.

Bevor Sie Linux installieren, sollten Sie Ihre Daten umfassend sichern. Ein Time Machine Backup ist nützlich, falls Sie macOS wiederherstellen wollen. Da Linux diese Backups nicht lesen kann, benötigen Sie eine Sicherung auf einem weiteren Speichermedium, das Sie via Festplattendienstprogramm mit dem universellen Dateisystem ExFAT formatieren. Mit einem Backup-Tool wie dem kostenlosen SmartBackup, SuperDuper (32 Euro, einfaches Klonen ist kostenlos) oder Carbon Copy Cloner (49 Euro) kopieren Sie Ihre Daten auf das Laufwerk. Alle Links finden Sie im Webcode am Ende des Artikels. Diese Programme sind zuverlässiger als der macOS-Finder, der bei Kopierfehlern oft nicht mehr weiterarbeitet. Alternativ können Sie Ihre Daten auch in einem Cloudspeicher ablegen und diesen in Linux einbinden. Das geht auch mit dem iCloud Drive.

### Auswahl der richtigen Linux-Distribution

Während Apple von macOS im Prinzip nur eine standardisierte Version des Betriebssystems anbietet, gibt es von Linux verschiedene sogenannte Distributionen. Dies sind grob gesagt vorkonfigurierte Versionen des Linux-Betriebssystems, die von Communitys und Unternehmen bereitgestellt und mit eigener Software angereichert werden.

Bekannte Standard-Distributionen wie Ubuntu oder Linux Mint eignen sich mit der durchdachten grafischen Oberfläche und Ein-



Ubuntu setzt auf den Gnome-Desktop, der mit seinem oberen Panel, dem seitlichen Dock und einem zentralen Steuerbereich an macOS erinnert.

## Linux auf Apple Silicon

Für Macs mit Apple-Silicon-Chip (M1, M2) gibt es mit Fedora Asahi Remix die erste Linux-Distribution für ARM-basierte Apple-Geräte. Da sich die Installation und Konfiguration stark von der auf Intel-Macs unterscheidet und der Support für diese Hardware noch nicht vollständig ausgereift ist, gehen wir in diesem Artikel nicht näher darauf ein.

richtungsassistenten besonders für Einsteiger. Systeme wie Arch Linux und das darauf basierende Manjaro (siehe Mac & i Heft 6/2021, S. 128) setzen auf das Rolling-Release-Modell und spielen Updates einzelner Komponenten recht zeitnah aus, was zu Problemen führen kann. Ubuntu bietet durch seine festen Versionszyklen mehr Stabilität und ist für den langfristigen Einsatz oft die bessere Wahl. Zur hohen Benutzerfreundlichkeit kommt eine starke Community: Viele Linux-Anleitungen und Foren im Netz befassen sich mit Ubuntu.

Die meisten Linux-Distributionen können Sie übrigens live testen, ohne Ihre Daten auf dem Mac anrühren zu müssen.

### Welche Ubuntu-Version nehmen?

Ubuntu basiert eigentlich auf der Distribution Debian, die sich jedoch eher an erfahrene Nutzerinnen und Nutzer richtet. Ubuntu bietet aktuellere Softwareversionen und eine benutzerfreundlichere Oberfläche. Der Verzicht auf die strikte Open-Source-Politik von Debian sorgt dank kommerzieller Treiber für eine bessere Hardwareunterstützung. Von Ubuntu stehen zwei Desktop-Versionen zur Auswahl.

Das normale **Ubuntu** (derzeit Version 24.10) ist ideal für Anwender, die ein Betriebssystem für alltägliche Aufgaben suchen. Es eignet sich besonders, wenn Sie immer die neuesten Entwicklungen von Ubuntu und den aktuellen Linux-Kernel nutzen möchten. Sobald

nach neun Monaten eine neue Hauptversion von Ubuntu Desktop erscheint (die vorderste Zahl der Versionsnummer erhöht sich), bekommt sie keine Updates mehr. In diesem Fall können Sie aber einfach auf die neue Version umsteigen, so wie Sie etwa von macOS 14 auf macOS 15 aktualisieren.

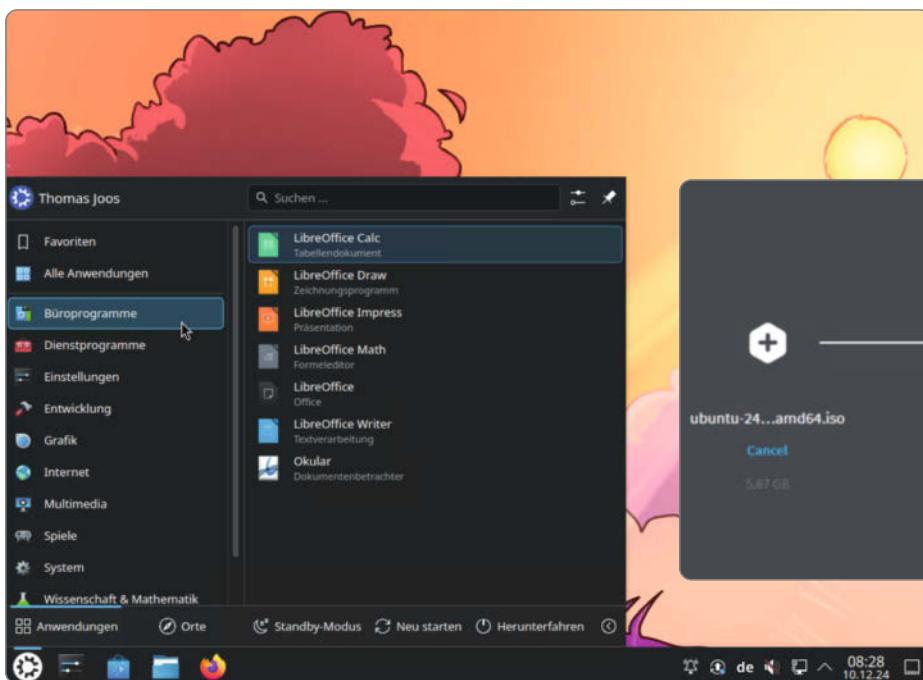
Wenn Stabilität und langfristiger Support im Vordergrund stehen, ist **Ubuntu LTS** (momentane Version 24.04.1) die bessere Wahl. LTS steht für Long Term Support. Anbieter Canonical bietet hier fünf Jahre lang Sicherheits- und Wartungsupdates – mit dem kostenpflichtigen Ubuntu Pro sogar bis zu zwölf Jahre. Diese Version eignet sich besonders für produktive Umgebungen, in denen Zuverlässigkeit und wenig Veränderungen oberste Priorität haben, zum Beispiel im Unternehmensumfeld oder auf Geräten, bei denen ständige Upgrades nicht erwünscht sind.

### Die Wahl der Desktopumgebung

Während es bei macOS nur eine einzige, kaum individualisierbare Bedienoberfläche gibt, darf man bei Linux zwischen verschiedenen Desktopumgebungen auswählen. Zwar werden die meisten Distributionen mit einer bevorzugten Oberfläche ausgeliefert, doch Sie können jederzeit wechseln und müssen sich nicht einmalig festlegen.

Das bei Ubuntu verwendete **Gnome** ist für moderne Hardware optimiert und bietet umfangreiche grafische Effekte. Der Fokus liegt auf einer minimalistischen, aufgeräumten Oberfläche und intuitiver Bedienung. Es hat wie macOS ein Dock sowie eine obere Funktionsleiste (Top Bar oder Panel), die etwa Datum und Uhrzeit anzeigt und Zugang zu einem Kontrollzentrum bietet. Gnome lässt sich nicht so flexibel anpassen wie andere Desktops und verfolgt damit eine ähnliche Philosophie wie Apple. Auf Macs von 2015 und neuer (Intel Core-CPU ab der sechsten Generation) mit mindestens 8 GByte RAM läuft Gnome 3 flüssig.

**KDE Plasma** hingegen bietet eine hochgradig anpassbare Bedienoberfläche, die mit der Taskleiste an Windows erinnert, sich aber ähnlich wie macOS konfigurieren lässt. Im Vergleich zu Gnome



**KDE Plasma** orientiert sich zunächst an Windows, bietet aber flexible Gestaltungsmöglichkeiten der Bedienoberfläche.



Mit dem Tool **balenaEtcher** erstellen Sie unkompliziert einen Linux-Installationsstick.

ist KDE weniger ressourcenintensiv und läuft daher auf älteren, leistungsschwächeren Geräten oft flüssiger. Mit Kubuntu gibt es ein Ubuntu-Derivat, das direkt KDE Plasma statt Gnome verwendet.

Nochmals schlanker und genügsamer ist die Desktopumgebung **Xfce**, die sich für wirklich alte Geräte ohne SSD eignet. Mit Xubuntu steht ebenfalls ein vorkonfiguriertes Ubuntu zur Verfügung. Daneben gibt es mit **Cinnamon** eine vom Linux-Mint-Team entwickelte Bedienoberfläche mit moderner Optik. Die Abspaltung von Gnome ähnelt dabei eher Windows und ist in Ubuntu Cinnamon enthalten. Zudem gibt sich Cinnamon deutlich anpassbarer und etwas ressourcenschonender als Gnome. Das gilt auch für das leichtgewichtigere **MATE** (Ubuntu MATE), welches das Konzept vom alten Gnome 2 fortführt und nicht so modern wirkt.

Widerstehen Sie der Versuchung, Linux optisch und funktional in eine möglichst nahe macOS-Imitation zu verwandeln. Ein Linux, das exakt aussieht wie macOS, unterscheidet sich dennoch von der Struktur und Bedienung. Das führt manchmal zu Frustration, weil man durch den gewohnten Anblick in alte Verhaltensmuster zurück-

fällt. Besser ist es, sich an die Bedienung von Linux zu gewöhnen und die Vorteile des Systems zu nutzen.

Der Umstieg erfordert etwas Geduld. Da macOS aber ebenfalls ein Unix-System ist, dürfen Ihnen mit der Zeit einige Parallelen auffallen. Mit einer guten Vorbereitung und der Bereitschaft, Neues zu lernen, wird Ihr alter Mac mit Linux zu einem leistungsfähigen und modernen System.

## Ubuntu auf einem Mac installieren

Wenn Sie die Installation auf einem MacBook durchführen möchten, stellen Sie sicher, dass das Gerät an eine Stromquelle angeschlossen ist. Geht der Strom während der Installation zur Neige, erhalten Sie ein unbrauchbares System. Zudem benötigen Sie einen USB-Stick mit mindestens 8 GByte Speicherkapazität, der auch an Ihren Mac passt. Verwenden Sie gegebenenfalls einen USB-Hub.

Um einen USB-Stick für die Installation zu erstellen, benötigen Sie die ISO-Datei der gewünschten Version, wie in unserem Beispiel

## Dual-Boot vorbereiten

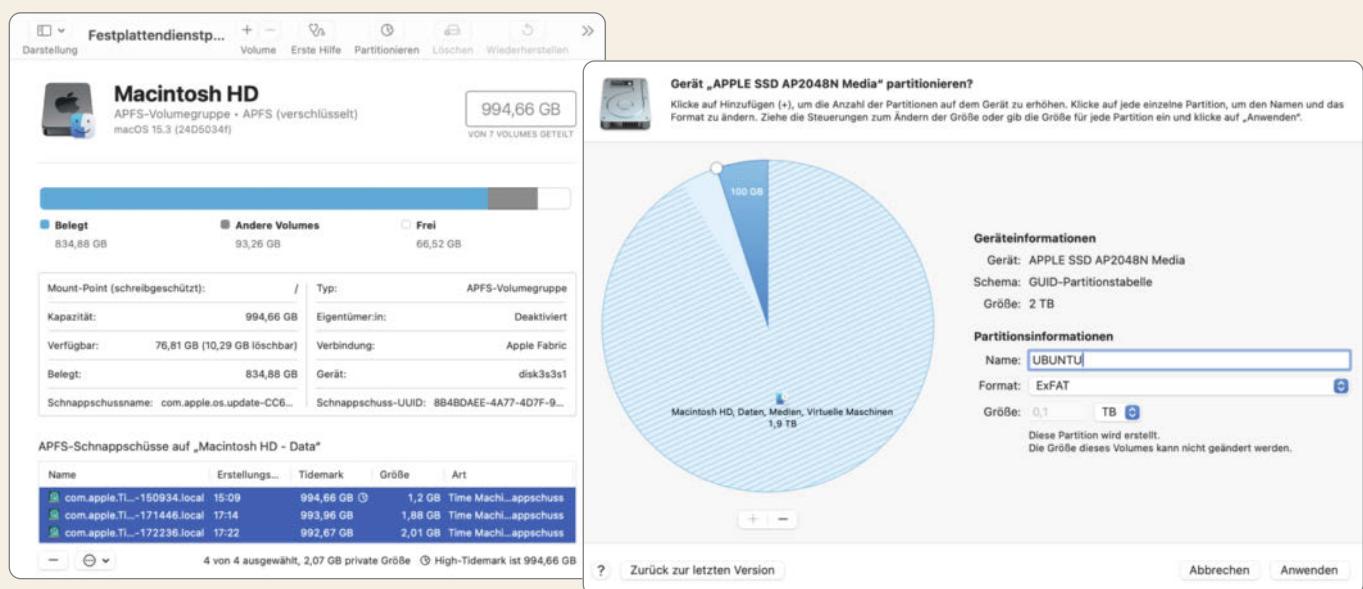
Ein Dual-Boot-System ermöglicht die Verwendung von macOS und Linux auf demselben Mac, sodass Sie je nach Bedarf zwischen den Betriebssystemen wechseln können. Da dieses Thema einen ganzen Artikel füllen kann, beschreiben wir die Möglichkeiten nur am Rande. Dual-Boot ist vorrangig erfahrenen Benutzern zu empfehlen, die ihr System bei Problemen wieder zum Laufen bringen können.

Zunächst müssen Sie in macOS Speicherplatz freischauen, um eine Partition für Linux hinzufügen zu können. Leeren Sie den Papierkorb und löschen gegebenenfalls fette Downloads sowie nicht mehr benötigte Apps. Schalten Sie dann die automatischen Time-Machine-Backups über die Systemeinstellungen vorübergehend aus. Apples Backup-Tool füllt nämlich den freien Speicher vom Systemlaufwerk mit lokalen Snapshots, die unter Umständen das Partitionieren verhindern.

Die Schnappschüsse werden jedoch nicht sofort gelöscht und belegen viel Platz, auch wenn der Finder das nicht überall anzeigt.

Öffnen Sie deshalb das Festplattendienstprogramm von macOS und wählen Ihr Systemvolume (meist „Volumes von Macintosh HD“ oder „Macintosh HD - Data“) aus. Lassen Sie sich mit dem Menübefehl „Darstellung > APFS-Schnappschüsse einblenden“ die Liste der Snapshots unterhalb der Volume-Infos anzeigen. Wählen Sie alle Einträge aus und drücken auf den Minus-Button.

Klicken Sie nach dem Löschen der Snapshots auf „Partitionieren“ in der Symbolleiste. Der große blaue Kreisabschnitt symbolisiert die APFS-Volumengruppe des Systems. Die Schraffur kennzeichnet dabei belegten Speicher, durchgehendes Blau steht für eine Partitionierung zur Verfügung. Klicken Sie auf das Plus-Symbol und dann auf „Partition hinzufügen“ (nicht „Volume hinzufügen“). Geben Sie der Partition eine Größe von mindestens 30 GByte (0.03TB) und merken sich den Wert. Wählen Sie erst dann das Format „ExFAT“ aus, sonst können Sie die Größe nicht anpassen. Mit „Anwenden“ fügt macOS die Partition hinzu.



Durch Löschen der APFS-Snapshots schafft man Platz fürs Partitionieren.

Wollen Sie ein Dual-Boot-System einrichten, müssen Sie zuvor eine neue Partition in macOS einrichten.



**Beim Testen und Installieren von Live-Ubuntu benötigen Sie unter Umständen eine kabelgebundene Netzwerkverbindung.**

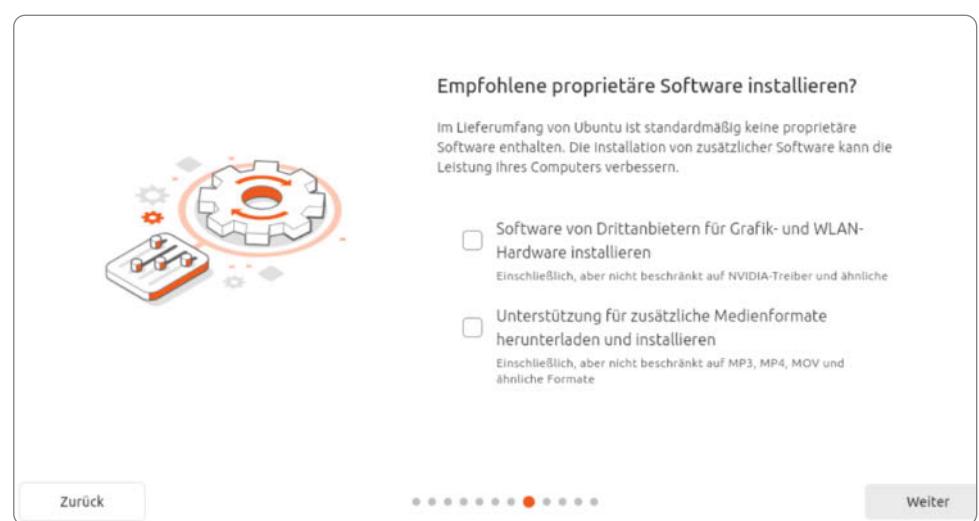
und halten dabei Command + R gedrückt, um den Wiederherstellungsmodus zu aktivieren. Führen Sie den Menübefehl „Dienstprogramme > Startsicherheitsdienstprogramm“ aus und authentifizieren sich mit einem Admin-Account von macOS. Stellen Sie „Sicheres Starten“ auf „Ohne Sicherheit“ um sowie „Erlaubte Boot-Medien“ auf „Starten von externen oder Wechselmedien erlauben“.

Weil in Ubuntu unter Umständen Treiber für MacBook-Tastaturen, Bluetooth-Keyboards, Trackpad und die Magic Maus fehlen, benötigen Sie übergangsweise eine per USB angebundene Tastatur und Maus. Das Magic Keyboard und Trackpad mit Lightning-Anschluss eignen sich ebenfalls.

Schließen Sie den USB-Stick an den Mac an und starten ihn neu. Halten Sie dabei die Optionstaste (Alt auf älteren Tastaturen) so lange gedrückt, bis die Auswahl des Startvolumes erscheint. Wählen Sie „EFI Boot“ (bei T2-Ubuntu das dritte EFI-Volume) aus und bestätigen dies mit Return oder Klick auf den Pfeil. Ubuntu zeigt nun ein eigenes Bootmenü. Bestätigen Sie dort „Try or Install Ubuntu“ mit Return. Dabei startet die Live-Version von Ubuntu direkt vom Stick.

Bei T2-Ubuntu erscheint lediglich ein blander Desktop und es ist ein Zwischenschritt nötig, bei anderen Macs können Sie diesen Absatz überspringen. Klicken Sie zunächst unten links auf das Ubuntu-Icon und dann auf „Terminal“. Geben Sie dort get-apple-firmware ein (das Minus-Zeichen befindet sich zu diesem Zeitpunkt auf der Taste ⌘), damit Bluetooth und WLAN funktionieren. Probieren Sie die drei Optionen der Reihe nach aus. Starten Sie nun per Doppelklick auf „Install“ den Installationsassistenten.

Im Willkommensdialog schalten Sie Ubuntu bei „Choose your language“ auf Deutsch um und bestätigen dies mit „Weiter“. Auf der nächsten Seite können Sie einige Einstellungen zur Barrierefreiheit vornehmen oder direkt auf „Weiter“ klicken. Im nächsten Schritt wählen Sie die Tastaturbelegung aus. Wenn Sie weiterhin Ihre Mac-Tastatur oder die Tastatur des MacBooks verwenden, sollten Sie an dieser Stelle „Deutsch - Deutsch (Macintosh)“ als Tastaturvariante



Ubuntu 24.10. Laden Sie diese von [ubuntu.com/download/desktop](http://ubuntu.com/download/desktop) herunter. Um das ISO-Image auf den Stick zu schreiben, benötigen Sie das Tool balenaEtcher. Nach dem Download öffnen Sie die DMG-Datei und ziehen die Anwendung in den Ordner „Programme“ von macOS.

Für Macs mit T2-Sicherheits-Chip (MacBooks von 2018 bis 2020, Mac Pro 2019 und Mac mini 2018) empfiehlt sich das um einige Treiber erweiterte T2-Ubuntu. Die Installation ist aber deutlich aufwendiger, und Sie müssen dazu mehrfach zum Terminal greifen. Falls Sie sich das wirklich zutrauen, laden Sie zunächst das Shell-Script „iso.sh“ herunter. Geben Sie dann im Terminal folgende drei Zeilen ein, um das Script auszuführen:

```
cd ~/Downloads chmod +x iso.sh ./iso.sh
```

Nun können Sie zwischen Ubuntu, Kubuntu und Ubuntu Unity sowie der aktuellen oder der LTS-Version wählen. Das Skript lädt die passende ISO-Datei herunter.

Verbinden Sie den USB-Stick mit dem Mac und starten balenaEtcher. Klicken Sie auf „Flash from file“ und machen dem Tool die heruntergeladene ISO-Datei bekannt. Wählen Sie über „Select“ den USB-Stick aus, den Sie für die Installation verwenden möchten. Beachten Sie, dass dieser komplett überschrieben wird. Mit „Flash“ erstellt Etcher nach Eingabe des Admin-Kennworts schließlich den USB-Stick. Wenn macOS nach Zugriff auf Wechselmedien fragt, müssen Sie das bestätigen. Der Vorgang kann bis zu einer halben Stunde dauern, die verbleibende Zeit steht hinter „ETA“ unter dem Fortschrittsbalken.

Möchten Sie Ubuntu parallel zu macOS nutzen und im Wechsel starten, müssen Sie das System wie im Kasten „Dual-Boot vorbereiten“ beschrieben mit dem Festplatten-dienstprogramm vorbereiten.

## Ubuntu vom USB-Stick starten

Bei Intel-Macs mit T2-Sicherheits-Chip müssen Sie zunächst den Schutz für externes Booten deaktivieren, bevor Sie Ubuntu installieren können. Starten Sie dafür Ihren Mac neu

**Ubuntu kann populäre, aber nicht direkt von Linux unterstützte Medienformate und weitere Treiber aus dem Netz laden und automatisch installieren.**

auswählen. Im grauen Feld können Sie das gewählte Tastenlayout ausprobieren (siehe auch Abschnitt „Tastenkombinationen in Linux“). Auf der Folgeseite richten Sie die Internetverbindung ein. Diese ist generell nützlich, damit Ubuntu direkt weitere Dienste, Programme, Treiber sowie Updates installieren kann. Möchten Sie WLAN nutzen und Sie sehen lediglich eine ausgegraute Option „Keine WLAN-Geräte erkannt“, findet Ubuntu das WLAN-Modul des Macs zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

Als Zwischenlösung bieten sich ein USB-Hub oder ein Dock mit einem LAN-Anschluss an. Auch ein zweiter Mac kann helfen, indem Sie beide Geräte per Thunderbolt-Kabel verbinden und die Internetfreigabe in den Systemeinstellungen aktivieren. Im Live-Ubuntu müssen Sie dann oben rechts auf die kleinen Symbole klicken und über das Zahnrad „Settings“ öffnen. Klicken Sie unter „Network“ auf das Zahnrad neben „Wired connection“ und setzen im Reiter „IPv4“ die Option „IPv4 Method“ auf „Automatic (DHCP)“.

Sofern Sie Ubuntu nur ausprobieren möchten, wählen bei „Was möchten Sie mit Ubuntu machen?“ die Option „Ubuntu ausprobieren“. Ihr Mac bleibt dabei unberührt und Änderungen in Ubuntu selbst werden nicht gespeichert.

## Ubuntu installieren

Wenn Sie „Ubuntu installieren“ wählen, setzen Sie mit der Option „Interaktive Installation“ fort. Wählen Sie danach „Vollständige Installation“ aus, um alle mitgelieferten Programme wie Mozilla Firefox, Thunderbird, LibreOffice gleich mit zu installieren. Die „Standard-Installation“ hingegen bietet eine minimalistische Konfiguration mit den wichtigsten Komponenten wie Webbrowser und grundlegenden Systemtools. Diese Variante eignet sich besonders für Systeme mit begrenztem Speicherplatz oder wenn Sie das Betriebssystem individuell anpassen möchten. Fehlende Programme können Sie dann nachinstallieren.

Die nächste Seite zur „Proprietären Software“ bietet zwei Optionen, die Sie aktivieren sollten. Mit „Software von Drittanbietern für Grafik- und WLAN-Hardware installieren“ lädt Ubuntu einige Treiber nach, die nicht als Open Source angeboten werden. „Unterstützung für zusätzliche Medienformate herunterladen und installieren“ fügt Softwarepakete hinzu, die für die Wiedergabe von Medienformaten wie MP3, H.264 oder MPEG-4 erforderlich sind.

## Datenträger formatieren

Nach der Auswahl der Installationsoptionen geht es an die Partitionierung und Formatierung der Festplatte oder SSD. In der Regel reicht es, den Assistenten mit der Option „Festplatten löschen und Ubuntu installieren“ durchzuklicken. Ubuntu richtet das Laufwerk dann frisch mit den benötigten Partitionen ein. Standardmäßig legt der Assistent dabei eine Boot-Partition sowie eine Partition für System und Daten mit dem Dateisystem Ext4 an.

Haben Sie den Mac wie im Kasten „Dual-Boot vorbereiten“ beschrieben vorbereitet, wählen Sie „Manuelle Installation“ oder bei T2-Ubuntu „Etwas anderes“. Es erscheint eine Liste mit allen verfügbaren Laufwerken und Partitionen. Wählen Sie das Volume mit dem Dateisystem „exfat“ und der von Ihnen vergebenen Größe aus. Klicken Sie auf den Minus-Button, sodass die Partition zu „Freier Speicherplatz“ wird. Über die Plus-Schaltfläche fügen Sie nun eine Partition im Ext4-Format hinzu und wählen dabei als „Einhängepunkt“ den Pfad „/“ aus. Dies definiert die Systempartition von Ubuntu.

Zum Abschluss der Installation legen Sie Benutzername, Computername und das Passwort für die Anmeldung fest. Nach Auswahl der Zeitzone können Sie die Installation schließlich anstoßen.

Anschließend starten Sie den Mac über die Symbole oben rechts neu und halten dabei die Optionstaste gedrückt und wählen Ubuntu als zu startendes System aus.

Sollte die Installation mit der Fehlermeldung abbrechen, die besagt, dass der Boot-Manager Grub nicht installiert werden konnte, können Sie alternativ den Boot Manager rEFInd installieren. Bei uns gelang das jedoch nur auf dem ausführlich dokumentierten manuellen Weg. Beachten Sie den Hinweis zum Deaktivieren der System Integrity Protection.

## Tastenkombinationen in Linux

In der Tabelle unten finden Sie die wichtigsten Tastenkombinationen. Die in Linux „Super“ genannte Taste trägt auf PC-Tastaturen in der Regel das Windows-Logo und ist auf Apple-Tastaturen identisch mit der Command-Taste. Die Alt-Taste entspricht auf aktuellen Apple-Keyboards der Option-Taste. Linux unterscheidet hier wie Windows zwischen der linken und rechten Alt-Taste. Letztere ist auf PC-Tastaturen mit AltGr beschriftet. Die linke Alt-Taste wird für Tastenkombinationen verwendet, die rechte (AltGr) für Sonderzeichen wie €.

## Erste Schritte mit Ubuntu

Öffnen Sie nach dem ersten Start über das Ubuntu-Icon „Anwendungen anzeigen“ unten links das „Startmenü“ von Ubuntu, klicken dort auf „Aktualisierungsverwaltung“. Darüber sucht Ubuntu nach Programm- und Systemupdates, die Sie direkt installieren sollten.

Die Einstellungen des Betriebssystems erreichen Sie am schnellsten mit Klick auf die Symbole rechts (Statusmenü) in der oberen Leiste, gefolgt von einem Klick auf das Zahnrad. Hier finden Sie die

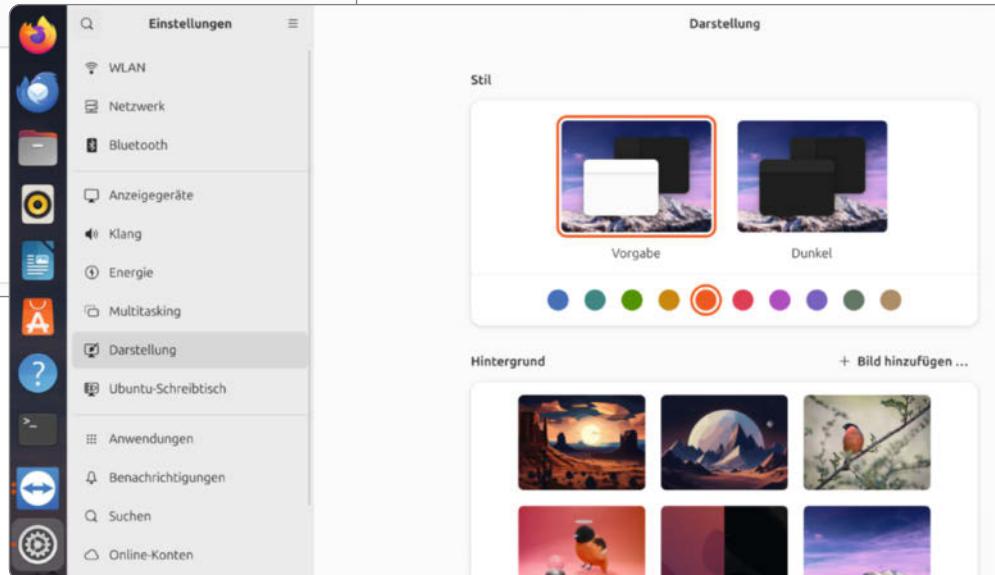
## Tastenkombinationen in Linux

Tastenkombination	Funktion
Super-Taste	Öffnet die Übersicht der offenen Fenster (ähnliche Mission Control) mitsamt globaler Suche (ähnlich Spotlight)
Super + A	Öffnet das Anwendungsmenü
Super + D	Blendet alle Fenster aus und zeigt den Desktop
Super + L	Sperrt den Bildschirm
Super + Tab	Wechselt zwischen geöffneten Anwendungen
Super + Pfeil nach oben	Maximiert das aktuelle Fenster
Super + Pfeil nach unten	Stellt die ursprüngliche Fenstergröße wieder her
Alt + Tab	Wechselt zwischen den zuletzt genutzten Fenstern
Ctrl + Alt + T	Öffnet das Terminal-Fenster
Alt + F2	Öffnet die Befehlausführung (zum Starten von Programmen)
Ctrl + D	Beendet eine Shell-Sitzung im Terminal
Ctrl + Alt + Pfeil links / rechts	Wechselt zwischen virtuellen Arbeitsflächen (Workspaces)
Ctrl + Q	Beendet das aktuelle Programm
Ctrl + W	Schließt den aktuellen Tab oder das aktive Fenster
PrtSc	Erfasst einen Screenshot des gesamten Bildschirms
Shift + PrtSc	Erfasst einen Screenshot eines ausgewählten Bereichs
Ctrl + Shift + PrtSc	Erfasst einen Screenshot des aktuellen Fensters
Ctrl + Z	Macht die letzte Aktion rückgängig
Ctrl + Y	Stellt eine rückgängig gemachte Aktion wieder her
AltGr + E	€
AltGr + Q / AltGr + L	@ (PC-Layout / Mac-Layout)
AltGr + ß / AltGr + Shift + 7	\ (PC-Layout / Mac-Layout)



**Beim ersten Start von Ubuntu sollten Sie zunächst alle Updates einspielen.**

**Wie bei macOS gibt es in Ubuntu ein zentrales Programm für die Systemeinstellungen.**



wichtigsten Einstellungen wie Bildschirmauflösung, Netzwerkeinstellungen, Sound, Energieoptionen, Benachrichtigungen und Tastaturbelegung. Für weitere Einstellungen müssen Sie „GNOME-Optimierung“ installieren.

### iCloud, Office & Co. installieren

Das „Anwendungszentrum“ von Ubuntu ist mit dem Mac App Store vergleichbar. Sie erreichen es beispielsweise über die globale Suche, die Sie mit der Super-Taste öffnen. Geben Sie oben im Suchfeld des Zentrums die gewünschte Anwendung ein, zum Beispiel „LibreOffice“, falls Sie Ubuntu nicht komplett installiert haben und Ihnen noch ein Officeprogramm fehlt. Über die Kategorien in der linken Seitenleiste finden Sie schnell und einfach beliebte Linux-Anwendungen.

Wünschen Sie Zugriff auf iCloud-Apps wie iCloud Drive, Erinnerungen, Pages und Numbers, installieren Sie das Paket „iCloud“. Es handelt sich hierbei um die Webversionen der Apps mit leicht ein-

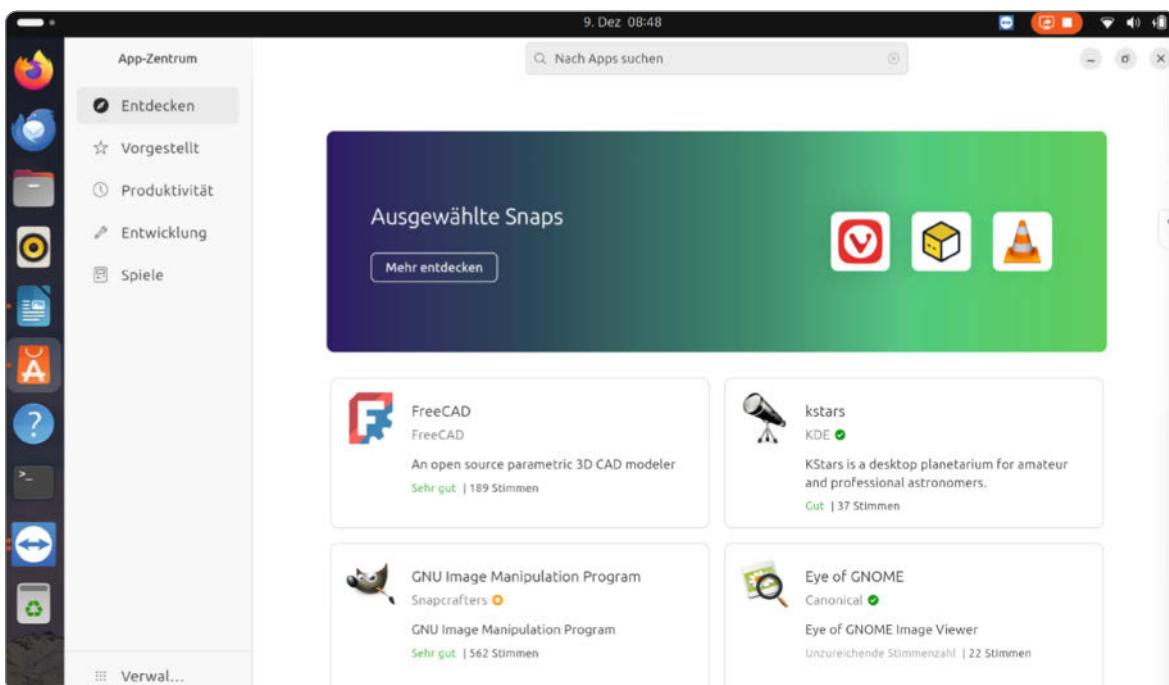
geschränktem Funktionsumfang. Damit Sie diese nutzen können, müssen Sie auf einem Apple-Gerät die Option „Über das Web auf iCloud-Daten zugreifen“ in den iCloud-Einstellungen einschalten. Falls Sie den erweiterten Datenschutz (Ende-zu-Ende-Verschlüsselungen) aktiviert haben, benötigen Sie für die Entschlüsselung ebenfalls ein zweites, mit dem Account verbundenes Apple-Gerät.

Möchten Sie Apps dauerhaft im linksseitigen Dock anheften, öffnen Sie das Kontextmenü und wählen „Pin to dock“.

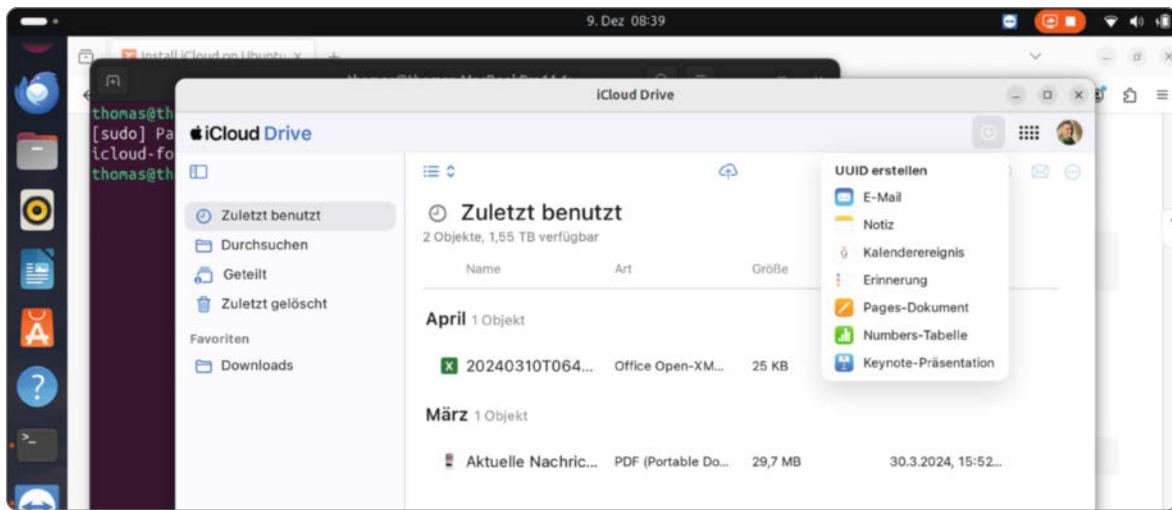
Wenn Sie eine Anwendung im Application Center nicht auf Anhieb finden, schalten Sie die Option „Filtern nach“ von „Snap-Pakete“ auf „Debian-Pakete“ um. Zudem können Sie immer auch das Terminal verwenden:

```
sudo apt install <Programm-Bezeichnung>
```

Die Bezeichnung entspricht nicht immer dem Programmnamen. Wir haben den korrekten Namen im Artikel in Klammern gesetzt. In anderen Fällen hilft eine Internetrecherche oder apt search.



Über das Anwendungszentrum installieren Sie Software in Ubuntu.



iCloud können Sie direkt aus dem Snap-Store in Ubuntu einbinden, allerdings nicht so eng wie in macOS.

## Umgang mit Ordnern und Dateien

Über das Programm „Dateien“ in Ubuntu finden Sie das Pendant zum Finder von macOS. Damit greifen Sie auf Ordner und Laufwerke des Rechners zu. Drag & Drop und das Kontextmenü funktionieren ähnlich wie bei macOS und Windows. Die Dateien und Ordner Ihres Benutzeraccounts erreichen Sie über das Icon „Persönlicher Ordner“ in der Seitenleiste der Dateiverwaltung sowie auf dem Desktop.

## Die Ordnerstruktur von Ubuntu

An der Verzeichnisstruktur erkennen Sie die Unix-Verwandtschaft von macOS und Linux. Ausgangspunkt dieser Struktur ist das Wurzel- oder Root-Verzeichnis /, Laufwerksbuchstaben gibt es nicht. Persönliche Daten und Benutzerkonfigurationen befinden sich in /home. Wie bei /Users unter macOS gibt es für jeden Benutzer einen eigenen Unterordner. Konfigurationsdateien, die sowohl das System als auch die installierten Anwendungen betreffen, liegen in /etc. Variable Daten wie Logdateien oder temporäre Datenbanken landen in /var, während Anwendungen und deren Bibliotheken, die nicht unmittelbar zum Starten des Systems benötigt werden, im Verzeichnis /usr organisiert sind. Verwechseln Sie diesen Ordner aber nicht mit dem Ordner /Users von macOS.

Grundlegende ausführbare Anwendungen befinden sich in /bin und Systemprogramme für administrative Aufgaben hauptsächlich

in /sbin. Die für die Programme benötigten Bibliotheken befinden sich in /lib. In /boot liegen alle für den Bootvorgang wichtigen Dateien, wie der Kernel und Konfigurationsdateien des Bootloaders.

## Datensicherung mit Linux

Für Backups stehen zahlreiche Open-Source-Programme zur Verfügung. Besonders hervorzuheben ist Deja Dup (deja-dup), ein benutzerfreundliches Tool, das inkrementelle Backups erstellt und eine einfache Wiederherstellung bietet. Es unterstützt lokale Speicher, Netzwerkserver sowie Google Drive und OneDrive als Ziel – nicht jedoch iCloud Drive. Bei der Komplettinstallation von Ubuntu ist Deja Dup bereits installiert, sie finden es unter dem Namen „Datensicherungen“. Als Alternative bietet sich Back In Time (backintime-qt) an, das etwas an Time Machine erinnert.

## Ausblick

Mit Linux auf einem älteren Mac haben Sie eine zukunftssichere Möglichkeit, Ihre Hardware weiterhin effizient und sicher zu nutzen. Sobald Sie sich etwas eingearbeitet haben, macht die Arbeit schnell Spaß. Hilfen und Informationen zu Linux finden Sie zum Beispiel auf der Linux-Themen-Seite von heise.de sowie im Sonderheft c't Linux-Guide 2024. Speziell für Ubuntu bietet die Website ubuntuusers.de zahlreiche deutschsprachige Hilfestellungen und ein Forum. (wre)

**Ubuntu bringt das Datensicherungsprogramm Deja Dup gleich mit.**

Mit der Dateien-App verwalten Sie Ihre Dateien unter Linux wie mit dem Finder unter macOS.

# iMac als Monitor

Mit etwas Werkzeug und einer Adapterplatine lässt sich ein alter iMac in einen externen Bildschirm verwandeln, der mit einem teuren 5K-Display mithalten kann. Wir zeigen, wie der Umbau funktioniert.

Von Holger Zelder



**A**pples Studio Display besticht mit seiner hohen Auflösung, war jedoch nie günstig: Seit der Vorstellung 2022 verkauft der Hersteller es ab 1749 Euro. Inzwischen gibt es zwar auch ein paar hochauflösende 27-Zoll-Displays von anderen Herstellern wie Samsungs ViewFinity S9 oder das Asus ProArt Display 5K PA27JCV, die aber immer noch ziemlich teuer sind.

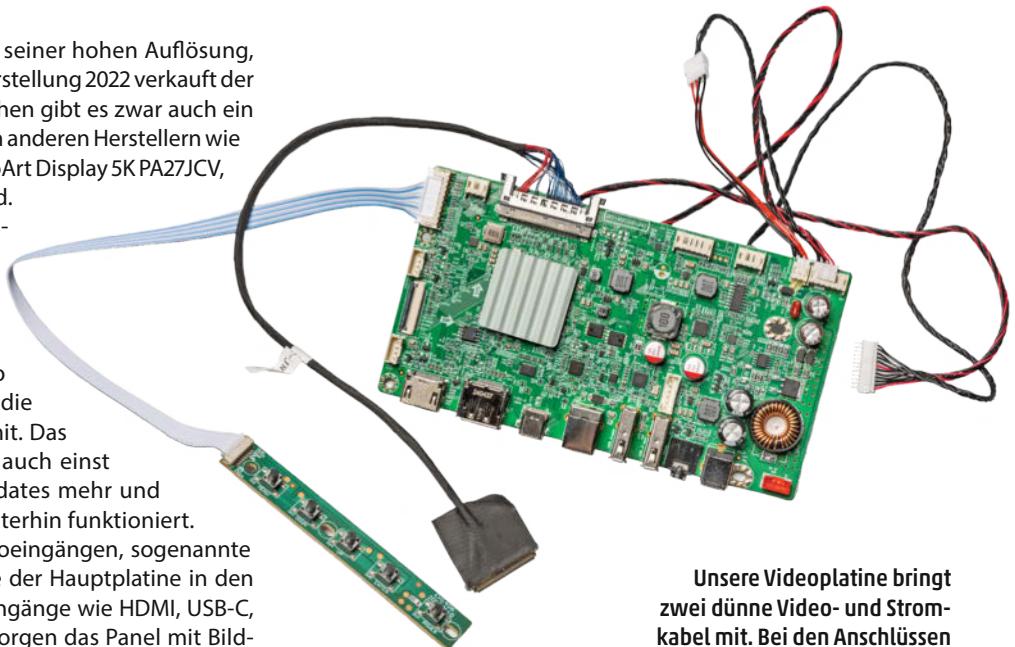
Wer noch einen alten iMac herumstehen hat, fragt sich vielleicht, ob man diesen nicht als Monitor verwenden kann. Die Idee liegt nahe, denn das Panel ist – abgesehen von der Helligkeit – weitgehend mit dem des Studio Displays identisch. Allerdings brachten die Retina-iMacs nie einen Videoeingang mit. Das ist schade, denn irgendwann erhalten auch einst schnelle Macs keine neuen macOS-Updates mehr und veralten, während das Display noch weiterhin funktioniert.

Es gibt aber kleine Platinen mit Videoeingängen, sogenannte LCD Driver Boards, welche man anstelle der Hauptplatine in den iMac einsetzen kann. Sie haben Videoeingänge wie HDMI, USB-C, Thunderbolt oder DisplayPort und versorgen das Panel mit Bildsignalen und Strom, sodass der iMac wie ein externer Bildschirm funktioniert.

## Adapterplatine für Videosignale

Solche Platinen findet man bei Verkaufsplattformen wie eBay oder AliExpress, wenn man nach „5K LCD Driver Board“, „iMac 5K Video Controller“ oder „Display Converter Board“ sucht. Ein Board kostet zwischen 120 und 200 Euro. Für die Bestellung benötigt man die Typennummer des iMac-Displays, die man auf einem kleinen Aufkleber auf der Rückseite des Panels findet. Der Preis für so eine Platine hängt von ihrer Ausstattung ab: Boards mit 5K-Auflösung kosten mehr als andere. Auch die Bestückung mit Signaleingängen schlägt sich im Preis nieder. Außerdem gibt es die Platinen von verschiedenen Händlern und Herstellern. Sie unterscheiden sich mittlerweile ein wenig in den Abmessungen und im Platinen-Layout.

Solche Platinen gibt es übrigens auch für die 21,5-Zoll-iMacs mit 4K und für ältere iMacs ohne Retina-Auflösung. Wir haben für diesen Umbau einen ausgemusterten 5K-iMac von 2014 aus unse-



Unsere Videoplatine bringt zwei dünne Video- und Stromkabel mit. Bei den Anschlüssen bietet sie HDMI, DisplayPort und Thunderbolt (USB-C).

rer Redaktion auserkoren, dessen Display noch einwandfrei funktioniert.

Unser LCD Driver Board kostet 121 Euro. Auf dieses sind bereits zwei Kabel gesteckt, die man später zum Panel führt. Es bringt drei Videoeingänge mit: HDMI, DisplayPort und Thunderbolt 3. Die volle 5K-Auflösung (5120 × 2880 Pixel) kann man nur über Thunderbolt ansteuern, die anderen Anschlüsse liefern 4K (3840 × 2160 Pixel) bei 60 Hz. Die Platine besitzt noch einen Audioausgang, einen USB-2.0-Hub mit zwei Anschlüssen und eine kleine Steuereinheit mit vier Tasten. Über die lassen sich der Signaleingang wechseln, die Helligkeit regeln und das Monitormenü bedienen. Das ist auch notwendig, denn solche Elemente hat das iMac-Panel nicht. Zwar findet sich auf dem Board ein einzelner Anschluss, der mit „Speaker“ beschriftet ist, Lautsprecher oder iMac-Webcam kann man damit aber nicht weiter verwenden.

Für den Betrieb braucht man noch ein 12-Volt-Netzteil mit 6 Ampera (für etwa 16 Euro bei Amazon erhältlich, siehe Webcode). Entweder steckt man Anschlusskabel mit voller Länge dauerhaft direkt in das Board und führt sie hinten aus dem iMac-Gehäuse heraus. Praktischer sind kurze Kabelverlängerungen. Eine solche mit Thunderbolt 3 kostet etwa 19 Euro, eine Klinken-Verlängerung knapp 5 Euro. Ein zertifiziertes Thunderbolt-3-Kabel bekommt man mit einem Meter Länge für rund 20 Euro.

The screenshot shows a product listing for an "iMac 5K LCD Driver Board". The price is 118,69€. The product is described as "iMac Pro Retina 5K A1862 LM270QQ1 LM270QQ2 LCD Drive Board". It has a resolution of 5120\*2880@60Hz and supports HDMI, DP, Type-c, and USB. The page includes a star rating of 4.8 from 21 reviews, a detailed description of the board's compatibility and material quality, and a "Buy Now" button.

Die Platinen, die das Display später ansteuern, findet man zum Beispiel bei AliExpress.

## Vorbereitungen

Sie müssen den iMac einmal öffnen, um die Teilenummer des Panels herauszufinden. Da die Lieferung des Driver Boards fast immer aus China erfolgt, sollten Sie ein bis zwei Wochen Lieferzeit einplanen. Vor dem Umbau trennen Sie den iMac vom Strom und ziehen alle Stecker ab. Damit der iMac nicht nach hinten kippt, klemmen Sie einen kleinen Karton zwischen den Fuß und das Gehäuse. Alternativ legen Sie den iMac auf die Rückseite.

Während des Umbaus entfernt man Hauptplatine, RAM, Netzteil, Lüfter und Lautsprecher aus dem iMac. Auch wenn man die Teile nicht mehr selbst weiterverwenden will, lohnt es sich, diese unbeschädigt auszubauen. Man kann sie noch als Ersatzteil für einen identischen iMac aufbewahren oder als solche verkaufen.

## iMac öffnen

### Was Sie brauchen

Zeit: etwa zwei bis drei Stunden

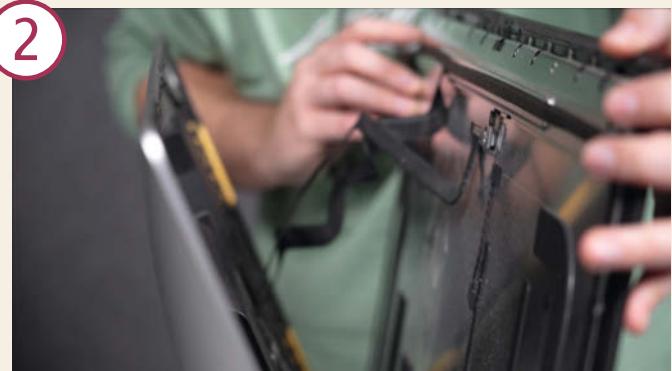
#### Werkzeug:

- Schraubendreher mit Wechselbits (Torx T5, T8 und Kreuzschlitz #00)
- Pinzette
- Öffnungswerkzeug (ab 3 Euro)
- Nylonwerkzeug / Kunststoffspatel
- Reinigungskalkohol (Isopropanol)
- passende Klebestreifen (10–20 Euro)
- Klebeband, Sugru oder Heißkleber zum Befestigen
- LCD Driver Board
- 12-Volt-Netzteil (6 Ampere)
- Kabelverlängerung für Thunderbolt 3
- Thunderbolt-3-Kabel
- optional: Kabel und Verlängerungen für DisplayPort und HDMI

1



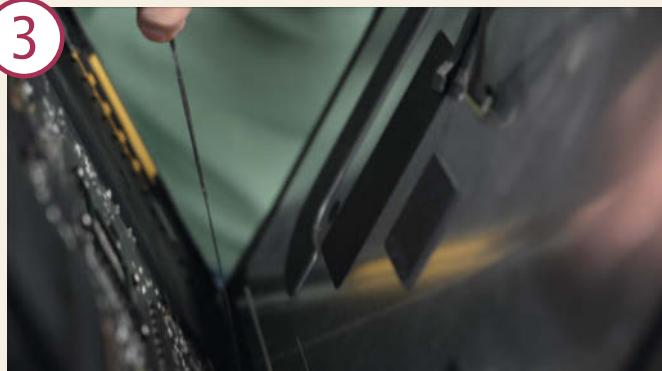
2



Stecken Sie das Rädchen vom Schneidwerkzeug zwischen Displayglas und Alugehäuse. Fahren Sie mehrfach an den Seiten und an der oberen Kante entlang. Sparen Sie den kleinen Bereich um die Kamera aus.

Fassen Sie das Glas vorsichtig an den Ecken an und schieben das Display ein kleines Stück vor. Legen Sie den Hebel des Flachbandkabels (LVDS) auf der Hauptplatine um und ziehen Sie das Kabel ab. Den Stromstecker für das Display (LED-Backlight) stöpseln Sie vom Netzteil ab.

3



4



Das Panel hängt an der Unterkante an Klebestreifen. Ziehen Sie diese mit der Pinzette oder den Fingern heraus. Nun legen Sie das Display vorsichtig auf Luftpufferfolie oder ein Handtuch.

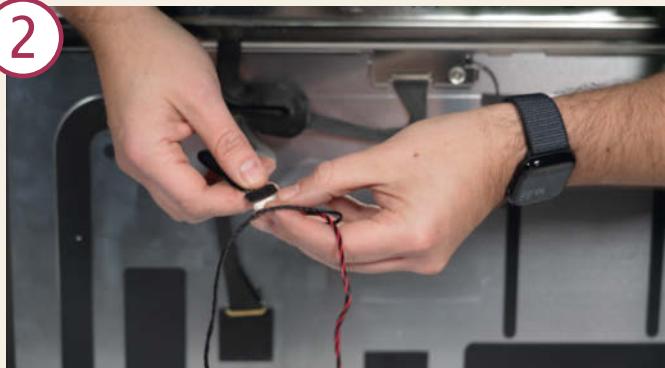
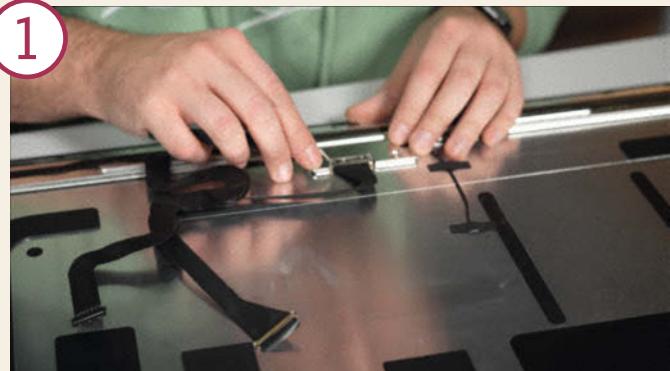
Die Typennummer finden Sie auf der Rückseite des Panels oben. Mit dieser bestellen Sie das passende Driver Board, um den iMac zum Monitor umzubauen.

## Driver Board testen

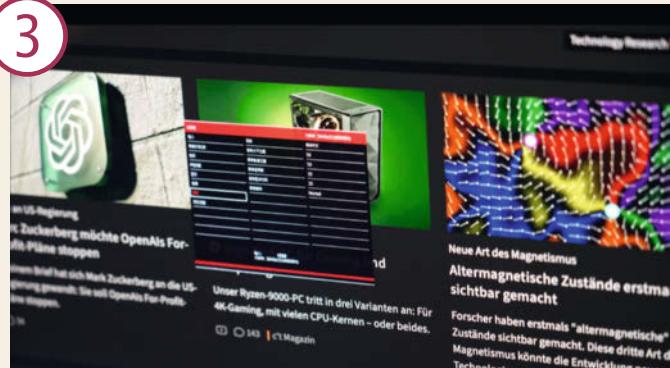
Verbinden Sie zunächst das LCD Driver Board mit dem Display, bevor Sie den iMac weiter auseinanderbauen. Testen Sie mit allen Anschlüssen und einem weiteren Mac, ob ein Bild angezeigt wird.

Lösen Sie den kleinen Hebel vom LVDS-Kabel am Panel und ziehen Sie es ab. Stecken Sie das breite Kabel vom LCD Driver Board in das Panel und fixieren Sie es mit dem Hebel.

1



2



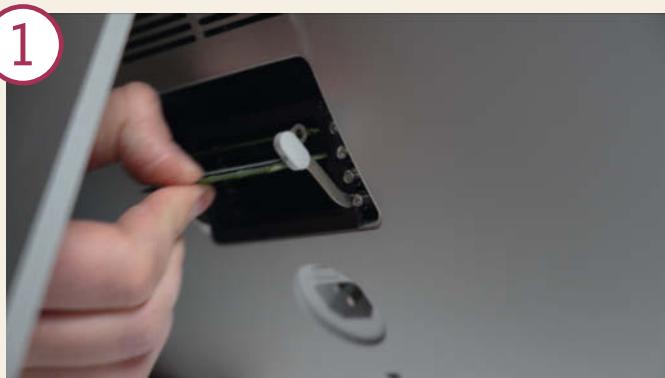
Verbinden Sie den Stecker des rot-schwarzen Kabels mit der LED-Backlight-Verbindung des Displaypanels. Beachten Sie die Steckrichtung der Kabel. Der Verkäufer zeigt diese auf den Fotos. Die Kabel stecken Sie mit etwas Kraft zusammen.

Verbinden Sie das Netzteil mit der Platine und schließen Sie diese mit einem Videokabel an einen Mac an. Schalten Sie das Display mit der Steuerplatine ein und prüfen Sie, ob ein Bild auf dem Panel erscheint. Trennen Sie danach die Kabel wieder von der Platine.

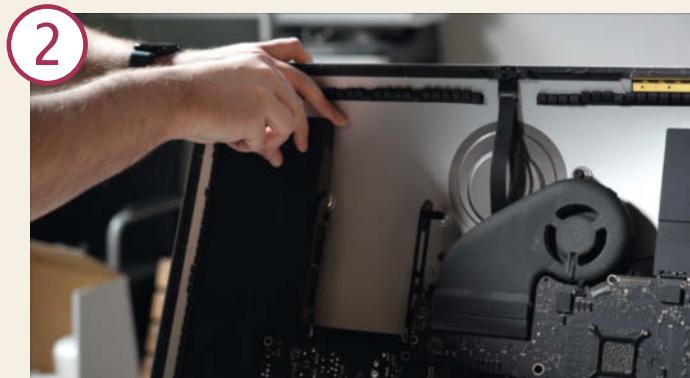
## Komponenten ausbauen

Entfernen Sie zunächst alle Komponenten aus dem Gehäuse, um Platz für das Driver Board zu schaffen. Entfernen Sie die Kleberückstände vom Gehäuse und vom Displayglas. Arbeiten Sie vorsichtig

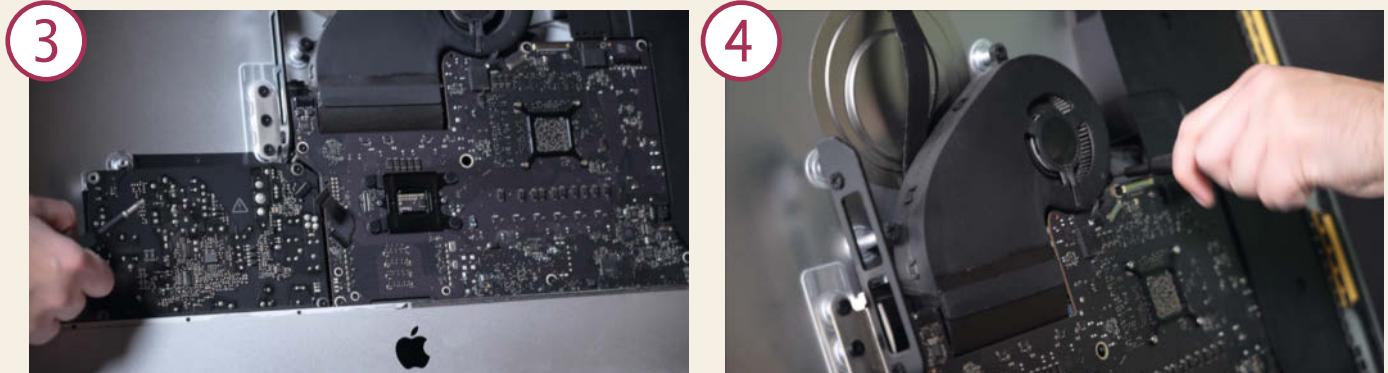
und mit Plastikwerkzeug, um Kratzer zu vermeiden. Reinigen Sie die Stellen anschließend mit Isopropanol. Säubern Sie das iMac-Gehäuse von Staubrückständen, etwa mit Druckluft und einem Tuch.



Drücken Sie auf der Gehäuserückseite über dem Stromanschluss den kleinen Knopf, um die RAM-Abdeckung zu lösen. Mit zwei Hebelen fahren die Speicherriegel heraus, die Sie entfernen können.

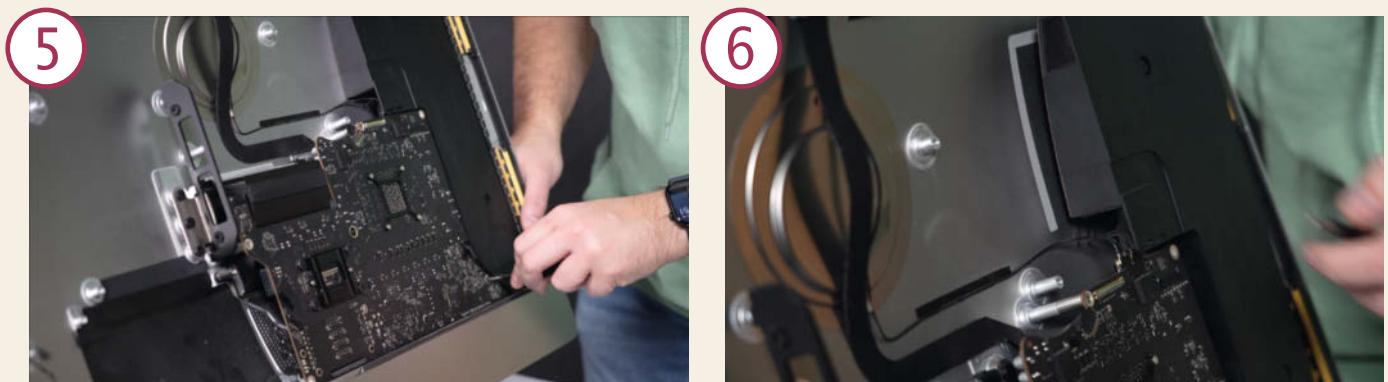


Lösen Sie je zwei Torx-Schrauben an den Lautsprechern links und rechts. Ziehen Sie die Lautsprecher vorsichtig nach oben und heben das Kabel von der Hauptplatine.



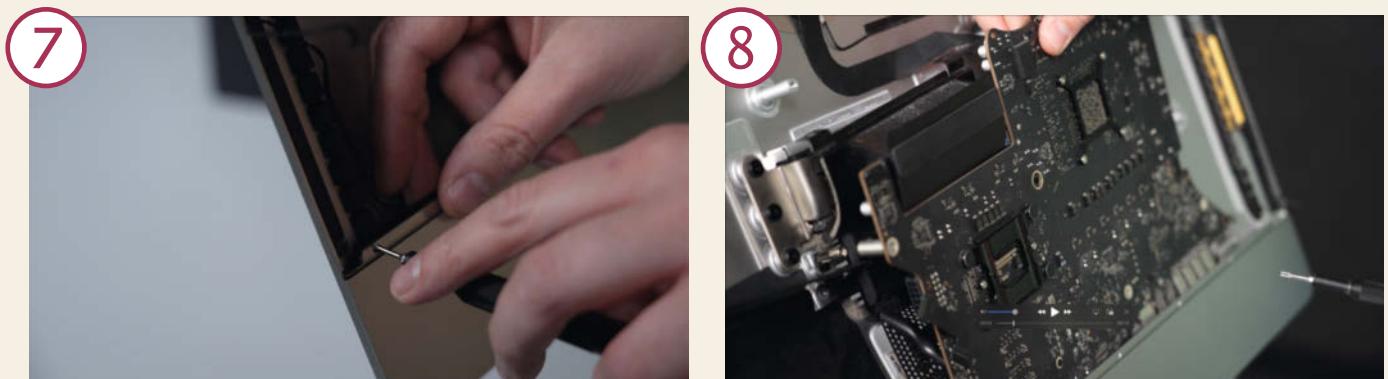
Da Teile vom Netzteil noch unter Spannung stehen können, fassen Sie es nur an den Kanten an. Lösen Sie die vier Schrauben, heben es heraus und trennen die drei Stecker zum Mainboard und Einschalter.

Beim Lüfter lösen Sie die drei Schrauben und ziehen den Stecker vom Mainboard. Entfernen Sie den Lüfter, indem Sie ihn nach oben wegziehen.



Drehen Sie die sechs Torx-Schrauben vom Mainboard heraus. Die zwei Schrauben vom Kühler lassen sich von oben lösen. Legen Sie den Hebel des Webcam-Kabels um und ziehen es ab.

Sobald Sie den rechten Lautsprecher gelöst haben, ist das WLAN-Modul auf der Hauptplatine erreichbar. Hebeln Sie hier die vier dünnen Antennenstecker ab.



An der unteren Gehäusekante befinden sich neun kleine Kreuzschrauben. Lösen Sie diese und nehmen Sie die Leiste heraus.

Kippen Sie die Hauptplatine leicht nach vorn und ziehen diese heraus. Lösen Sie das Kabel für die Infrarotschnittstelle unten.

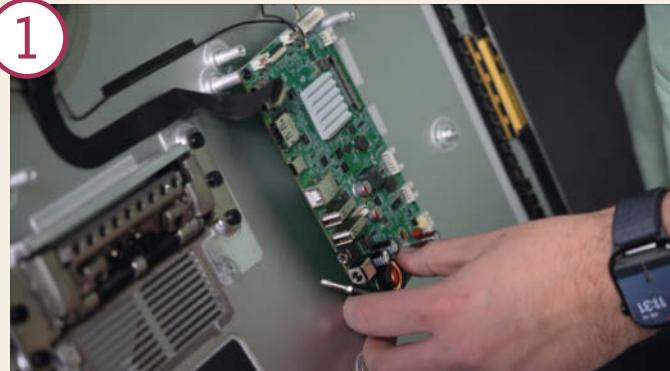
# Driver Board einbauen

Schrauben Sie die Leiste aus dem vorletzten Schritt wieder ein. Suchen Sie sich einen Platz im Gehäuse für das Driver Board, wo dieses nicht gegen das Panel drückt, etwa rechts von der Gehäusemitte. Richten Sie die Videoeingänge zur RAM-Klappe hin aus.

Testen Sie das Display ausführlich, bevor Sie es verschließen. Funktionieren alle Schnittstellen? Gibt die Klinkenbuchse einen Ton aus? Lässt sich das Display mit der Steuerplatine bedienen? Wenn alles so läuft wie gewünscht, können Sie die Kabel im iMac verlegen und mit Isolierband ankleben. Prüfen Sie auch den Halt des iMacs: Sollte dieser nach hinten kippen, können Sie gegebenenfalls kleine Gewichte einkleben, mit denen Sie den iMac austarieren.

Um den iMac sauber zu verschließen, besorgen Sie sich passende, durchnummerierte Klebestreifen. Die gibt es für 10 bis 20 Euro in Onlineshops. Die Steuerplatine mit dem Bedienfeld kleben Sie mit doppelseitigem Klebeband an der Rückseite an. Den Kabelsalat können Sie mit Spiralschlüchten etwas bändigen.

1



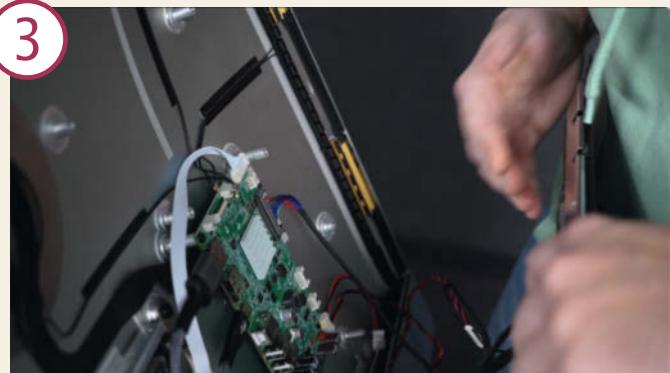
Falls das Board Bohrungen mitbringt, können Sie es mit einer Schraube im iMac befestigen. Alternativ fixieren Sie es mit Klebeband, nicht leitender Klebeknete (Sugru) oder Heißkleber.

2



Schließen Sie die Kabel oder Verlängerungen an, die später zum Mac gehen sollen. Verbinden Sie das Netzteil mit dem Driver Board und führen Sie die Kabel aus der RAM-Öffnung hinten heraus.

3

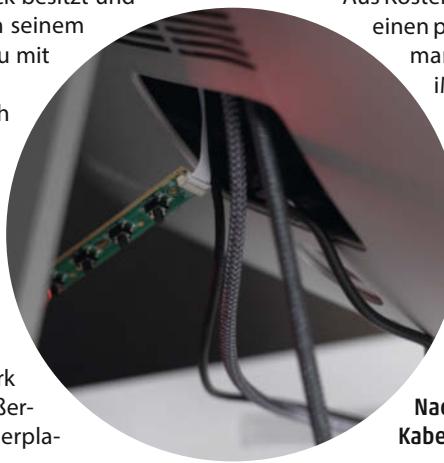


Verbinden Sie nun Panel und Driver Board miteinander. Setzen Sie das Display zunächst testweise ins Gehäuse und prüfen Sie, ob das Panel ein Bild darstellt.

## Ausblick

Mit dem Umbau lässt sich das 5K-Panel eines alten iMac auch an einem neuen Rechner weiterverwenden. Die Operation ist zwar nicht ganz trivial, wer aber Bastelgeschick besitzt und vielleicht schon einmal die Festplatte in seinem iMac ausgetauscht hat, sollte den Umbau mit etwas Geduld hinbekommen.

Langzeiterfahrungen konnten wir noch nicht mit dem umgebauten iMac sammeln. Daher können wir die Robustheit und Zuverlässigkeit der Platinen nicht abschließend bewerten. Ein offensichtlicher Nachteil des Umbaus ist, dass man zumindest die Optik der Rückseite etwas verschandelt: Aus der offenen RAM-Klappe baumeln mindestens zwei Kabel, die gefrästen Aussparungen für USB, Netzwerk und Co. sind nach dem Umbau leer. Außerdem bleibt noch die unverkleidete Steuerpla-



tine, die aus dem iMac herausragt. Wer einen 3D-Drucker und Erfahrung in 3D-Design hat, kann der Steuerplatine ein kleines Gehäuse verpassen oder auch eine Halterung für den Einbau des Driver Boards gestalten.

Aus Kostensicht lohnt sich der Umbau nur, wenn man bereits einen passenden ausgemusterten iMac besitzt oder wenn man sehr günstig daran kommt. Einen gebrauchten iMac ausschließlich zum Umbau zu kaufen, lohnt sich in der Regel nicht: Selbst defekte Gebrauchtgeräte mit Gebrauchsspuren kosten (Stand Dezember 2024) noch zwischen 300 und 400 Euro. Oft haben diese kaputte Displays oder Glasbrüche. Selbst ein gebrauchtes Ersatzdisplay kostet auf einschlägigen Online-Plattformen noch rund 400 Euro. Dafür bekommt man auch ein brauchbares 4K-Display. (hze)

Nach dem Umbau schauen hinten zwangsläufig Kabel aus der RAM-Öffnung.

# Körper-Check

Die Apple Watch protokolliert Vitalwerte und warnt jetzt bei Aufälligkeiten. So hilft Ihnen ein neues Apple-Tool, Fitness richtig aufzubauen. Worauf Sie achten müssen.

Von Leonhard Becker

## 1 Körperwerte im Schlaf richtig aufzeichnen

Über Nacht erfasst die Apple Watch mehr als nur Schlafräume und -phasen: Sie protokolliert Herz-, Atemfrequenz, Temperatur (ab Series 8, Ultra 1) sowie die Blutsauerstoffsättigung (ab Series 6). Herzfrequenz und Atemfrequenz ermittelt watchOS beim Schlafen etwa alle zehn Minuten, die Blutsauerstoffsättigung circa jede halbe Stunde. Die Temperatur erfassen zwei Sensoren laut Apple sogar alle fünf Sekunden. Ein Sensor auf der Kristallrückseite misst die Hauttemperatur, ein zweiter unter dem Display die Außentemperatur. Apple Watch 9, 10 und die Ultra 2 analysieren obendrein Atemaussetzer und informieren bei Anzeichen von Schlafapnoe. Mehr dazu lesen Sie auf Seite 36.

Natürlich müssen Sie die Uhr ausreichend laden und beim Schlafen tragen, damit watchOS diese Werte sammeln kann. Prüfen Sie in der Watch-App auf dem iPhone im Reiter „Meine Watch“ unter „Schlaf“, ob „Schlaferfassung mit der Apple Watch“ aktiviert ist. Falls nicht, richten Sie die Funktion am besten in der Health-App im Abschnitt „Entdecken“ unter „Schlaf“ ein. Legen Sie dort fest, wie lange Sie idealerweise schlafen wollen und wann Sie ins Bett gehen. Daraus ergibt sich die Weckzeit. Die Watch vibriert morgens am Handgelenk und dient so als vergleichsweise dezentler Wecker.

Damit die Uhr die Körperwerte in vollem Umfang misst, muss über Nacht der Fokus-Modus „Schlafen“ aktiv sein. Wenn Sie ohnehin zu festen Uhrzeiten zu Bett gehen, können Sie den Fokus automatisiert anhand des eingerichteten Schlafplans scharf schalten. Aktivieren Sie dafür in der Health-App unter „Entdecken > Schlaf > Vollständiger Zeitplan & Optionen“ oben den Schalter für „Plan für Fokus ‚Schlafen‘ verwenden“. Andernfalls müssen Sie vor dem Einschlafen selbst daran denken. Am schnellsten geht es über das Kontrollzentrum: Drücken Sie die Seitentaste der Uhr und dann den Fokus-Button. Er zeigt eine Mondsichel, falls nicht bereits ein anderer Modus aktiv ist. Tippen Sie auf das Icon und wählen Sie „Schlafen“ aus der Liste.

Um die Werte bestmöglich zu erfassen, dürfen Sie die Watch nicht allzu locker am Handgelenk tragen. Die Unterseite der Uhr darf den Kontakt zur Haut bei Armbewegungen möglichst nicht verlieren. Sie sollte direkt oberhalb des Handgelenkknochens auf der Seite des kleinen Fingers sitzen, wie auch Apple empfiehlt.

Der Schlafplan lässt sich leicht anpassen, etwa für unterschiedliche Wochentage.



## 2 Vitalwerte auf der Watch prüfen

Ruhepuls, Atemfrequenz, Temperatur, Blutsauerstoff und Schlaflänge der jeweils letzten Nacht bereitet die Watch ab watchOS 11 in der App Vitalzeichen grafisch auf. Um einzuschätzen, ob die Körperdaten „typisch“ sind oder aus der Reihe tanzen, muss watchOS Ihre Werte einige Nächte lang beobachten. Falls Sie mit der Watch nicht schon länger den Schlaf tracken, sehen Sie diese Analyse erstmals nach etwa sieben Nächten.

Tippen Sie in der Vitalzeichen-App oben links auf das Kalender-Icon, um die Grafik anzupassen: Sie sehen entweder eine Übersicht zu den einzelnen Werten der vergangenen Nacht oder eine allgemeine Wochenansicht. Mit Krone oder Finger scrollen Sie durch die konkreten Werte. Ganz unten gibt es eine Verknüpfung zu dem ebenfalls neuen Tool Trainingsbelastung (mehr dazu ab Tipp 6). Drücken Sie darauf, um die Metrik zu öffnen.

Die Vitalzeichen-App gibt es nur auf der Watch. Sie bereitet die gemessenen Körperwerte auf.

## 3 Körperwerte dauerhaft im Blick behalten

Um die Vitalwerte im Blick zu behalten, können Sie diese im Ziffernblatt einblenden. Leider unterstützt Apple die Vitalzeichenanzeige aktuell nur bei denjenigen Varianten, die die neueren, größeren Infoanzeigen („Komplikationen“) unterstützen. Zu diesen zählen die Ziffernblätter der Modular-Reihe, Meridian oder Nike Compact/Digital. Am einfachsten klappt die Einrichtung in der Watch-App auf dem iPhone unter „Zifferblätter“. Tippen Sie dort auf das gewünschte Exemplar und anschließend unter „Komplikationen“ auf die Position (zum Beispiel „oben links“). Im Abschnitt „Vitalzeichen“ finden Sie die „Nachtvitalzeichen“, die als kleine runde Grafik auf der Uhr erscheinen.

Ziffernblätter wie Modular, die die großen, rechteckigen Komplikationen darstellen, bieten

Die Apple Watch Ultra blendet Vitalzeichen und Trainingsbelastung wahlweise in der Lünette ein.

zusätzlich „Wöchentliche Vitalzeichen“. Diese Grafik zeigt nicht nur die letzte Nacht, sondern die letzten sieben Tage und Nächte an.

Besitzer einer Apple Watch Ultra platzieren Vitalzeichen und Trainingsbelastung alternativ am äußeren Rand des Ziffernblattes und müssen so auf keine ihrer anderen Komplikationen verzichten. Wählen Sie dafür „Modular Ultra“ und für die „Lünette“ die neue Option „Training“. Der linke Teil der Lünette zeigt anschließend die Vitalzeichen, der rechte die aktuelle Trainingsbelastung.

Sie können die Körperwerte auch über den „Smart-Stapel“ im Blick behalten. Drehen Sie dafür die Krone der Uhr nach oben. Gewöhnlich blendet watchOS das Vitalzeichen-Widget nach dem Aufstehen automatisch ein. Um es dort dauerhaft zu sehen, legen Sie im Smart-Stapel den Finger auf das Display. Fügen Sie über den Plus-Button ein neues Widget hinzu und wählen Sie in der Liste die gewünschte Ansicht für „Vitalzeichen“.



Bild: DenPhoto, stock.adobe.com; bearbeitet von Mac&i

## 4 Vitalzeichen auf dem iPhone prüfen

In iOS gibt es keine eigene App für Vitalwerte. Sie finden die Daten in der Fitness-App, dort aber nur in Kombination mit der Trainingsbelastung (siehe Tipp 6 und 8). Alternativ öffnen Sie die Health-App und tippen im Reiter „Entdecken“ erst auf „Vitalzeichen“ und erneut auf den gleichnamigen Eintrag „Vitalzeichen“. Dort können Sie die Werte auch über längere Zeiträume einsehen. Das klappt ebenso in iPadOS, wenn Sie Ihre Health-Daten über iCloud mit dem Tablet synchronisieren.

Apple stellt Widgets für Homescreen und Sperrbildschirm bereit. Legen Sie den Finger auf eine leere Stelle des Home-Bildschirms, bis die App-Icons zu wackeln beginnen. Tippen Sie oben links auf „Bearb.“ und „Widget hinzufügen“. Um die „Vitalzeichen“ zu finden, müssen Sie in der Suchleiste zunächst „Health“ eingeben und in der Ergebnisliste das Icon mit dem Herz-Symbol antippen. Anschließend wählen Sie das gewünschte Widget – entweder „Nachtvitalzeichen“ oder „Wöchentliche Vitalzeichen“. Beide gibt



**Als Widget bleiben die Vitalzeichen auch auf dem iPhone im Blick.**

es nur im kompakten Format, größere Ansichten fehlen. Die App Athlytic (siehe Kasten) bietet ein optisch an die Vitalzeichen angelehntes, größeres Widget.

## 5 Warnung bei abweichenden Körperwerten erhalten

Vitalzeichen warnt Sie erst per Mitteilung, sobald mindestens zwei der Messwerte aus dem Ruder laufen – also erheblich über oder unter der normalen Spannweite liegen. Das erscheint sinnvoll, um Nutzer nicht nach jeder kleineren nächtlichen Schwankung durch Warnungen unnötig aufzuschrecken. Laut Apple nutzt die Warnfunktion einen

Algorithmus, der auf Daten einer vom Konzern finanzierten großen Studie zu Herzgesundheit und Bewegung basiert. Dritt-Apps wie Athlytic (siehe auch Kasten) weisen schon bei kleineren Abweichungen einzelner Körperwerte darauf hin.

Ausreißer können diverse Gründe haben, darunter Alkohol- oder Kaffeekonsum oder

etwa besonders anstrengende Workouts (siehe auch Tipp 8). Apple betont, dass die Vitalzeichen-App nicht dafür entwickelt wurde, um Krankheiten zu erkennen. Ungewöhnliche, deutliche Erhöhungen bei Atemfrequenz, Temperatur und Ruhepuls waren bei uns aber mehrfach klare Indikatoren für einen Infekt.

## 6 Trainingsbelastung im Blick behalten

Die in watchOS 11 und iOS 18 neue Metrik „Trainingsbelastung“ hilft, Fitness graduell aufzubauen. Damit „Trainingsbelastung“ in der Fitness-App auf dem iPhone in der „Übersicht“ auftaucht, scrollen Sie ganz nach unten, tippen auf „Übersicht bearbeiten“ und oben links auf „Hinzufügen“.

Die Trainingsbelastung vergleicht die Intensität und Länge der Workouts der letzten 7 Tage (gepunktete, farbige Linie) mit den zurückliegenden 28 Tagen (durchgängig weiße Linie). Liegt die Anstrengung der Aktivitäten über viele Tage deutlich über der weißen Linie, steigt das Risiko für Verletzungen und Überlastung. Bleibt die Belastung kontinuierlich weit unter der Linie, sinkt möglicherweise die Fitness. Als ideal gilt, den Körper langsam an eine steigende Belastung zu gewöhnen und dabei Erholungsphasen einzuplanen. Die weiße Linie sollte sich dadurch langsam, aber stetig nach oben bewegen.

Auf der Watch hat Apple die Daten in die Aktivität-App integriert. Dort tippen Sie in der Hauptübersicht mit den drei Aktivitäts-

ringen rechts oben auf den neuen Button, der eine Verlaufskurve zeigt. iPads zeigen die Trainingsbelastung aktuell nicht.

Neben der Übersicht „Alle Trainings“ können Sie Detailansichten für einzelne Aktivitäten aufrufen, die Sie aktiv ausüben und aufzeichnen – sei es mit der Apple Watch oder einer iPhone-App. All das ist nicht nur für ambitionierte Sportler geeignet: Spaziergänge (Gehen) und Wanderungen zählen ebenfalls. „Ganztagig“ bezieht alle Bewegungen mit ein, die die Watch über den gesamten Tag erfasst hat, und nicht nur die einzelnen, aktiv aufgezeichneten Workouts.

In den Watch-Ziffernblättern können Sie die Trainingsbelastung nur als große rechteckige Komplikation einbinden („Aktivität > Mehr ... > Trainingsbelastung“) – und dementsprechend nur in Ziffernblättern wie Modular, die das unterstützen. Im Unterschied dazu finden Sie das Widget zur Trainingsbelastung in iOS mit dem Suchbegriff „Fitness“.

**Die weiße Linie zeigt die durchschnittliche Anstrengung der letzten 28 Tage.**



## Herzfrequenzvariabilität

WatchOS protokolliert auch die Herzfrequenzvariabilität (Heart Rate Variability, HRV), allerdings nur punktuell in Abständen von rund zwei bis vier Stunden. Apple nutzt das, um Herzrhythmusstörungen (Vorhofflimmern) zu erkennen und den Nutzer bei deren Auftreten zu warnen. Die HRV beschreibt, wie stark die Abstände zwischen Herzschlägen variieren: In Ruhe schlägt das Herz mal langsam, mal etwas schneller und dann wieder langsam – die Herzfrequenzvariabilität ist dann höher als unter Belastung, wenn das Herz nicht nur schneller, sondern auch gleichmäßiger schlägt. Daher lassen sich aus der HRV auch Belastungen ableiten, sei es durch Sport oder andere Faktoren wie Stress.

Apple nennt die HRV-Werte in Health, jedoch nicht in der Vitalzeichen-App. Im Un-

terschied dazu nutzen Hersteller anderer Sportuhren sie, um abzuschätzen, wie gut sich der Körper nach Phasen der Belastung wieder erholt. Es gibt auch Apps für iOS und watchOS, die auf dieser Grundlage signalisieren, wie ausgeruht und trainingsbereit Ihr Körper gerade ist. Dazu gehören Athlytic (32 Euro pro Jahr, nur in Englisch), Bevel (60 Euro pro Jahr) und Gentler Streak (55 Euro pro Jahr). Diese arbeiten allesamt mit denselben Daten aus Apple Health, liefern aber eigene Berechnungen, Einschätzungen, erweiterte Funktionen und Widgets. Eine kostenlose, funktional eingeschränkte Alternative ist BodyState.

Da die Apple Watch den HRV-Wert nur sporadisch erfasst und die Messung am Handgelenk nicht immer genau gerät, können sich einzelne Messfehler gravierend auswir-

ken. In den Recovery-Wert fließen deshalb gewöhnlich weitere Daten wie der Ruhepuls ein. Dennoch scheint eine gesunde Skepsis gegenüber solchen Erholungswerten angebracht. Einer Studie zufolge lieferte die Apple Watch zuverlässige Werte für den Ruhepuls, lag bei der Ermittlung des HRV-Wertes aber signifikant unter der Referenzmessung.

In Foren und von manchen Apps wird empfohlen, das spezielle Vorhofflimmern-Protokoll zu aktivieren, damit watchOS die HRV häufiger erfasst. Wir raten davon aber klar ab: Das Protokoll ist explizit für Nutzer gedacht, bei denen die Herzrhythmusstörung bereits ärztlich diagnostiziert wurde. Ist die Funktion aktiv, erhält der Watch-Träger keine Warnmitteilungen bei einem unregelmäßigen Herzrhythmus mehr.

## 7 Belastung von Workouts eintragen und anpassen

Bei Ausdauersportarten wie Joggen und Radfahren erstellt die Watch den Anstrengungswert automatisch. Das gilt ebenso für „Gehen“-Workouts. Apple schätzt das anhand von Daten wie Herzfrequenz und Distanz sowie der Angaben zu Alter und Körperformen. Dieser Wert bildet die Basis für die Trainingsbelastung.

Bei vielen anderen Sportarten, darunter beispielsweise Krafttraining und Yoga, müssen Sie die Anstrengung selbst eintragen. Falls Sie das nicht tun,



fließt die Aktivität nicht in die Trainingsbelastung ein. Bei solchen Workouts lässt sich die Belastung durch watchOS nur schwer schätzen, schließlich gibt hier die Herzfrequenz lediglich eingeschränkt Rückschlüsse auf die tatsächliche Anstrengung.

Unter dem Diagramm der Trainingsbelastung in der Fitness-App sehen

**Auf Wunsch erinnert Sie die Watch nach dem Training daran, die Anstrengung zu protokollieren.**

Sie den Verlauf („Letzte Trainings“). Er umfasst alle Workouts, die die Watch oder andere Apps in Health speichern. Hier erkennen Sie anhand der farbigen Balken, wenn bereits ein Wert vorliegt. Tippen Sie ein Training an, um die „Anstrengung“ einzutragen oder zu ändern. Die Skala reicht von 1 bis 10 – von „leicht“ über „mäßig“ und „schwer“ bis „extrem“. Vertrauen Sie auf Ihr Gefühl, es geht dabei um eine subjektive Einschätzung.

Wenn Sie Workouts mit der Training-App auf der Watch aufzeichnen, können Sie den Anstrengungswert in der automatisch eingeblendetem Zusammenfassung eintragen. Scrollen Sie dafür nach unten. Schalten Sie in „Einstellungen > Training“ die Option „Erinnerung für Anstrengungsbewertung“ ein, damit watchOS die Skala einblendet, sobald Sie ein Workout abschließen.

## 8 Trainingsbelastung mit Körperwerten vergleichen

Tippen Sie in der „Übersicht“ der Fitness-App auf „Trainingsbelastung“, um die Grafik zu öffnen. Für Zeiträume, die über den letzten Monat hinaus gehen, drücken Sie auf die Grafik mit den beiden Linien. In der „Diagramme“-Ansicht wählen Sie oben zwischen den zurückliegenden drei Monaten („3 M.“) und dem letzten Halbjahr („6 M.“).

Hier prüfen Sie außerdem, wie sich intensive Workouts möglicherweise auf Ihre Kör-

perwerte respektive Vitalzeichen ausgewirkt haben. Legen Sie dafür den Finger auf einen der Punkte auf der farbigen Linie. Anhand der Daten einzelner Tage sehen Sie direkt, wie sich Ihre Werte von Nacht zu Nacht verändert haben. (lbe)

**Wie wirken sich anstrengende Workouts auf Körperwerte aus? Die Fitness-App verschafft Einblick.**



# Atemaussetzern auf der Spur

Neuere Apple-Watch-Modelle analysieren auf Wunsch, ob es im Schlaf häufiger zu Atemunregelmäßigkeiten kommt.

Wir haben im Labor untersucht, wie zuverlässig das funktioniert.

Von Inge Schwabe



Bild: Gorodenkoff / stock.adobe.com

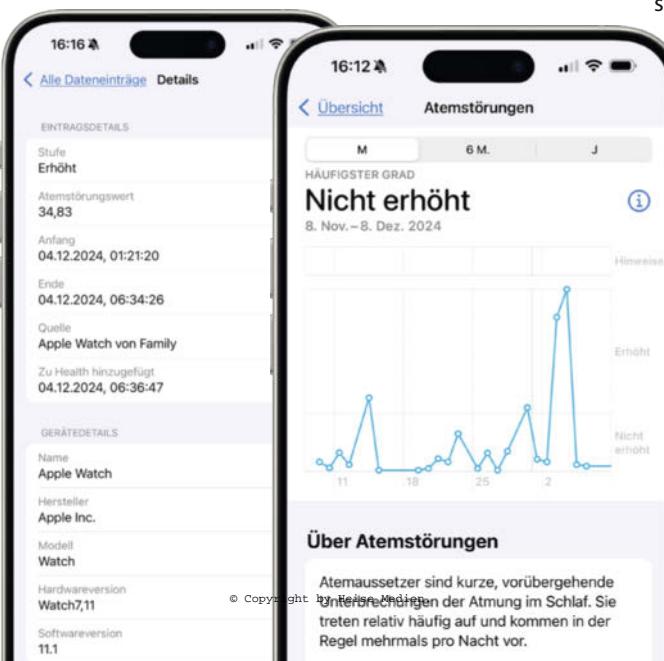
Nicht wenige Menschen beklagen, dass sie trotz ausreichender Schlafdauer morgens müde und erschöpft aufwachen. Eine mögliche Ursache sind nächtliche Atemstörungen, deren sich die Betroffenen gar nicht bewusst sind. Wenn sie vermehrt auftreten, beeinträchtigen sie die Sauerstoffversorgung des Körpers und stören den normalen Verlauf der Schlafphasen. In der Folge kann das die nächtliche Erholung und Regeneration beeinträchtigen. Bei den meisten Personen weist die Atmung mehrmals pro Nacht kurze, temporäre Abweichungen auf, auch wenn sie sonst nachts regelmäßig und in einem bestimmten Rhythmus atmen. Das ist bei Erwachsenen nicht ungewöhnlich und nicht gefährlich. Wenn sich die Atemaussetzer allerdings häufen, können sie zu einem chronischen Beschwerdebild führen, das als Schlafapnoe-Syndrom bezeichnet wird. Typische Anzeichen sind lautes Schnarchen

Unter „Alle Daten anzeigen“ sind die erkannten stündlichen Atemverzögerungen für jede Nacht zu finden. Einzelne erhöhte Werte müssen noch nicht beunruhigen.

und Atemaussetzer während des Schlafs, die mitunter zu Kopfschmerzen am nächsten Morgen sowie zu Tagesmüdigkeit und Konzentrationsproblemen führen.

Nach einer Studie im Deutschen Ärzteblatt litten im Jahr 2021 etwa 30% der Männer und 13% der Frauen in Deutschland an einer obstruktiven Schlafapnoe. Wird sie nicht erkannt und nicht behandelt, erhöht sich das Risiko für Bluthochdruck, Herzinfarkt, Schlaganfall und Typ-2-Diabetes. Apple will mit der Watch auch diejenigen auf eine mögliche Schlafapnoe aufmerksam machen, die bisher weder selbst Symptome wahrgenommen haben noch von anderen auf ihre nächtlichen Atempausen und wiederholtes Luftschnappen hingewiesen wurden.

Wie treffsicher die Apple Watch nächtliche Atemaussetzer erkennt, haben wir zusammen mit der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) in Gießen und dem Uniklinikum



Das Diagramm gibt wieder, worauf es ankommt. Es signalisiert „Erhöht“ oder „Nicht erhöht“ in Abhängigkeit des Verlaufs über mindestens 30 Nächte.

Gießen/Marburg (UKGM) untersucht (Links zu Einrichtungen und Studienmöglichkeiten im Webcode). Mit dem dortigen Schlafmedizinischen Zentrum haben wir für Mac & i Heft 6/2022 bereits der Schlafphasenerfassung der Apple Watch auf den Zahn gefühlt.

### Wie die Watch eine Apnoe erkennen will

Apple setzt dafür einmal mehr auf den Bewegungssensor, der bereits im Zentrum der mit watchOS 9 eingeführten Schlafphasenerkennung steht. Der 3-Achsen-Beschleunigungsmesser erfasst nicht nur größere Bewegungen, sondern auch feinere, die durch die Atmung verursacht werden. Der für die Apnoe-Erkennung entwickelte Algorithmus untersucht die Zeitreihendaten des Beschleunigungssensors während des Schlafs auf temporäre Unterbrechungen im Atemmuster. Die Watch klassifiziert die Atemstörungen nach Dauer und Schwere und betrachtet sie jeweils über 30 Tage. Erst wenn es in einem solchen Zeitfenster vermehrt zu erhöhten Werten kam, erhält der Nutzer den Hinweis auf ein mögliches Risiko für eine moderate bis schwere Schlafapnoe.

Zunächst müssen Sie die „Mitteilungen über Schlafapnoe“ aktivieren (siehe unten). Das Diagramm unter „Entdecken > Atemwege > Atemstörungen“ weist Atemstörungen erst als „Erhöht“ aus, wenn sie in mindestens 30 Nächten vermehrt auftraten. Unter „Alle Daten anzeigen“ erfahren Sie für jede Nacht, wie viele Verzögerungen oder Aussetzer pro Stunde die Watch registriert hat. Von vereinzelten erhöhten Werten sollten Sie sich nicht beunruhigen lassen. Sie können andere Ursachen haben wie einen höheren Alkoholkonsum am Abend zuvor.

Auf der Watch tauchen die Einzelwerte bislang weder unter Schlaf noch in der neuen App Vitalzeichen auf. Apple versteckt sie in den Einstellungen unter „Health > Gesundheitsdaten > Atemwege > Atemstörungen“.

### Erkennung auf der Watch aktivieren

Für die Erkennung einer möglichen Schlafapnoe benötigen Sie mindestens iOS 18 und watchOS 11 sowie eines der neueren Watch-Modelle Series 9, 10 oder Ultra 2 – mit Watch SE, Series 8 oder älter und sogar der ersten Ultra-Generation bleiben Sie außen vor.

Sofern die Watch Ihren Schlaf bereits in der Vergangenheit mithilfe eines Schlafplans und aktiviertem Fokus „Schlaf“ aufgezeichnet hat, müssen Sie lediglich in der Health-App unter „Entdecken > Atemwege“ die „Mitteilungen über Schlafapnoe“ aktivieren. Achten Sie außerdem vor dem Schlafengehen darauf, dass die Uhr nicht zu locker sitzt, um den Beschleunigungsmesser nicht in die Irre zu leiten.

Wenn Sie unsicher sind, ob Health-App und Watch für die Schlafapnoe-Erkennung richtig eingestellt sind, führen Sie die folgenden Schritte durch: Öffnen Sie auf dem iPhone in der Health-App unter „Entdecken“ den Abschnitt „Schlaf“. Sofern dieser Bereich noch jungfräulich ist, müssen Sie ihn zunächst konfigurieren. Richten Sie anschließend einen

### kurz & knapp

- Apple Watch Series 9, 10 und Ultra 2 erkennen eine mögliche Schlafapnoe.
- Die Watch protokolliert starke Apnoen zuverlässig, ebenso leichte bis gar keine Atemaussetzer.
- Bei mittelschweren Apnoen sind die Ergebnisse weniger genau, die Erkennung aber dennoch aufschlussreich.

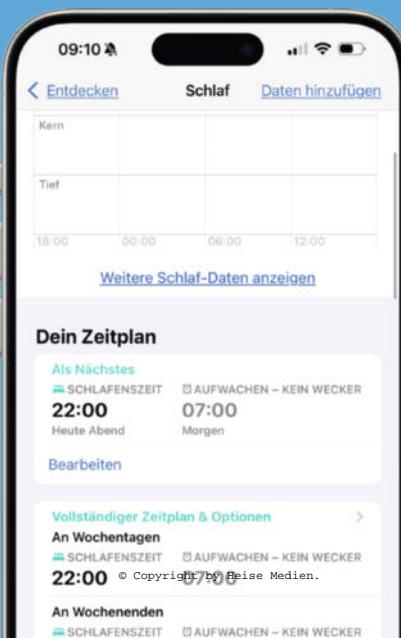
### So haben wir den Test durchgeführt

Für den Test haben wir eine Person gewählt, bei der bereits eine Schlafapnoe diagnostiziert wurde. Es handelte sich um einen 58-jährigen Mann mit einem Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) von 38,8. Lapidar bedeutet das, der Proband hatte in der Nacht der Untersuchung im Schnitt 39 Atemaussetzer pro Stunde.

Die schlafmedizinische Untersuchung erfolgte über vier Nächte mithilfe eines tragbaren Geräts zu Hause. Für die sogenannte kardiorespiratorische Polygraphie erfassen Sensoren, die am Körper befestigt sind, die Atmungssignale der Mund- und Nasenatmung sowie die Atmungsbewegungen von Brust und Bauch und die resultierende Sauerstoffsättigung. Der Proband trug eine Apple Watch Series 10 mit watchOS 11. Außerdem haben wir die Gelegenheit



Auf der Watch sind Informationen über Atemaussetzer nur in den Einstellungen zu finden.



Schlafplan ein (in der Health-App unter „Entdecken > Schlaf > Dein Zeitplan“). Wichtig ist, dass Sie dabei auch „Fokus Schlafen aktivieren“. Welche Einstellungen Sie für den Sperr- und Home-Bildschirm oder die Anzeige von Mitteilungen während des Schlafens treffen, ist für die Erfassung unerheblich.

Gehen Sie nun wieder in die Health-App zu „Entdecken > Schlaf > Vollständiger Zeitplan und Optionen“. „Schlafplan“ und „Plan für Fokus Schlafen verwenden“ sollten nun aktiv sein. Weiter unten finden Sie den Eintrag „Schlaferfassung mit der Apple Watch“. Wenn Sie darauf tippen, öffnet sich die Watch-App auf dem iPhone im Abschnitt „Schlaf“. Prüfen Sie auch hier noch einmal, dass die „Schlaferfassung mit der Apple Watch“ eingeschaltet ist, und aktivieren Sie gegebenenfalls die Ladeeinrichtung. Dann erinnert Sie das iPhone bei niedrigem Akkustand der Watch daran, sie vor dem Schlafengehen noch einmal mit dem Stromnetz zu verbinden.

Ein Schlafplan sorgt dafür, dass die Watch den Schlaf jede Nacht routinemäßig aufzeichnet.

dazu genutzt, die Ergebnisse der Schlafmatte Sleep Analyzer von Withings (Mac & i Heft 1/2022, S. 54), die unter der Matratze des Probanden lag, mit denen der Polygraphie zu vergleichen.

### Testerfolg – und was er bedeutet

Im Ergebnis haben Uhr und Schlafmatte im Vergleich mit der kardiorespiratorischen Polygraphie ihre Aufgabe erfolgreich gemeistert. Um den Withings Sleep Analyzer, der außer Konkurrenz mitlief, vorwegzunehmen: Er registrierte in der ersten Nacht unter Therapie fast keine Ereignisse (Apnoe- oder Hypopnoe-Episoden), obwohl es einige wenige gab. In der zweiten Therapienacht stimmte das Ergebnis. In den Nächten ohne Therapie gab es laut Polygraphie jeweils etwa 40 Episoden pro Stunde. Hier schlügen die Withings-Sensoren mit 62 und 59 Episoden deutlich höher aus. Einsehen können die Nutzer der Schlafmatte dies über die Withings-App.

Der Watch entgingen in allen vier Nächten jeweils einige Episoden. In den Nächten unter Therapie registrierte sie etwa ein Ereignis pro Stunde. Die Polygraphie erfasste in diesen beiden Nächten durchschnittlich sechs bis sieben Ereignisse pro Stunde. Auch das ist noch wenig. Health weist den Wert korrekt als „Nicht erhöht“ aus.

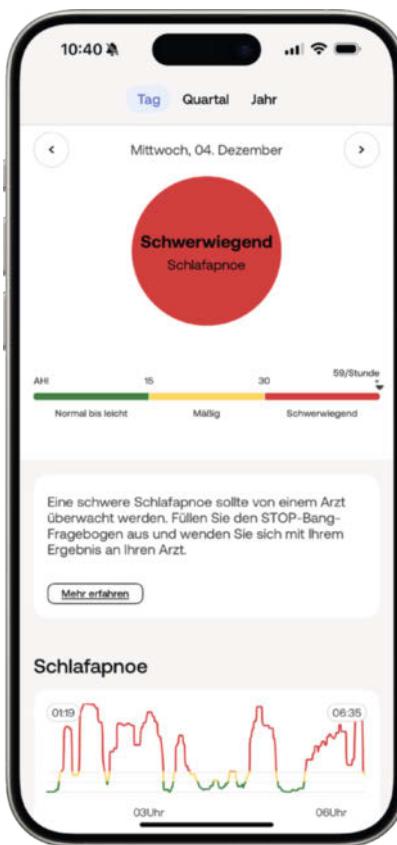
In den Nächten ohne Therapie zählte die Watch 29,4 Episoden pro Stunde in der ersten Nacht und 34,7 pro Stunde in der zweiten Nacht. Damit registrierte sie jeweils etwa 10 Ereignisse pro Stunde weniger als die Polygraphie. Die Zahlen liegen im Grenzbereich zu einer schwerwiegenden Schlafapnoe. Apple weist auch sie korrekt als „Erhöht“ aus und würde den Nutzer auf eine

erkannte mögliche Schlafapnoe hinweisen, wenn sich dieses Ergebnis binnen 30 Tagen mehrfach wiederholt.

Somit hat Apple sowohl starke Symptome als auch nicht vorhandene richtig interpretiert. In diesem Punkt decken sich unsere Ergebnisse mit denen, die Apple in seinem eigenen Paper veröffentlicht. Demnach können beim Übergang von leicht zu mittelgradiger Schlafapnoe Fehler auftreten. In den Extremen – also bei einer starken oder geringen bis nicht vorhandenen Schlafapnoe funktioniert der Algorithmus dagegen gut. Das

Paper beschreibt unter anderem die Bedingungen, unter denen die Funktion der Uhr entwickelt und getestet wurde, und ordnet die Ergebnisse ein. So wurden die Algorithmen in Labor- wie auch in häuslichen Umgebungen getestet und mit standardisierten Referenzmethoden wie Polysomnographie (PSG) und Heimschlafapnoe-Tests (HSAT) verglichen. Forschungsstudien erfolgten laut Apple mit Teilnehmern aus einer breiten und diversen Bevölkerungsgruppe. Als Ergebnis der Validierung heißt es: In klinischen Studien erreichte die Benachrichtigungsfunktion eine Sensitivität von 66,3 % und eine Spezifität von 98,5 %. Das lässt sich so interpretieren, dass das Feature effektiv moderate bis schwere Schlafapnoe erkennen kann, während das Risiko von Fehlalarmen minimiert wird. Eine Zulassung als Medizingerät hat Apple hinsichtlich der Schlafapnoe-Erkennung bislang nicht erhalten.

**Die Ampelfarben der Withings-Grafik vermitteln auf den ersten Blick die Schwere einer Apnoe. In den Nächten ohne Therapie zählt die Schlafmatte allerdings deutlich mehr Ereignisse als die Polygraphie.**



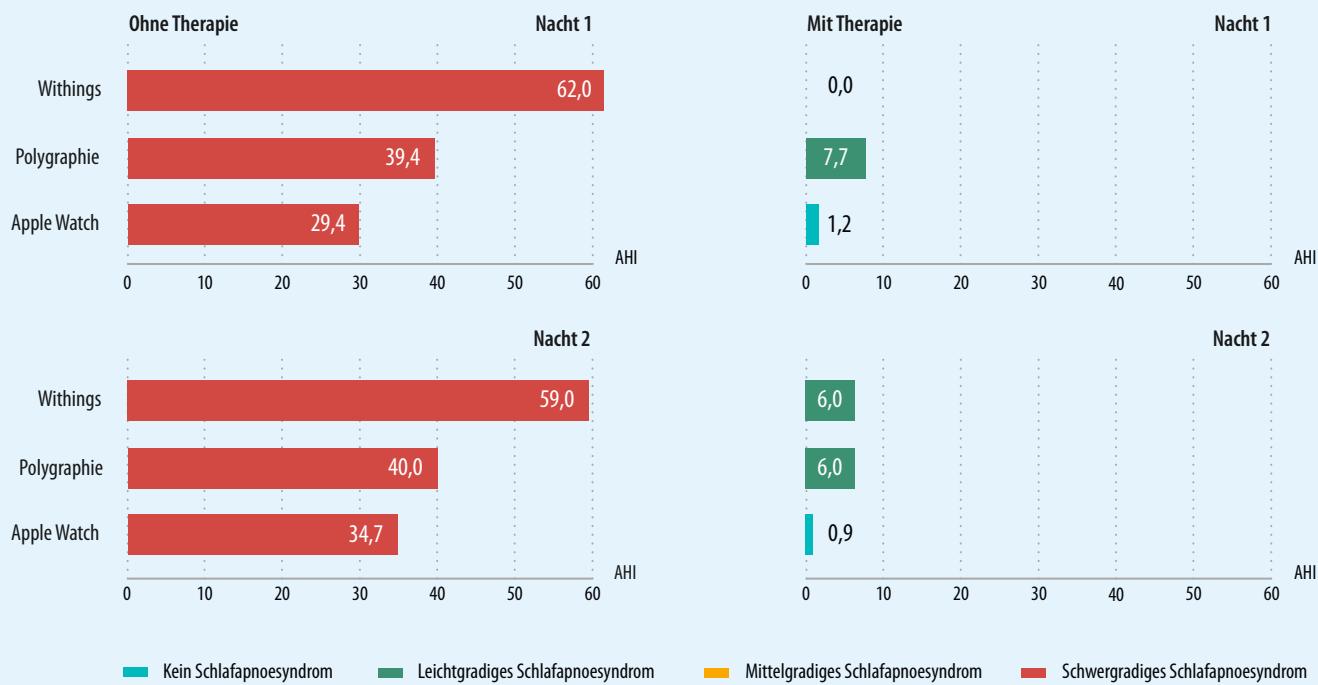
## Varianten der Schlafapnoe

Die schlafbezogene Atmungsstörung tritt in drei unterschiedlichen Formen auf. Am häufigsten kommt es zur **obstruktiven Schlafapnoe (OSA)**. Sie entsteht, wenn sich die Muskeln im Rachen während des Schlafs so sehr entspannen, dass sie die Atemwege verengen und den Luftfluss behindern. Demgegenüber entstehen die Atempausen bei einer **zentralen Schlafapnoe (CSA)**, weil die notwendigen Impulse ausbleiben, mit denen das Gehirn die Atmung im Schlaf normalerweise aufrechterhält. In beiden Fällen kommt es zu Atemaussetzern, zudem sind viele Betroffene nachts öfter wach und tagsüber müde. Unterscheiden kann man sie zum einen am Schnarchen, das nur die obstruktive Schlafapnoe begleitet, sowie an der Bewegung der Brust: Obwohl der Luftstrom blockiert ist, hebt und senkt sie sich bei der OSA wie gewohnt. Bei der CSA hebt sich die Brust dagegen nicht, wenn die Signale ausbleiben, und dann strömt auch keine Luft in die Lungen. Letztere ist deutlich geringer verbreitet; sie tritt nur in etwa einem von zehn Fällen auf.

Als dritte Form wird eine **Mischform von OSA und CSA** diagnostiziert. Sie beginnt meistens als zentrale Schlafapnoe und entwickelt im Verlauf zusätzlich eine obstruktive Komponente. Um eine Schlafapnoe zu behandeln, muss klar sein, ob es sich um eine zentrale oder obstruktive Schlafapnoe oder um die Mischform handelt.

Als Maß für die Schwere einer schlafbezogenen Atmungsstörung beschreibt der sogenannte Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) die durchschnittliche Anzahl von Apnoe- und Hypopnoe-Episoden pro Stunde Schlaf. Dabei kennzeichnet eine Hypopnoe einen verminderten Atemfluss, der zu einem Sauerstoffabfall führt. Von einer Apnoe spricht man, wenn der Atemfluss für zehn Sekunden oder länger vollständig stillsteht. Bis zu 15 Ereignisse (Apnoe- oder Hypopnoe-Episoden) sind für einen Erwachsenen nicht ungewöhnlich. Ein AHI bis 30 deutet auf eine mäßige Schlafapnoe hin, darüber hinaus gilt sie als schwerwiegend. Wird eine Schlafapnoe behandelt, lässt sich am AHI ermessen, ob die Therapie anschlägt.

## Vergleich Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) Apple Watch vs. Polygraphie vs. Withings



### Fazit

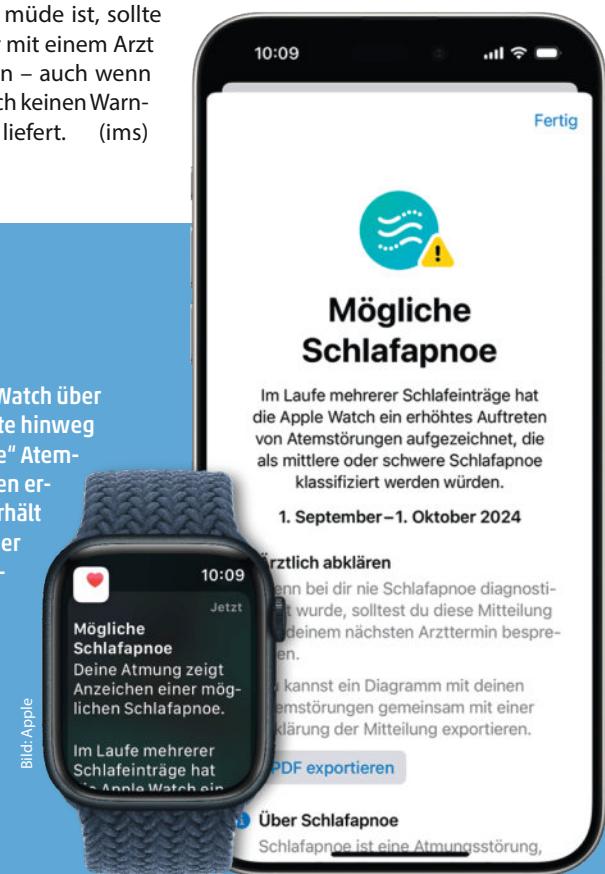
Eine Apple Watch kann keine Schlafapnoe diagnostizieren. Doch erkennt und signalisiert sie, wenn starke Anzeichen für die Erkrankung vorliegen – und verwirrt dabei höchstwahrscheinlich niemanden durch falsche Hinweise.

Bei schwächeren Symptomen wird sie oft richtig-, aber manchmal auch danebenliegen. Wir gehen jedoch davon aus, dass auch Menschen mit einer nicht gravierenden Schlafapnoe im Laufe der Zeit den entscheidenden Hinweis erhalten. Das kann insbesondere hilfreich sein, wenn es keinen BettNachbarn gibt oder dieser selbst

zu gut schläft, um Anzeichen wahrzunehmen. Letztlich sollte man immer auch seinem eigenen Gefühl trauen: Wer über einen längeren Zeitraum Symptome wahrnimmt, etwa tagsüber ständig müde ist, sollte darüber mit einem Arzt sprechen – auch wenn die Watch keinen Warnhinweis liefert. (ims)

### Was tun, wenn die Watch auf eine mögliche Schlafapnoe hinweist?

Wenn die Watch Sie auf eine mögliche Schlafapnoe hinweist oder andere Gründe für die Annahme bestehen, sollten Sie darüber mit Ihrem Hausarzt sprechen. Er wird Sie bei Bedarf an ein Schlaflabor oder zu einem Spezialisten überweisen. Dort lassen sich im Rahmen einer Polysomnographie die Atmung, Herzfrequenz und andere Körperfunktionen während des Schlafs beobachten. Wenn sich der Verdacht bestätigt, kommen je nach Schweregrad der Schlafapnoe unterschiedliche Maßnahmen in Betracht. Im einfachsten Fall kann es helfen, abzunehmen, denn Übergewicht ist einer der wesentlichen Faktoren, die eine Schlafapnoe begünstigen. Gegebenenfalls zieht er auch einen HNO- oder kieferchirurgischen Eingriff in Betracht. Eine Operation birgt jedoch Gefahren und gilt nur selten als die beste Wahl. Am häufigsten kommt ein CPAP-Therapiegerät zum Einsatz. CPAP steht für Continuous Positive Airway Pressure. Das Gerät leitet über eine Nasen- oder Gesichtsmaske kontinuierlich einen leichten Überdruck in die Atemwege, um diese offenzuhalten.



# „Die Apple Watch gibt robuste Langzeitdaten aus“

Wir haben mit Wissenschaftlern der Technischen Hochschule Mittelhessen gesprochen, wie sie die Ergebnisse der Apple Watch im Schlaflabor (siehe S. 36) einordnen. Die Dozentin für digitale Medizin, Prof. Dr. rer. physiol. Regina Conradt, forschte zum Thema unter anderem an der University of Oxford und am Royal Papworth Hospital in Cambridge, UK. Patrick Fischer, M. Sc., ist Dozent für medizinische Messtechnik und promoviert im Bereich Mobile Diagnostic Solutions.

Von Inge Schwabe

**Mac & i:** Wenn Sie sich die Ergebnisse unserer Untersuchung ansehen – wie zuverlässig ist die Apple Watch bei der Erkennung von Schlafapnoe?

**Conradt:** Die Apple Watch beurteilt das Auftreten von obstruktiven Atmungseignissen. Hierbei kommt es nach einer Unterbrechung zu typischen, kurzzeitigen Bewegungen des Körpers, die sich gut am Handgelenk detektieren lassen. Die seltenerne Form von zentralen Atmungsstörungen, bei der das Gehirn den Anreiz zur Atmung verändert, erfasst sie nicht.

Die vorliegenden Ergebnisse entstanden mit einem Patienten mit ausgeprägter obstruktiver Schlafapnoe. Diese beeinträchtigt die Schlaf-, Atmungs- und Bewegungsmuster des Patienten stark. Daher ist mit geringem Aufwand hinreichend darstellbar, wie ausgeprägt die Erkrankung ist. Bei einer weiteren Aufzeichnung, die unter effektiver Therapie erfolgte, haben sich die Schlaf-, Atmungs- und Bewegungsmuster des Patienten normalisiert. Auch dies ließ sich einfach erfassen und zeigt deutliche Unterschiede zur Situation bei ausgeprägter Schlafapnoe.

**Fischer:** Die Watch gibt robuste Langzeitdaten aus und funktioniert gut in den Extremen. Sprich für Patienten, die nicht vom Schlafapnoesyndrom betroffen sind, und für solche, die stark daran leiden.

Wirklich schade ist, dass Apple die Ergebnisse auf einen einzelnen Wert für die gesamte Nacht reduziert.

**Mac & i:** Ist es nicht verwunderlich, dass Apple die Schlafphasen und die nächtlichen Atemstörungen vorrangig anhand der Signale des Bewegungssensors erfasst?

**Fischer:** Es ist durchaus beeindruckend, dass die Uhr Atemaussetzer im Schlaf anhand der Handgelenksbewegung abschätzen kann. Allerdings gab es bereits vor 10 Jahren erste Arbeiten, die ein Screening mithilfe von Wearables beschreiben. Vermutlich ist es

die einzige Möglichkeit für Apple, dieses Feature energieeffizient anzubieten.

**Mac & i:** Kann der Nutzer einschätzen, ob die Daten und eine Warnung der Apple Watch berechtigt sind?

**Fischer:** Da der genaue Algorithmus für uns eine Blackbox darstellt, kann man dazu leider nicht viele Informationen geben. Wichtig zu wissen ist, dass es sich nicht um ein überprüftes Medizinprodukt handelt. Man sollte auf jeden Fall einen längeren Zeitraum betrachten. Gerade leichte und mittelgradige Ausprägungen einer Schlafapnoe zeigen gravierende Nacht-zu-Nacht-Variationen. Auch könnten andere Störungen zugrunde liegen, mit denen eine erhöhte motorische Aktivität einhergeht. Es muss klar sein, dass es sich hier nur um einen indirekten Aufzeichnungsparameter handelt, der mit Atmungsstörungen korrelieren kann, aber nicht muss.

**Mac & i:** Gibt es denn Fehlerquellen oder Umstände, unter denen die Apple Watch eine Schlafapnoe gegebenenfalls nicht erkennen kann?

**Fischer:** Wenn Patienten in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind oder weitere Störungen oder Erkrankungen vorliegen, kann die Uhr Bewegungen falsch interpretieren. Zwar hat Apple in seine eigenen Studien auch Patienten inkludiert, die perio-



dische Bewegungen der Extremitäten im Schlaf aufweisen. Doch wurden weder die zugrunde liegenden Daten noch Ergebnisse deziert für einzelne Patientengruppen präsentiert. Auch bei Personen mit komplexen nächtlichen Atmungsstörungen werden die Ergebnisse nicht die Ausprägung der Atmungsstörungen korrekt wiedergeben.

**Mac & i:** Wie sollten Nutzer die gesammelten Daten interpretieren und mit Warnings umgehen?

**Conradt:** Bei Watch-Trägern, die auf den Verdacht einer ausgeprägten Schlafapnoe hingewiesen werden, ist eine schlafmedizinische Diagnostik unbedingt erforderlich. Falls die Apple Watch über einen längeren Zeitraum Hinweise auf eine Schlafapnoe gibt und man selbst unter einer verminderten Tagesbefindlichkeit leidet, sollte man ebenfalls eine schlafmedizinische Abklärung in Betracht ziehen. Auf keinen Fall sollte man sich unter Druck setzen, nur weil es Hinweise auf eine leichtgradige Schlafapnoe gibt, wenn man selbst keine Beeinträchtigungen empfindet.

**Fischer:** Auch umgekehrt kann man sich nicht sicher sein: Selbst wenn die Watch kein erhöhtes Risiko anzeigt, könnte man trotzdem am Schlafapnoesyndrom leiden. Wichtig ist immer der gesunde Menschenverstand. Wenn Sie Tagesmüdigkeit und Konzentrationsprobleme haben, wenn Ihnen Ihr Schlaf nicht erholsam erscheint oder Sie schnarchen, dann sprechen Sie bitte Ihren Hausarzt darauf an.

**Mac & i:** Welche Schritte sollten Betroffene konkret unternehmen?

**Fischer:** Sie sollten dies zunächst mit ihrem Hausarzt besprechen. Er wird mit Blick auf den Allgemeinzustand, die Anamnese und die medizinische Vorgeschichte abwägen, ob eine weitere Abklärung sinnvoll und notwendig ist.

**Mac & i:** Halten Sie es für sinnvoll, dass eine Uhr sich der Problematik von Schlafapnoe annimmt?

**Conradt:** Es gibt viele Menschen, die an einer nicht-diagnostizierten Schlafapnoe leiden. Das Aufzeigen einer möglichen Schlafapnoe kann Betroffene dafür sensibilisieren, sich mit dem Krankheitsbild und den Leitsymptomen – Schnarchen, Tagesmüdigkeit und Konzentrationsprobleme – zu beschäftigen. Das Gesundheitssystem gerät immer mehr



unter Druck. Den Hausarzt oder Schlafmediziner können Langzeitdaten bei der Erstdiagnose sinnvoll unterstützen.

**Mac & i:** Wie groß ist der Unterschied zu traditionellen Diagnosemethoden?

**Conradt:** Die Apple-Watch betrachtet nur eine spezielle Schlafstörung, die obstruktive Schlafapnoe, und ordnet die Ausprägung auf Basis der Bewegungen des Handgelenkes ein. Schlafapnoe ist jedoch ein Problem der nächtlichen Atmung. Um diese zu beurteilen, müssen auch Atmungssignale betrachtet werden: die Mund- und Nasenatmung, die Atmungsbewegungen von Brust und Bauch und die resultierende Sauerstoffsättigung. Dies geschieht bei einer respiratorischen Polygraphie. Sie genügt, wenn eine einfache Atmungsstörung zugrunde liegt. Bei einer komplexeren Atmungsstörung oder im Zusammenspiel mit einer anderen Schlafstörung wird eine vollständige Polysomnographie erforderlich: Eine Polysomnographie erfasst neben der Atmung auch den Herzschlag, das Schlafmuster und das Bewegungsmuster von Kinn und Extremitäten. Auf dieser Basis lässt sich genau differenzieren, wie Schlaf, Atmung, Kreislauf und Bewegungsmuster aufeinander einwirken und welche Schlafstörung im Einzelfall vorliegt.

**Mac & i:** Könnten die Daten der Apple Watch in die klinische Praxis integriert werden, um die Diagnose und die Behandlung von Schlafapnoe zu unterstützen?

**Conradt:** Ich denke, dass die Apple Watch hilfreich bei der Stufendiagnostik sein kann. Die Apple Watch zeigt ein mögliches Problem, der Patient spricht mit seinem Hausarzt, der die Ergebnisse mit typischen Leitsymptomen abgleicht. Für den Schlaf-

mediziner sind Langzeitdaten hilfreich, da er sie mit dem genauen Einblick in das Schlafverhalten einer Nacht, etwa durch eine Polygraphie oder Polysomnographie, abgleichen kann.

**Mac & i:** Wie behauptet sich die Watch allgemein gegenüber medizinischen Geräten?

**Fischer:** Apple hat mit der Apple Watch ein gutes Wearable geschaffen, das mit Funktionalitäten wie EKG, Puls, Sauerstoffsättigung und nun auch mit verschiedenen Schlafanalysen ein zuverlässiges Monitoring von Vitalparametern ermöglicht. Diese Funktionen sind nicht alle unter den sehr strikten Vorgaben eines Medizinprodukts umgesetzt und daher vielleicht weniger valide. Sie geben aber robuste Langzeitdaten, die für medizinische Fragestellungen sinnvoll sein können.

**Mac & i:** Welche neuen Gesundheitsfunktionen oder -technologien halten Sie für zukünftige Versionen der Apple Watch für wünschenswert / sinnvoll ...

**Conradt:** Die Erkennung von Bewegungsmustern, wie mit der Apple Watch interagiert wird, könnte für Demenzerkrankungen eine Rolle spielen.

**Fischer:** Das hätte bereits unsere Entwicklung einer App für Parkinson-Patienten erleichtert (siehe Mac & i Heft 1/2022, Anm. d. Red.). Apple sollte existierende Features wie die Schlafanalyse und die Analyse von Atemunterbrechungen weiter ausbauen und Informationen zur Validierung bei unterschiedlichen Personengruppen zur Verfügung stellen. Wünschenswert ist eine Feature zur Messung des Blutdrucks. Aber bitte nicht mit einem aufblasbaren Armband, denn die Blutdruckmessung am Handgelenk ist sehr fehleranfällig.

**Mac & i:** ... und welche davon für realisierbar?

**Fischer:** Für den Blutdruck könnte man eine ähnliche Größe über die sogenannte Puls-Transit-Zeit (PTT) abbilden. Diese Messung wäre vermutlich leicht realisierbar, Probleme sehe ich etwa bei der Kalibrierung. Für die PTT misst man im EKG die Zeit vom maximalen Ausschlag, der sogenannten R-Zacke, bis zur Ankunft der Pulswelle. Beide Sensoren existieren bereits einzeln und könnten kombiniert werden.

**Mac & i:** Vielen Dank für das Gespräch.  
(ims)



# Stage Manager individualisieren

Wem die neue Fensterverwaltung von macOS bislang zu beschränkt erscheint, der kann sie mit einfachen Terminal-Kommandos anpassen. 23 Tipps.

Von Wolfgang Kreutz

**D**en Stage Manager gibt es nahezu unverändert seit macOS 13 Ventura. Er sammelt die Fenster von inaktiven Apps seitlich in übersichtliche, kleine Stapel. Wie auf einer Theaterbühne stehen so nur die Hauptakteure im Fokus, während Ablenkungen in den Hintergrund treten.

Sie aktivieren den Stage Manager im Kontrollzentrum, per Tastenkürzel (siehe Kasten „Stage Manager auf Tastendruck“) oder über die Systemeinstellung „Schreibtisch & Dock“. An dieser Stelle bietet macOS lediglich zwei Optionen an, um das Verhalten zu beeinflussen (siehe Tipp 1 und 2).

Diese Einstellungen merkt sich macOS in der Preferences-Datei `~/Library/Preferences/com.apple.WindowManager.plist`. Wir haben zahlreiche weitere versteckte und nicht dokumentierte Optionen zusammengetragen, mit denen Sie den Stage Manager detailliert an Ihre Bedürfnisse anpassen.

Änderungen an den Einstellungen nehmen Sie am besten mit dem Kommando `defaults` im Dienstprogramm „Terminal“ vor, das Sie etwa per Spotlight starten. Keine Sorge, das ist nicht schwer oder riskant. Direkte Änderungen an solchen Dateien mit einem Texteditor kommen nicht zuverlässig bei macOS an.

Das Terminal-Kommando ist wie folgt aufgebaut:

```
defaults write com.apple.WindowManager <EINSTELLUNG> <TYP> <WERT>
```

Den Namen der `<EINSTELLUNG>` finden Sie bei den jeweiligen Tipps. Was Sie bei `<TYP>` und `<WERT>` angeben müssen, ist davon abhängig, worauf sich eine Einstellung bezieht. Relevant sind hier drei Wertetypen:

- Hinter `-float` geben Sie als `<WERT>` eine Gleitkommazahl wie `.3` oder `3.5` ein. Als Dezimalzeichen müssen Sie den Punkt verwenden, wie im Englischen üblich. Auch negative Zahlen sind möglich (`-1.5`).

- `-int` steht für ganze Zahlen und erlaubt ebenfalls negative Werte.
- Einstellungen mit `-bool` lassen sich per `true` oder `yes` einschalten sowie per `false` oder `no` ausschalten.

Sofern in den Tipps nicht anders angegeben, sollten Sie jedoch keine negativen Werte verwenden.

Um zum Standardwert zurückzukehren, müssen Sie die jeweilige Einstellung aus den Einstellungen entfernen:

```
defaults delete com.apple.WindowManager <EINSTELLUNG>
```

Möchten Sie sämtliche Änderungen loswerden, geben Sie den Befehl ohne eine Einstellung ein. Damit wird die Preferences-Datei geleert und macOS greift auf die Werkseinstellungen zurück, was den Stage Manager auch wieder deaktiviert:

```
defaults delete com.apple.WindowManager
```

Die meisten Einstellungen wirken sich unmittelbar auf den Stage Manager aus. Sollten Sie keine Wirkung sehen, probieren Sie extreme Werte aus. Mit der Pfeiltaste nach oben gelangen Sie im Terminal zum letzten Befehl. So können Sie zum Ausprobieren die Werte einfach anpassen, ohne das Kommando komplett neu eingeben zu müssen.

Der Stage Manager lässt sich über das Terminal via `killall WindowManager` auch neu starten. In der Regel ist das aber nicht nötig.

Wenn Sie die Terminal-Befehle in einer Skriptdatei mit der Endung „command“ sammeln, können Sie diese auf einen anderen Mac übertragen und per Doppelklick ausführen. Dazu müssen Sie die Datei einmalig als ausführbar kennzeichnen:

```
chmod +x /Pfad/zu/StageManager.command
```

## 1 Fensterstapel nur temporär einblenden

Wenn Sie in der Systemeinstellung „Schreibtisch & Dock“ die Option „Letzte Apps in Stage Manager anzeigen“ ausschalten, verschwinden die Stapel vom Bildschirmrand. macOS blendet sie dann lediglich ein, wenn Sie den Mauszeiger an die entsprechende Bildschirmkante bewegen. Die Einstellungen können Sie auch per Terminal vornehmen:

```
defaults write com.apple.WindowManager AutoHide -bool true
```

## 2 Fenster einzeln ablegen

Normalerweise gruppieren Stage Manager alle Fenster eines Programms. Sie erscheinen mit Klick auf einen Stapel gleichzeitig auf der Bühne. Der Stapel selbst verschwindet dabei aus dem Stage Manager. Das Verhalten lässt sich in der Systemeinstellung „Schreibtisch & Dock“ mit der Option „Fenster einer App anzeigen“ von „Alle gleichzeitig“ auf „Einzeln“ umschalten – oder Sie verwenden das Terminal:

```
defaults write com.apple.WindowManager AppWindowGroupingBehavior -int 1
```

In diesem Modus gelangt stets nur ein Fenster aus einem Stapel auf die große Bühne. Ein erneuter Klick wechselt zum nächsten Fenster. Umschalt-Klick oder Drag & Drop fügt ein Fenster zur Bühne hinzu, sodass dann doch mehrere gleichzeitig sichtbar sind. Solche Fenster können Sie mit der Maus auch wieder zurück in den ursprünglichen Stapel legen.

## 3 Animationen abschalten/beschleunigen

Die Animationen von macOS werden Sie in der Systemeinstellung „Bedienungshilfen > Anzeige“ mit der Option „Bewegung reduzieren“ los. Diese gilt jedoch systemweit und beeinflusst auch Mission Control. Um sich ausschließlich im Stage Manager der umherfliegenden Fenster zu entledigen, erhöhen Sie einfach die Animationsgeschwindigkeit:

```
defaults write com.apple.WindowManager AnimationSpeed -float 100
```

Ein Wert kleiner als 1 steht für eine Verlangsamung. Werte über 10 zeigen kaum noch wahrnehmbare Bewegungen. Mit der Einstellung beschleunigen Sie auch den App-Wechsel per Command + Tab.

## 4 App-Icon vergrößern

Die App-Icons an den Miniaturstapeln haben nicht nur dekorative Zwecke, sondern öffnen per Klick eine Übersicht aller Fenster eines Programms. Falls Sie oft danebenklicken, erhöhen Sie die Symbolgröße (der Standardwert ist 40):

```
defaults write com.apple.WindowManager AppIconSize -float 80
```

Zudem können Sie die Vergrößerung beim Berühren des Icons einstellen, der Wert wird dabei zur oben eingestellten Symbolgröße addiert:

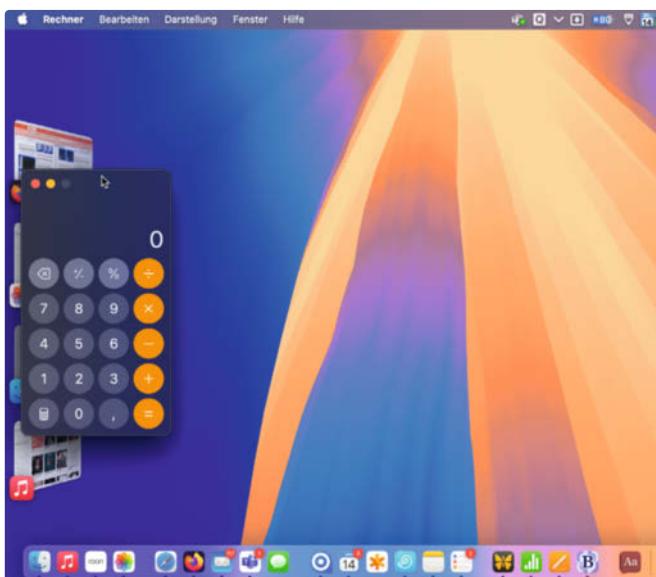
```
defaults write com.apple.WindowManager AppIconHoverScaleDistance -float 10
```



## 5 Stapel nicht ausblenden

Wenn Sie ein Fenster über die Stapel ziehen, werden diese normalerweise ausgeblendet, sobald das Fenster in die Nähe der Icons kommt (siehe auch Tipp 8). Wünschen Sie das nicht, lässt es sich abschalten:

```
defaults write com.apple.WindowManager AutoHideWhenOccluded -bool false
```



## 6 Perspektive der Miniaturen einstellen

Sind die Mini-Fenster permanent sichtbar (siehe Tipp 1), ordnet macOS sie perspektivisch in den Raum gekippt an. Der Rotationswinkel lässt sich etwa von 75 auf 0 stellen, damit die Fenster flach erscheinen. Mit Werten bis 112 kippen Sie die Miniaturen stärker in den Raum. Bei höheren Zahlen klappen sie aus dem sichtbaren Bereich. Negative Werte drehen die Fenster nach vorn:

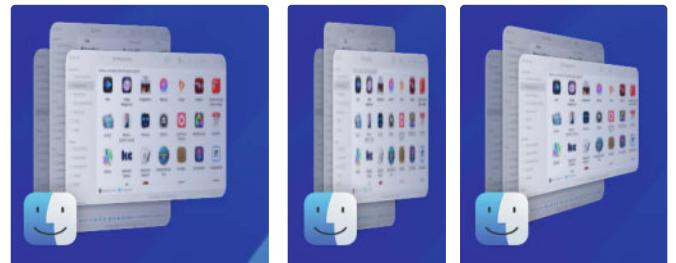
```
defaults write com.apple.WindowManager PileRotation -float 75
```

Sie können zudem den Fluchtpunkt der Perspektivenverzerrung überschreiben. Das müssen Sie explizit aktivieren:

```
defaults write com.apple.WindowManager PilePerspectiveDistanceOverride  
-bool true
```

Den Grad der Verzerrung legen Sie separat mit negativen Zahlen fest. Der Ausgangspunkt ist -1750. Zahlen bis -4 verstärken die Verzerrung zum Bildschirmmittelpunkt hin. Sehr niedrigere Werte wie -5000 lassen die Miniaturen sehr schmal erscheinen.

```
defaults write com.apple.WindowManager PilePerspectiveDistance -float -1750
```



## 7 Stapelzoom bei Mausberührung einstellen

macOS vergrößert die Fensterstapel ein wenig, sobald der Mauspfeil darüber schwebt. Um wie viele Pixel sie anschwellen, bestimmen Sie hiermit:

```
defaults write com.apple.WindowManager StripHoverScaleDistance -float 16
```

Ein Wert von 0 deaktiviert die Animation. Mit großen Werten wie 500 können Sie mehr Details in den Fenstern erkennen, allerdings verschwindet dann ein Teil hinter dem Bildschirmrand und wird von anderen Miniaturen verdeckt.



## 8 Automatisches Ausblenden anpassen

Möchten Sie den Stapelbereich ausblenden, wenn sich ein Fenster bereits einer Miniatur nähert und nicht erst dem App-Icon, erhöhen Sie den Schwellenwert:

```
defaults write com.apple.WindowManager AutoHideOverlapThreshold -float 128
```

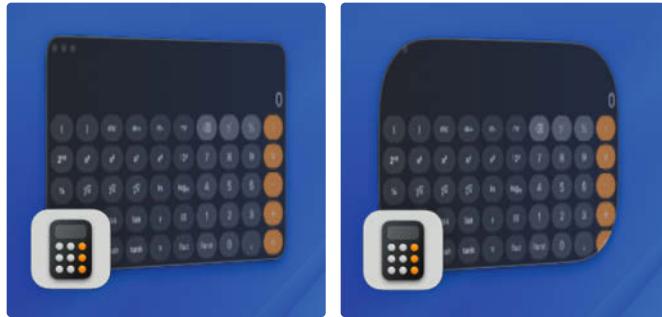
Die Stapel verschwinden dann, sobald ein Fenster weniger als 128 Pixel vom Bildschirmrand entfernt steht. Wenn Sie die Einstellung löschen und auf den Standard zurücksetzen, verwendet macOS die Icon-Größe (siehe Tipp 4).

## 9 Eckradius einstellen

Stören die abgerundeten Ecken der kleinen Fenster, setzen Sie den Radius einfach auf 0:

```
defaults write com.apple.WindowManager StripCornerRadius -float 0
```

Der Standardwert ist 8 und lässt sich auf bis zu 31 für eine extreme Abrundung erhöhen.



## 10 Stage Manager verschieben

Sie können den Abstand der Stapel vom linken Bildschirmrand beliebig einstellen:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripEdgeHorizontalInset -float 16
```

Mit 0 klebt der Stage Manager an der Bildschirmkante, höhere Werte bewegen ihn nach rechts.



## 11 Anzahl der Stapel erhöhen

Der Stage Manager zeigt abhängig von der Bildschirmauflösung nur wenige Stapel von den zuletzt genutzten Programmen. Mindestens sind es vier, bei sechs Stapeln ist jedoch Schluss – egal, wie groß Ihr Display ist. Scrollen können Sie nicht. Allerdings lässt sich das Minimum und Maximum mit zwei Kommandos einstellen:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripMinimumRowCount -int 7
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripMaximumRowCount -int 14
```

Das Beispiel ist ein guter Kompromiss für ein MacBook mit 16 Zoll in Standardauflösung. Bei höheren Minimalwerten kommt der Stage Manager dem Dock in die Quere und die äußersten Stapel verschwinden möglicherweise hinter den Display-Kanten.

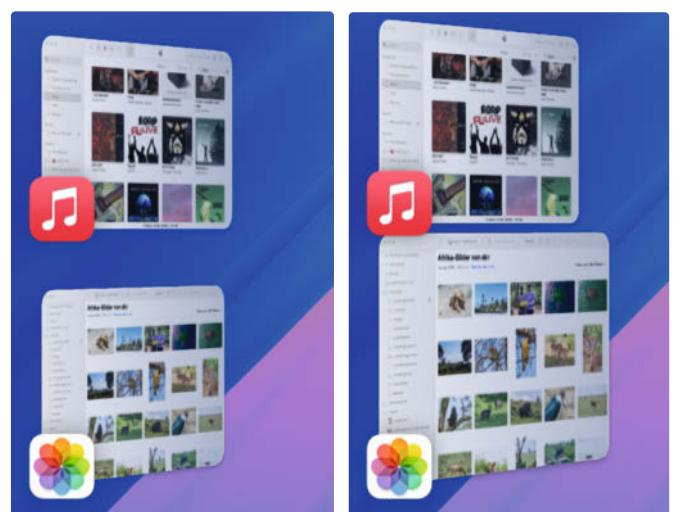


## 12 Stapelabstand verändern

Die Lücken zwischen den Fensternäckchen können Sie je nach Bedarf verringern oder vergrößern, indem Sie die Zahl 30 durch einen anderen Wert ersetzen:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripPileVerticalSpacing -float 30
```

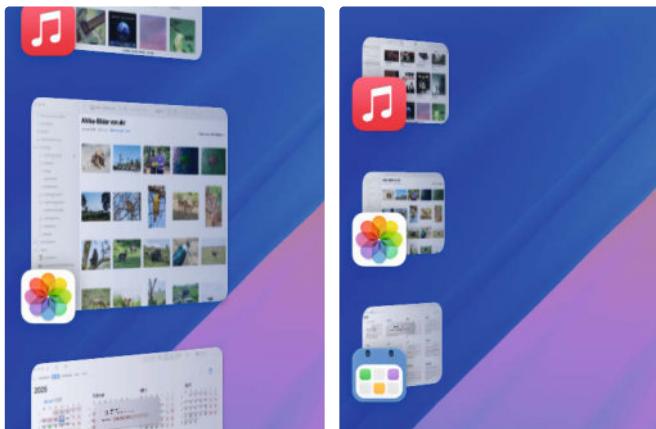
Die Stapel rücken dabei jedoch nicht enger zusammen oder auseinander, sondern werden skaliert, ohne ihre Position zu verändern. Um mehr Platz für weitere Stapel zu bekommen, müssen Sie sie insgesamt verkleinern (siehe Tipp 13).



## 13 Stapel skalieren

Insbesondere, wenn Sie mehr Stapel wünschen, bietet es sich an, diese abweichend vom Standardwert 160 zu verkleinern:

```
defaults write com.apple.WindowManager MaximumItemHeight -float 100
```



## 14 HDR-Inhalte abblenden

Wenn Sie in der Fotos-App HDR-Bilder anzeigen und dann eine andere Anwendung aktivieren, zeigt der Stapel von Fotos weiterhin möglicherweise überbelichtete Bilder wie einen gleißenden Sommerhimmel. Das können Sie jedoch abschalten:

```
defaults write com.apple.WindowManager PileShouldIgnoreHDR -bool true
```

Die Einstellung greift nicht unmittelbar, da macOS sich etwas Zeit lässt, bis es die Miniaturen mit normalem Dynamikumfang darstellt.



## 15 Ins Dock minimieren

Sobald der Stage Manager aktiv ist, verändert sich das Verhalten des gelben Minimieren-Buttons und von Command + M. Fenster werden dann in einem eigenen Stapel abgelegt. Sollen Fenster weiterhin ins Dock minimiert werden, lässt sich das jedoch einstellen:

```
defaults write com.apple.WindowManager StageManagerMinimizationBehavior -int 2
```

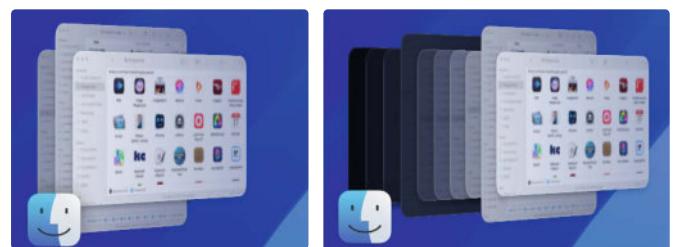
## 16 Mehr Miniaturen im Stapel

Standardmäßig zeigt ein Stapel maximal drei Fenster eines Programms. Wie viele Fenster sichtbar sind, lässt sich jedoch einstellen:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripPileMaximumItemCount -int 10
```

Bei einer höheren Zahl erscheinen hinten liegende Fenster jedoch nahezu schwarz. Sie können die Abstufung der Abdunklung jedoch reduzieren:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripStackDepthStepValue -float 0
```



## 17 Stapel verzögert einblenden

Bei bildschirmfüllenden Fenstern werden die Stapel ausgeblendet und fahren ins Bild, wenn der Mauspfeil 0,2 Sekunden an der Displaykante verweilt. Passiert Ihnen das häufiger versehentlich, erhöhen Sie den Verzögerungswert etwa von 0,2 auf 0,5:

```
defaults write com.apple.WindowManager AutoHideDelay -float 0.5
```



## 18 Fensterabstand im Stapel beeinflussen

Wie stark die einzelnen Fenster im Stapel aufgefächert werden, stellen Sie mit einem höheren oder niedrigeren Wert als 16 Pixel ein:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripPileInterItemHorizontalSpacing -float 16
```

## 19 Neue Stapel oben einfügen

Kommt durch Öffnen eines Programms ein neuer Stapel hinzu, erscheint dieser unterhalb der bestehenden Miniaturen – auf Wunsch geht das auch oberhalb:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripReplacementOrder -int 1
```

## Stage Manager interaktiv anpassen

Statt mit dem Terminal zu hantieren, können Sie auch den kostenlosen Prefs Editor von Thomas Tempelmann verwenden (siehe Webcode am Ende des Artikels). Geben Sie beim Start in das Filter-Feld „WindowM“ ein und drücken die Eingabetaste, um die Preferences-Datei des Stage Managers zu öffnen. Sie sehen dort alle zuvor per defaults write hinzugefügten Einstellungen. Wenn Sie einen Wert ändern und das Feld verlassen, wirkt sich das direkt auf den Stage Manager aus.

Mit dem Tool Prefs Editor können Sie Einstellungen und ihre Auswirkung besonders komfortabel ausprobieren.

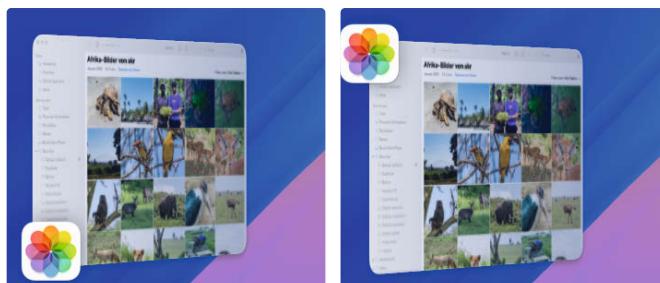
Key	Type	Value
AnimationSpeed	Number	3
AppIconHoverScaleDistance	Number	15
AppIconSize	Number	30
AutoHide	Boolean	<input type="checkbox"/> NO
EnableTilingByEdgeDrag	Boolean	<input type="checkbox"/> NO
EnableTopTilingByEdgeDrag	Boolean	<input type="checkbox"/> NO
GloballyEnabled	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/> YES
GloballyEnabledEver	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/> YES
HideDesktop	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/> YES

## 20 App-Icon positionieren

Mit zwei Befehlen können Sie das unten links stehende Programm-Symbol beliebig verschieben, etwa nach oben links:

```
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripAppIconBottomOffset -float -100  
defaults write com.apple.WindowManager LeftStripAppIconLeftOffset -float -10
```

Der Standardwert für BottomOffset ist 10; LeftOffset orientiert sich an der Position des Stage Managers (siehe Tipp 10).

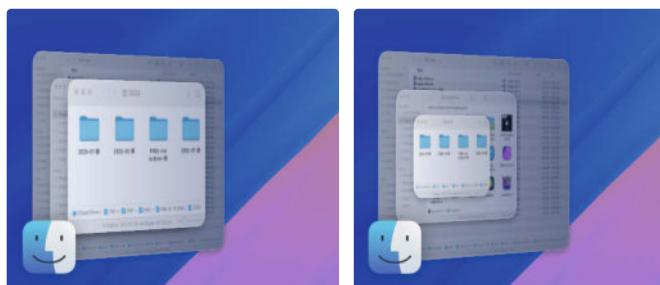


## 21 Größenverhältnis der Fenster anpassen

Normalerweise werden kleine Fenster im Stapel vergrößert dargestellt. Möchten Sie jedoch die tatsächlichen Proportionen aller Fenster zueinander sehen, setzen Sie die Minimalhöhe für die Miniaturen von 96 auf 0:

```
defaults write com.apple.WindowManager PreferredMinimumItemHeight -float 0
```

Die Einstellung beeinflusst zudem die Skalierung bei einer hohen Zahl von Stapeln (Tipp 11).



## 22 Verhalten für neue Fenster einstellen

Mit Umschalt-Klick holen Sie das oberste Fenster eines anderen Stacks auf die sichtbare Bühne. So kombinieren Sie etwa ein Finder-Fenster mit einem Numbers-Dokument. Öffnen Sie dann mit Command+N ein neues Finder-Fenster, gesellt es sich zur sichtbaren Bühne. Wenn Sie das Verhalten abschalten, erscheint das neue Fenster auf der Finder-Bühne, zu der macOS dann auch wechselt:

```
defaults write com.apple.WindowManager EnableAutomaticNewWindowAddToWindowSet -bool false
```

## 23 Fensterübersicht konfigurieren

Mit Klick auf das App-Icon erscheint eine Übersicht der Fenster eines Stacks – ähnlich wie in Exposé. Allerdings stehen dafür maximal drei Spalten zur Verfügung. Haben Sie mehr Fenster als hineinpassen, können Sie die Spaltenanzahl erhöhen:

```
defaults write com.apple.WindowManager InlineAppExposeMaximumColumnCount -int 5
```

Reicht der Platz nicht aus, reduzieren Sie den Spaltenabstand von 48 etwa auf 10:

```
defaults write com.apple.WindowManager InlineAppExposeStripPileHorizontalSpacing -float 10
```

Auch die Größe der App-Icons bei jedem Fenster ist einstellbar:

```
defaults write com.apple.WindowManager InlineAppExposeIconSize -float 24
```

Wenn Sie den Wert auf 0 herabsetzen, verschwinden die Icons. (wre)





# Statistik mit Numbers

Apples Tabellenkalkulation eignet sich gut für Einsteiger, um etwa Umsatzergebnisse oder Personaldaten auszuwerten. So berechnen Sie den korrekten Durchschnitt, verstehen die Verteilung von Verkaufszahlen und ermitteln aussagekräftige Verhältnisse in Ihren Daten.

Von Horst-Dieter Radke



## kurz & knapp

- Numbers erleichtert die Berechnung statistischer Kennzahlen wie Mittelwerte, Streuungsmaße und Verhältniszahlen.
- Eine sorgfältige Erfassung und Aufbereitung der Daten in einer Urliste bildet die Grundlage einer Auswertung.
- Mit wenigen Grundkenntnissen finden Sie die passende Auswertung für Ihre Fragestellung.

Zahlen haben einen schlechten Ruf. Statistiken erst recht. So lautet ein viel zitiert Spruch: „Traue keiner Statistik, die du nicht selbst gefälscht hast.“ Dabei begegnet man ihnen an allen Ecken und Enden, etwa bei Umsatzzahlen, Mitarbeiterstatistiken oder Marktanalysen. Möchten oder müssen Sie selbst Daten auswerten und präsentieren, bietet Ihnen Apples Tabellenkalkulation Numbers hilfreiche Werkzeuge dafür.

Numbers bietet für viele Berechnungen integrierte Funktionen, sodass Sie sich nicht die zugrunde liegenden mathematischen Formeln merken müssen. In diesem Artikel erwähnen wir zwar grob die mathematische Herleitung, tiefer gehende mathematische Vorkenntnisse benötigen Sie jedoch nicht, um das im Artikel Gezeigte nachzuvollziehen. Ganz ohne Theorie geht es allerdings nicht, denn Sie müssen wissen, welche Informationen Numbers für die jeweiligen Berechnungen benötigt. Damit Sie alles gut nachvollziehen können, bieten wir über den Webcode am Ende des Artikels alle Beispiele zum Download an.

### Voraussetzungen für statistische Auswertungen

Für eine statistische Auswertung benötigen Sie Daten. Diese fallen aber nicht vom Himmel, sondern Sie müssen sie beschaffen oder selbst erfassen. Statistiker sprechen von der **Datenerhebung**. Im einfachsten Fall liegen die Daten schon vor, sei es aus einer früheren Erhebung oder aus fremden (sekundären) Quellen, auf die Sie zugreifen können. In einem Unternehmen können Sie beispielsweise auf das betriebliche Rechnungswesen setzen, weil eine gesetzliche Aufbewahrungspflicht für die meisten dort erfassten Daten besteht. Auch in anderen Abteilungen fallen Daten an, zum Beispiel in der Personalabteilung, Warenwirtschaft oder Produktion. Sie müssen freilich gegebenenfalls eine Zugriffsberechtigung einfordern.

Liegen keine sekundären Quellen vor, beschaffen Sie die Daten selbst. Man spricht dann von primären Erhebungen. Dafür bieten sich zwei Methoden an: die Beobachtung und die Befragung.

Bei der **Beobachtung** ist das Zählen von Vorkommen (etwa Besucher eines Fußballstadions) eine gängige Methode, aber auch das Messen von Objekten (zum Beispiel Körpergrößen) oder die Zeitmessung von Abläufen.

Was sich nicht beobachten lässt, können Sie häufig durch eine **Befragung** ermitteln. Die üblichste Art sind Fragebögen, die entweder die Teilnehmer selbst oder ein Interviewer ausfüllen. Eine solche Umfrage richtig durchzuführen ist nicht immer einfach, da

### Formel oder Funktion?

Numbers scheint die Begriffe „Formel“ und „Funktion“ an einigen Stellen synonym und uneinheitlich zu verwenden. Im Einfügen-Menü ist von Formeln die Rede, während die Seitenleiste von Funktionen spricht.

Dahinter steckt aber durchaus eine Logik: Wenn Sie in einer Zelle ein Gleichheitszeichen (=) eingeben, erstellen Sie eine Formel. Ein Beispiel wäre „=SUMME(A) + SUMME(B)“. Der Bestandteil SUMME() innerhalb dieser Formel ist eine Funktion. Der Menübefehl „Einfügen > Formel > Summe“ erstellt also eine Formel, die aus einer einzigen Funktion besteht.

Sie bereits im Vorfeld vieles klären müssen. Umfragen sind jedoch nicht das Thema dieses Artikels.

Bevor Sie sich selbst die Mühe machen, schauen Sie, ob es eine Statistik zum gewünschten Thema bereits gibt. Eine gute Quelle für seriöse und verlässliche statistische Auswertungen ist das Statistische Bundesamt ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)).

### Datenaufbereitung

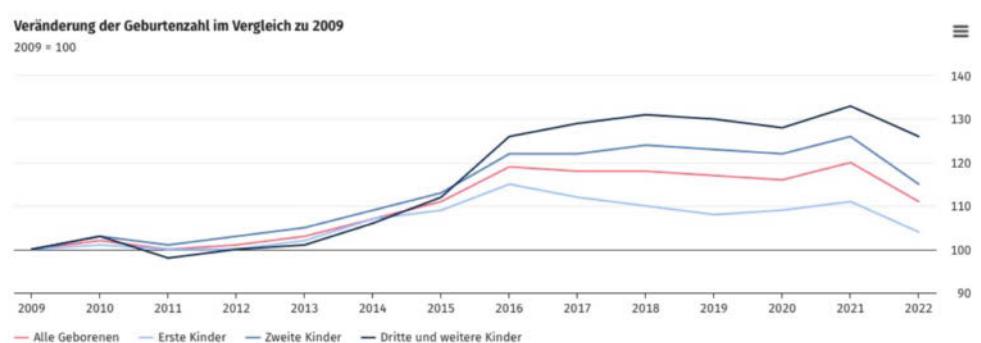
Liegen die Daten vor, müssen Sie diese aufbereiten. Manchmal reicht es, das Datenmaterial zu ordnen und dabei Unvollständiges zu entfernen. Nicht selten ist eine Verdichtung nötig, um die Masse der Daten in den Griff zu bekommen, beispielsweise indem Sie beieinanderliegende Daten zusammenfassen. Solch eine Liste von Daten in aufbereiteter Form nennt man **Urliste**. Als Grundlage für die folgenden Beispiele dient der Krankenstand eines Betriebs mit 50 Mitarbeitern.

In der Beispieldatei liegen die Werte der Tabelle „Mitarbeiterliste“ in der zweiten Spalte unsortiert vor. Um sie zu sortieren, führen Sie den Menübefehl „Organisieren > Sortieroptionen einblenden“ aus und legen im Reiter „Sortieren“ eine aufsteigende Reihenfolge für die Spalte „Krankentage“ fest. Klicken Sie abschließend auf die Schaltfläche „Jetzt sortieren“. So stehen die Mitarbeiter mit den geringsten Fehltagen oben und jene, die häufig krank waren, unten. Merken Sie sich den höchsten Wert in der letzten Zeile – in unserem Beispiel sind das 27 Tage.

Für die weitere Auswertung ist es hilfreich, diese Zahlen zu gruppieren, etwa nach Anzahl der Krankentage. Platzieren Sie dazu eine zweite Tabelle auf dem Blatt, etwa via „Einfügen > Tabelle > Einfach“. Geben Sie ihr den Titel „Häufigkeiten“. Über den Anfasser mit den zwei senkrechten Strichen rechts oben reduzieren Sie die Spaltenanzahl

auf zwei. Geben Sie als Spaltenstitel „Anzahl Krankentage“ und „Häufigkeit“ ein. Erhöhen Sie die Zeilenanzahl der Tabelle über den Anfasser unten links auf mindestens 29 Zeilen.

Sie müssen nun die Spalte „Anzahl Krankentage“ der zweiten Tabelle mit den Werten 0 bis 27 (höchste Zahl an Krankentagen) füllen. Numbers nimmt Ihnen dabei Tipparbeit ab: Tragen Sie in Zelle A2 eine „0“ ein und in A3 die „1“. Wählen Sie



Seite teilen



Das Statistische Bundesamt bietet aktuelle und aussagekräftige Statistiken zu unterschiedlichen Bereichen an.

Die Urliste wird zunächst nach der Anzahl der Krankentage sortiert.

Die Auswertung der Urliste erfolgt in einer zweiten Tabelle.

diese beiden Zellen mit gedrückter Maustaste aus und lassen Sie diese los. Sobald Sie mit dem Mauszeiger die untere Kante des Auswahlrahmens berühren, erscheint dort mittig ein gelber Punkt. Greifen Sie diesen und ziehen ihn so weit nach unten, bis die 27 in der letzten Zelle (A29) erscheint.

Die folgende Spalte „Häufigkeit“ soll jetzt errechnen, wie viele Mitarbeiter jeweils keinen Tag, einen Tag, zwei Tage und so weiter krank waren. Wer sich mit Excel auskennt, wird nach der Funktion HÄUFIGKEIT suchen und diese auch in Numbers finden. Leider funktioniert sie nicht so, wie von Excel gewohnt. Man muss sie in Numbers umständlich mit der INDEX-Funktion koppeln. Einfacher geht es mit der Funktion ZÄHLENWENN, die in den angegebenen Zellen Werte zählt, die einem vorgegebenen Wert entsprechen, etwa die Zahl der Mitarbeiter, die drei Tage krank waren.

Geben Sie in der Zelle B2 der Häufigkeiten-Tabelle das Gleichheitszeichen ein, um Numbers mitzuteilen, dass eine Formel zur automatischen Berechnung der Zelle folgt. Die rechte Format-Seitenleiste zeigt nun ein Funktionsverzeichnis. Wählen Sie in der Gruppe „Statistisch“ die Funktion ZÄHLENWENN aus und klicken auf „Funktion einfügen“. Numbers setzt die Formel mitsamt zwei Platzhaltern in die Zelle ein. Klicken Sie auf „Test-Array“ und ersetzen es mit der Spalte B (Krankentage) der Mitarbeiterliste, indem Sie das „B“ über der Spalte anwählen. Für den Parameter „Bedingung“ wählen Sie das Feld A2 direkt unter dem Spaltentitel „Anzahl Krankentage“ der zweiten Tabelle. Bestätigen Sie schließlich die Formel mit der Returntaste. Sie sollte als Ergebnis 5 liefern. ZÄHLENWENN ermittelt in diesem Fall, wie viele Zellen in Spalte B der Mitarbeiterliste dem Wert des zweiten Funktionsparameters entsprechen, der aus der Zelle A2 links der Formel geholt wird. Hier ist es die 0. Fünf Mitarbeiter waren also nicht krank (0 Krankheitstage).

Greifen Sie abschließend den gelben Anfasser unten am Auswahlrahmen der Zelle B2, um die Formel auf die Zellen darunter zu übertragen. Numbers passt sie dabei automatisch so an, dass sie als zweiten Parameter nicht erneut A2, sondern A3, A4, A5 und so weiter verwendet.

## Ermittlung statistischer Maßzahlen

Mit den zuvor beschriebenen Methoden haben Sie Datenmaterial in der Urliste erfasst, nach dem Merkmal „Krankentage“ geordnet und in einer zweiten Tabelle nach Häufigkeit verdichtet. Für eine

weitere Auswertung lassen sich spezielle Kennzahlen aus dem Material errechnen. Ziel ist es, die Verteilung der einzelnen Daten genauer zu beschreiben, einzelne Werte besser im gesamten Datenbestand einzuordnen und mögliche Bezüge zwischen verschiedenen Faktoren aufzuzeigen.

Gängige statistische Kennzahlen sind:

- Mittelwerte (wie viele Tage die Mitarbeiter im Durchschnitt krank waren)
- Streuungsmaße (wie groß die Streubreite der erfassten Werte ist)
- Verhältniszahlen (das Verhältnis zweier statistischer Größen bezogen auf eine statistische Masse)

Fügen Sie eine dritte Tabelle „Auswertung“ mit vier Zeilen und zwei Spalten hinzu. Geben Sie als Spaltentitel „Kennzahl“ und „Wert“ ein.

## Statistische Methoden

Die Statistik hat zwei wichtige Bereiche:

1. Die beschreibende (deskriptive) Statistik wertet Daten aus und bereitet sie auf. Sie macht sie durch Tabellen, Grafiken und Kennzahlen (wie Durchschnittswerte) anschaulich und verständlich.
2. Die schließende (induktive) Statistik geht tiefer: Sie untersucht die aufbereiteten Daten mit mathematischen Methoden, etwa der Wahrscheinlichkeitsrechnung. So lassen sich Muster und Zusammenhänge erkennen und Vorhersagen für die Zukunft ableiten.

## Typische Werte erkennen – zentrale Tendenzen

Um typische oder repräsentative Werte in einem Datensatz zu erkennen, verwendet man verschiedene Maßzahlen der zentralen Tendenz – auch Lagemaße genannt. Die bekannteste ist das arithmetische Mittel, im Alltag oft als „Durchschnitt“ bezeichnet. Doch je nach Datenlage und Fragestellung können andere Kennzahlen wie Modus, Median oder andere Mittelwerte aussagekräftiger sein.

Wenn Sie wissen möchten, welches Merkmal am häufigsten vorkommt, müssen Sie den **Modus** – den häufigsten Wert – ermitteln. Es ist das wohl am einfachsten zu bestimmende Lagemaß. Sie benötigen dazu die Funktion **MODALWERT**, die Sie in Zelle B2 einfügen. Geben Sie als Parameter die gesamte Spalte B (Krankentage) der Mitarbeiterliste an. Das Ergebnis ist 1, also waren die Mitarbeiter am häufigsten nur einen Tag krank.

Der **Median** (auch Zentralwert genannt) ist eine weitere wichtige Maßzahl der zentralen Tendenz. Er teilt eine sortierte Liste von Zahlen in zwei gleich große Teile: Die eine Hälfte der Werte liegt unter dem Median, die andere Hälfte darüber. Bei einer ungeraden Anzahl von Werten erschließt sich der Medianwert quasi von selbst: Er liegt genau in der Mitte der sortierten Liste. Bei einer geraden Anzahl von Werten nimmt man die beiden mittleren Werte und berechnet deren Durchschnitt (Summe geteilt durch 2).

Mit der Numbers-Funktion **MEDIAN** geht das natürlich einfacher und schneller. Als Parameter benötigt diese Funktion wieder eine Sammlung mit Werten, also etwa Spalte B (Krankentage) der Mitarbeiterliste. Das Ergebnis ist 2, was vielleicht auf den ersten Blick verwundert. Aber wenn Sie einen Blick auf die sortierte Spalte „Häufigkeiten“ werfen, erkennen Sie sofort, dass dieser Wert korrekt ist. Die Mitte der Werte befindet sich in den Zellen B26 und B27. Hier steht beide Mal die 2 und  $2+2:2=2$  ergibt wiederum 2. Die tatsächliche

## Kennzahlen auf Abruf

Numbers stellt einige Kennzahlen standardmäßig zur Verfügung, sobald Sie mehrere Zellen und Bereiche markiert haben. In der Statuszeile am unteren Rand ermittelt die App dann etwa die Summe und den Mittelwert. Praktisch: Diese Werte können Sie direkt in eine Tabelle ziehen, sodass dort die Formel mit allen Parametern vorliegt. Über das Zahnräder in der Fußzeile lassen sich auch weitere automatisch berechnete Funktionen hinzufügen.

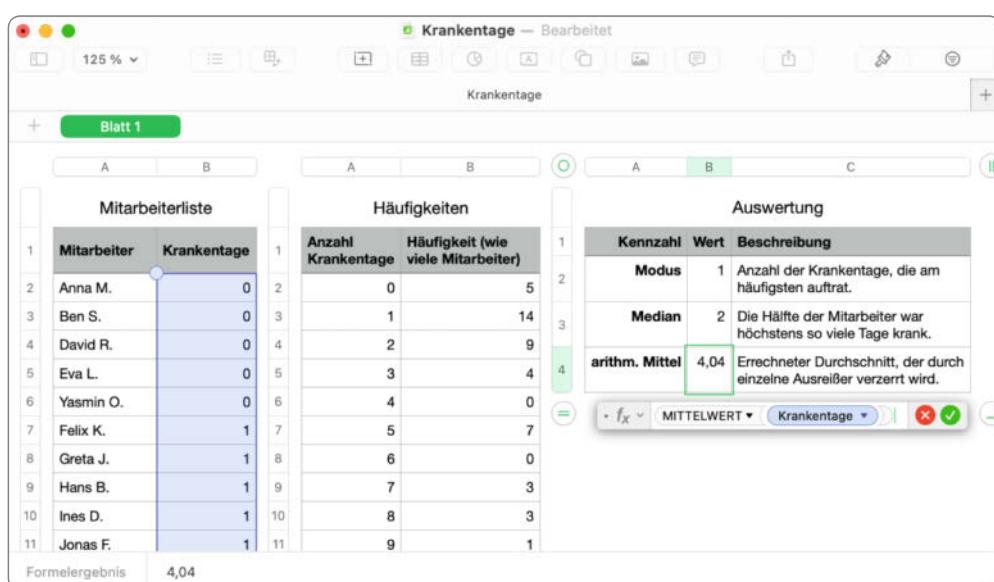
Sortierung der Tabelle ist für die Median-Funktion übrigens irrelevant, weil Numbers die Werte für die Berechnung intern sortiert.

Der Median ist hier vorteilhaft, weil er im Unterschied zum Durchschnitt nicht von einzelnen Langzeitkranken verzerrt wird. Die Hälfte der Mitarbeiter war höchstens zwei Tage krank, die andere Hälfte länger.

Das **arithmetische Mittel** ist sicherlich der bekannteste Mittelwert. Immer dann, wenn vom Durchschnitt gesprochen wird, ist in der Regel das arithmetische Mittel gemeint. Dabei teilen Sie die Summe aller Elemente durch ihre Anzahl. Auf das Beispiel angewendet: Die Summe der 50 Krankentage beträgt 202, dividiert durch die Anzahl 50 ergibt die 4,04. Das kann man sogar im Kopf ausrechnen. Bei anderen und umfangreicheren Datensammlungen könnte es aber komplizierter aussehen. Deshalb ist dabei die Funktion **MITTELWERT** von Numbers vorzuziehen.

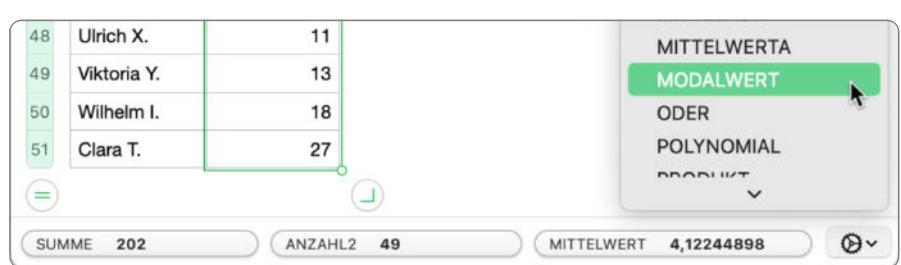
Für die folgenden Maßzahlen ist die Tabelle mit den Krankentagen nicht gut geeignet, weshalb hier jeweils eigene Beispieldatentabellen zum Einsatz kommen, die Sie ebenfalls im Download über den Webcode am Ende des Artikels vorfinden.

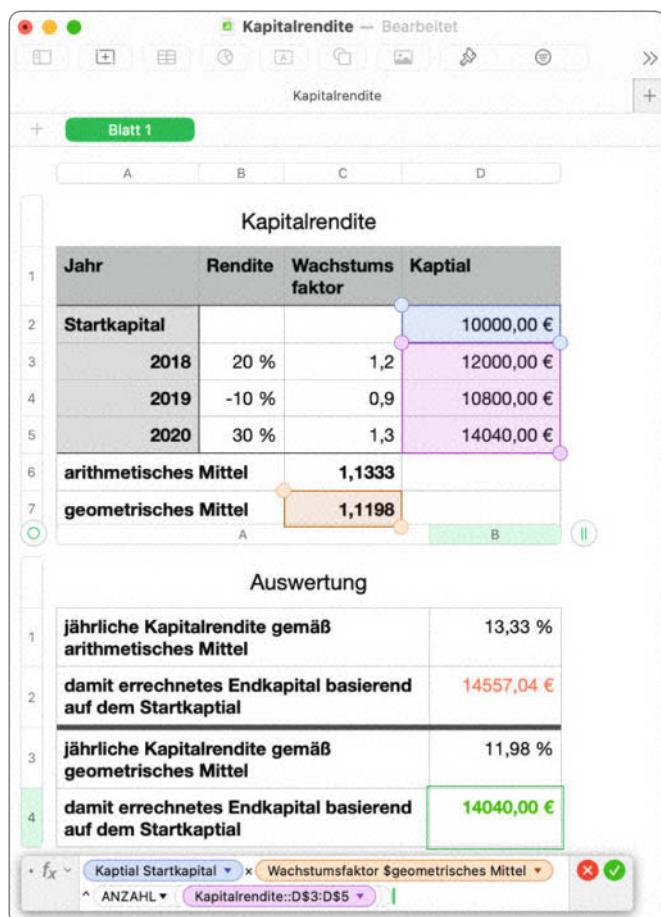
Handelt es sich um Wachstumsraten, etwa bei der Steigerung der Kapitalrendite, führt das arithmetische Mittel zu verzerrten Ergebnissen. Es ignoriert die multiplikative Natur von Wachstumsprozessen und liefert vor allem bei Schwankungen der Wachstumsraten irreführende Werte. Seien Sie daher vorsichtig, wenn Ihnen jemand „durchschnittliche“ Renditesteigerungen in großer Höhe verspricht! In solchen Fällen ist nämlich das **geometrische Mittel** die korrekte Wahl. Es berechnet die konstante jährliche Rendite, die zu demselben



Die Ermittlung statistischer Messzahlen wie beispielsweise Mittelwerte ist mit Numbers schnell und einfach zu bewerkstelligen.

Wichtige statistische Kennzahlen liefert Numbers in der Fußzeile des Fensters.





Feldbewässerung			
Abschnitt	Fläche	Wasserverbrauch	Verbrauch pro m <sup>2</sup>
A	52 m <sup>2</sup>	2.329 l	44,79 l/m <sup>2</sup>
B	102 m <sup>2</sup>	1.784 l	17,49 l/m <sup>2</sup>
C	148 m <sup>2</sup>	2.188 l	14,78 l/m <sup>2</sup>
D	31 m <sup>2</sup>	2.629 l	84,81 l/m <sup>2</sup>
E	65 m <sup>2</sup>	2.828 l	43,51 l/m <sup>2</sup>
F	92 m <sup>2</sup>	1.499 l	16,29 l/m <sup>2</sup>
G	238 m <sup>2</sup>	2.644 l	11,11 l/m <sup>2</sup>
H	211 m <sup>2</sup>	2.832 l	13,42 l/m <sup>2</sup>
I	299 m <sup>2</sup>	1.821 l	6,09 l/m <sup>2</sup>
J	85 m <sup>2</sup>	1.997 l	23,49 l/m <sup>2</sup>
<b>Gesamt</b>	<b>1.323 m<sup>2</sup></b>	<b>22.551 l</b>	
<b>Durchschnitt auf Gesamtfläche bezogen (C12÷B12)</b>			<b>17,05 l/m<sup>2</sup></b>
<b>arithmetischer Mittelwert</b>			<b>27,58 l/m<sup>2</sup></b>
<b>geometrischer Mittelwert</b>			<b>20,76 l/m<sup>2</sup></b>
<b>harmonischer Mittelwert</b>			<b>16,27 l/m<sup>2</sup></b>

Für Verhältnisgrößen bietet das harmonische Mittel die präziseste Auswertung.

Endkapital führt wie die tatsächlich schwankenden Wachstumsraten.

Die entsprechende Funktion in Numbers heißt GEOMITTEL und benötigt als Parameter nur den Bezug zur Spalte mit den Werten. Anders als beim arithmetischen Mittel werden diese Werte nicht addiert, sondern multipliziert. Aus dem Produkt wird anschließend die n-te Wurzel gezogen, wobei „n“ die Anzahl der Werte ist. Das Ergebnis entspricht der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (auch bekannt als jährliche Rendite), die ein konstantes Wachstum simuliert.

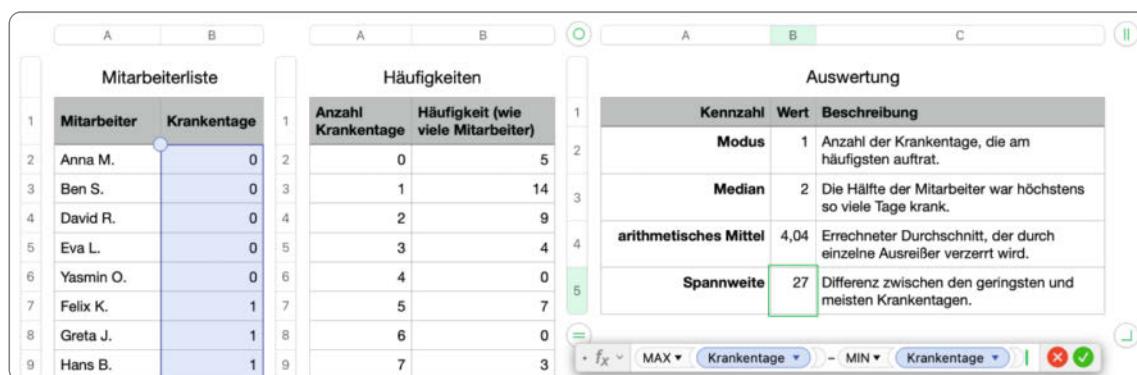
Wichtig: Für das geometrische Mittel dürfen Sie nur positive Zahlen größer als Null verwenden. Daher müssen Sie mit Wachstumsfaktoren wie 1,20 (+20 Prozent) oder 0,90 (-10 Prozent) arbeiten.

Die Beispieldatene „Kapitalrendite“ veranschaulicht dies anhand eines Startkapitals von 10.000 Euro, das in drei Jahren Wachstums-

raten von +20 Prozent, -10 Prozent und +30 Prozent durchläuft. Daraus ergibt sich durch das geometrische Mittel eine durchschnittliche jährliche Rendite von 11,98 Prozent. Diese entspricht einem konstanten Wachstum, das zum gleichen Endkapital von 14.040 Euro führt wie die tatsächlichen, schwankenden Wachstumsraten.

Beim arithmetischen Mittel kämen hingegen 13,33 Prozent heraus, was zu einem Endkapital von 14.557 Euro führen würde. Dies zeigt, warum das arithmetische Mittel ungeeignet ist: Es überschätzt die Ergebnisse und liefert keine realistische Erwartung der tatsächlichen Kapitalentwicklung.

Das **harmonische Mittel** (in Numbers HARMITTEL) eignet sich besonders, wenn Sie Größen vergleichen, die als Verhältnis angegeben werden. Die Beispieldatene „Feldbewässerung“ verdeutlicht am Wasserverbrauch pro Quadratmeter (l/m<sup>2</sup>), dass das harmonische Mittel kleinere Verbrauchswerte stärker gewichtet, besonders wenn



Die Spannweite wird über den höchsten und niedrigsten Wert ermittelt.

	A	B	C
1			
2			
<b>Auswertung</b>			
3	Kennzahl	Wert	Beschreibung
4	<b>Modus</b>	1	Anzahl der Krankentage, die am häufigsten auftrat.
5	<b>Median</b>	2	Die Hälfte der Mitarbeiter war höchstens so viele Tage krank.
6	<b>arithmetisches Mittel</b>	4,04	Errechneter Durchschnitt, der durch einzelne Ausreißer verzerrt wird.
7	<b>Spannweite</b>	27	Differenz zwischen den geringsten und meisten Krankentagen.
8	<b>Mittlere Abweichung</b>	3,411	Die Anzahl der Krankentage weicht im Durchschnitt um 3,4 Tage vom Median ab.
<input type="button" value="• fx"/> <input type="button" value="VARIANZEN"/> <input type="button" value="Krankentage"/> <input type="button" value="x"/> <input type="button" value="✓"/>			

Die Varianz summiert die Quadrate der Abweichungen vom Mittelwert und ist damit schwer zu interpretieren.

Die mittlere Abweichung ist aussagekräftiger als die Spannweite.

diese aus großen Arealen stammen. Es bildet dadurch den tatsächlichen mittleren Verbrauch realistischer ab, da große Flächen mit niedrigem Verbrauch einen größeren Einfluss auf das Gesamtergebnis haben.

Im Vergleich beeinflussen beim arithmetischen Mittel Abschnitt mit hohem spezifischem Verbrauch den Durchschnitt besonders stark, auch wenn sie nur kleine Flächen betreffen. Bei ungleich großen Arealen führt das zu Verzerrungen. Das geometrische Mittel gleicht extreme Werte besser aus, berücksichtigt Flächenunterschiede aber weniger stark. Demgegenüber gewichtet das harmonische Mittel große Flächen mit geringem Verbrauch stärker und liefert so einen realistischeren Durchschnitt – also die beste Wahl zur Analyse von Verbrauchswerten auf ungleich verteilten Flächen.

Es gibt noch eine Reihe weiterer Mittelwerte und entsprechende Funktionen dazu, wir haben uns hier auf die geläufigsten beschränkt.

### Gut verteilt? – Streuungsmaße

Bei den oben genannten Lagemaßen wird versucht, ein Zentrum in der Datenverteilung zu ermitteln. Wichtig ist es aber auch, zu erkennen, wie die Daten gestreut sind – das heißt, wie sie sich über den zugrunde liegenden Bereich verteilen. Ein wenig hat dies schon die Häufigkeitsverteilung in der Beispieldatei zu den Krankentagen gezeigt. Man erkennt dort auf den ersten Blick, dass die meisten Mitarbeiter nur einen Tag krank waren. Mittelwerte sind jedoch weniger hilfreich, wenn sie nicht gut mit den tatsächlichen Datenwerten übereinstimmen. Im ersten Beispiel lag das arithmetische Mittel bei 4,04 Krankentagen, obwohl kein Mitarbeiter 4 Tage krank

war. Die Einordnung eines Einzelwerts zu den Gesamtwerten ist also so kaum möglich. Um den Mittelwert richtig einzuordnen, müssen Sie deshalb zusätzlich Streuungsparameter berechnen, was wir an der ersten Tabelle mit den Krankentagen veranschaulichen.

Das einfachste Streuungsmaß ist die **Spannweite**, die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Wert. Das gelingt über die simple Formel MAX(Krankentage) - MIN(Krankentage).

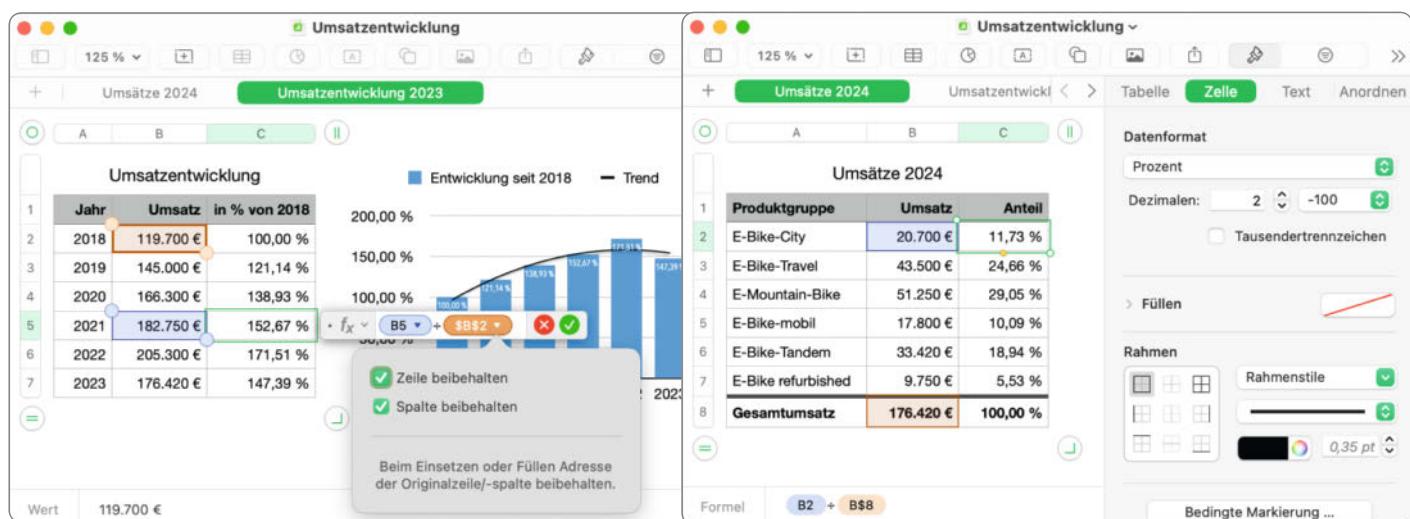
Vielleicht erscheint Ihnen dieses Streuungsmaß als nicht sehr nützlich, da es im Beispiel dem größten Wert entspricht. Dennoch kann es oft helfen, den Mittelwert besser einzuordnen. So verrät ein Durchschnittseinkommen allein noch nichts über die tatsächliche Verteilung der Einkommen. Sind die untersten und obersten Werte bekannt, lässt sich das Durchschnittseinkommen schon ein wenig einordnen. Die Spannweite zeigt, wie weit das höchste Einkommen vom niedrigsten entfernt liegt. Allerdings ist die Spannweite noch stark von extremen Ausreißern nach oben oder unten beeinflusst, wie das Beispiel mit den Krankentagen anschaulich offenbart.

Die **mittlere Abweichung** zeigt, wie stark die einzelnen Werte um das arithmetische Mittel (Durchschnitt) streuen. Um sie zu berechnen, misst man die Abweichung jedes Wertes vom Durchschnitt, ignoriert dabei, ob die Abweichung positiv oder negativ ist, und berechnet das arithmetische Mittel der Abweichungen. Das klingt vielleicht kompliziert, aber es gibt in Numbers mit MITTELABW eine Funktion, die die gesamte Berechnung erledigt. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass extreme Werte weniger Einfluss auf das Ergebnis haben. Die mittlere Abweichung zeigt hier also, dass die Anzahl der Krankentage der einzelnen Mitarbeiter im Durchschnitt um 3,4 Tage vom arithmetischen Mittel (4,04) abweicht. Diese Kennzahl liefert also ein besseres Verständnis davon, wie gleichmäßig oder ungleichmäßig die Krankentage verteilt sind.

Ein weiteres Streuungsmaß ist die **Varianz**. Sie zeigt, wie stark reelle Werte um einen Mittelwert (auch Erwartungswert) streuen. Die Berechnung wäre ohne Numbers recht aufwendig, denn dazu teilt man die Summe aller

	Mittlere Abweichung	3,411	Die Anzahl der Krankentage weicht im Durchschnitt um 3,4 Tage vom Median ab.
6	<b>Varianz</b>	24,15	Die durchschnittliche quadratische Abweichung ( $\text{Tage}^2$ ) der einzelnen Krankentage vom arithm. Mittel.
7	<b>Standardabweichung</b>	4,965	Die durchschnittliche Abweichung der Krankentage vom arithm. Mittel, in derselben Einheit (Tage).
<input type="button" value="• fx"/> <input type="button" value="STABW"/> <input type="button" value="Krankentage"/> <input type="button" value="x"/> <input type="button" value="✓"/>			

Die Standardabweichung relativiert die Varianz und macht die Abweichung vom Mittel- oder Erwartungswert anschaulicher.



Mit Messzahlen lässt sich die Umsatzentwicklung ausgehend von einem Basisjahr (2018) berechnen.

quadrierten Abweichungen vom arithmetischen Mittel durch die Anzahl der Werte. Liegt lediglich eine Stichprobe vor, also nicht alle Werte einer Grundgesamtheit, teilt man durch die Anzahl der Werte minus 1.

Numbers stellt vier verschiedene Funktionen für die Berechnung der Varianz bereit. Die wichtigste ist VARIANZ, die Sie für Stichproben verwenden. Wenn Ihnen hingegen eine vollständige Erhebung vorliegt, nutzen Sie VARIANZEN. Die beiden zusätzlichen Funktionen VARIANZA und VARIANZENA können auch Ja/Nein-Werte (WAHR/FALSCH) in die Berechnung einbeziehen. Für unser Beispiel reicht die Funktion VARIANZEN.

Die Varianz ist jedoch schwer zu interpretieren, da sie eine Quadratzahl liefert. Sie wird hauptsächlich für weiterführende Berechnungen verwendet. Deshalb arbeitet man in der Praxis häufig mit der **Standardabweichung**, die Sie durch Ziehen der Quadratwurzel aus der Varianz erhalten. Diese Berechnung übernimmt die Numbers-Funktion STABW. Die Standardabweichung ist anschaulicher als die Varianz, weil sie die gleiche Einheit hat wie die ursprünglichen Werte. Sie lässt sich somit auch mit der mittleren Abweichung vergleichen und erweist sich in diesem Kontext als passender. Durch das Quadrieren werden Ausreißer nach oben stärker berücksichtigt. Das ist wichtig, weil Mitarbeiter mit vielen Krankheitstagen das Team deutlich stärker belasten als mehrere Mitarbeiter mit wenigen Krankheitstagen.

## Wer mit wem? – Verhältniszahlen

Viele Kennzahlen sind sogenannte Verhältniszahlen, die durch Division berechnet werden. Sie zeigen das Verhältnis zwischen zwei statistischen Größen, wie dem Umsatz in einzelnen Produktgruppen im Vergleich zum Gesamtumsatz oder der Umsatzentwicklung über mehrere Jahre.

Es ist wichtig, dass die Zahlen, die miteinander verglichen werden, sinnvoll zusammenhängen. So hat etwa der Umsatz einer Produktgruppe nichts mit den Kosten für Büromaterial zu tun. Wichtige Verhältniszahlen sind Gliederungszahlen und Messzahlen.

Gliederungszahlen zeigen, wie ein Teil zum Ganzen steht. Ein Fahrradhändler möchte zum Beispiel wissen, welchen Anteil bestimmte Produktgruppen zum Gesamtumsatz beigetragen haben. Dazu teilen Sie die Ein-

Die Summe der einzelnen Produktgruppen sollte immer 100 % ergeben, sonst stimmt etwas mit der Formel nicht.

zelwerte durch den Gesamtwert. Das Ergebnis liegt immer zwischen 0 und 1 und wird oft als Prozentzahl angegeben. Dies erreichen Sie in Numbers, indem Sie in der Formatseitenleiste unter „Zelle“ das Datenformat der ausgewählten Spalte auf „Prozent“ umstellen – Sie müssen das Ergebnis also nicht manuell mit 100 multiplizieren. In der Beispieldatenebene entspricht ein Einzelumsatz von 20.700 Euro bei City-E-Bikes, bezogen auf einen Gesamtumsatz von 176.420 Euro, einer Gliederungszahl von rund 0,1173, was Numbers als 11,73 Prozent darstellt. Alle Gliederungszahlen summiert ergeben 1 beziehungsweise 100 Prozent.

**Messzahlen** (oder Messziffern) vergleichen Werte, die sich über die Zeit oder an verschiedenen Orten unterscheiden. Damit lässt sich beispielsweise die Umsatzentwicklung über mehrere Jahre verfolgen. Um Messzahlen zu erstellen, legen Sie einen Basiswert fest, der die Messzahl 1 (oder 100 Prozent) wiedergibt. Dann vergleichen Sie alle anderen Werte mit diesem Basiswert. Im Beispiel ist das Jahr 2018 mit einem Umsatz von 119.700 Euro der Basiswert, der die Messzahl 1 entspricht. Der Umsatz des Jahres 2019, geteilt durch den Basisumsatz, ergibt eine Messzahl von rund 1,21 oder 121 Prozent. Es gab also einen Umsatzanstieg von 21 Prozent. Messzahlen können größer oder kleiner als 1 sein, aber niemals negativ.

## Fazit

Mit Numbers führen Sie statistische Auswertungen schnell und präzise durch. Die App bietet Ihnen alle wichtigen Funktionen für Mittelwerte, Streuungsmaße und Verhältniszahlen, ohne dass Sie sich komplizierte Formeln merken müssen. Entscheidend ist Ihr Verständnis dafür, welche statistischen Kennzahlen für Ihre spezifische Fragestellung am besten geeignet sind. Die vorgestellten Grundlagen liefern Ihnen dazu einen soliden Einstieg und führen Sie in die ersten Analysemöglichkeiten von Numbers ein. (wre)



**Horst-Dieter Radke** ist Wirtschaftsinformatiker und Autor von zahlreichen Fach- und Sachbüchern – zuletzt veröffentlichte er mit Gabi Brede das „Keynote Pages Numbers Handbuch“ im amac-buch Verlag. Er schreibt zudem Kriminalromane, Erzählungen und Wanderbücher.

# Grundlagen von Wi-Fi 7

Die ersten Apple-Geräte haben den jüngsten WLAN-Standard an Bord. Wir erklären, was neu ist und wie viel es bringen kann.

Von Johannes Schuster und Dušan Živadinović

Wi-Fi 7, auch bekannt als IEEE-Spezifikation 802.11be, kommt nicht nur in den iPhones 16 vor, sondern auch in immer mehr Netzwerkgeräten. Router mit Wi-Fi 7 nehmen wir ab Seite 60 unter die Lupe, in diesem Artikel beleuchten wir die Neuerungen und Vorteile im Vergleich zu den Vorgängern. Wir erklären die wesentlichen technischen Aspekte wie Frequenzbänder, Kanalbreite, räumliche Datenströme (MIMO), Modulation (QAM), gebündelte Kanalnutzung (MLO), Multiplexverfahren (OFDMA) und die Ausweichtechnik für den Schutz von Wetterradaren.

## Neues Frequenzband mit 6 GHz

Wi-Fi 7 kann wie bereits Wi-Fi 6E das 6-GHz-Band zusätzlich zu den etablierten 2,4-GHz- und 5-GHz-Bändern nutzen. Das 6-GHz-Band verdoppelt das verfügbare Spektrum fast. Im 6-GHz-Band stehen 480 MHz zur Verfügung (5,945 bis 6,425 GHz). Da es für dieses Band

bisher nur wenige Geräte gibt, ist es wenig in Gebrauch, sodass Störungen durch benachbarte 6-GHz-Funker selten sind. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit für hohe Datenraten und geringe Fehlerraten. Wi-Fi 7 geht effizienter als Wi-Fi 6E mit diesem Spektrum um, denn die Kanalnutzung und -verwaltung sind verbessert.

Aber da die Reichweite mit der Frequenz abnimmt, überbrücken beide, Wi-Fi 6E und Wi-Fi 7, mit dem 6-GHz-Band kürzere Strecken als 5- und 2,4-GHz-Signale.

## Kanalbreite verdoppelt

Ein großer Fortschritt von Wi-Fi 7 ist die verdoppelte Kanalbreite: Mit Wi-Fi 6 lassen sich bis zu 160 MHz breite Kanäle aufbauen, mit Wi-Fi 7 sind bis zu 320 MHz möglich, sofern die Signalgüte ausreicht. Diese Verdopplung erhöht die maximale Datenübertragungsrate, was alle Netzwerkanwendungen beschleunigt, also etwa große



## kurz & knapp

- Bild: Kl-generated mit freepik bearbeitet von Mac & i
- Wi-Fi 7 bringt meist sehr viel mehr als Wi-Fi 6 und etwas mehr als Wi-Fi 6E.
  - Insbesondere das 6-GHz-Band bietet eine höhere Bandbreite.
  - Viele Endgeräte wie auch die von Apple nutzen nur einen Teil des Potenzials.

Backups auf NAS-Geräte. Allerdings passt in das in Europa zur Verfügung stehende Spektrum von 480 MHz nur ein Kanal mit 320 MHz Breite. Sobald einer der Nachbar-Router diesen auch nutzt und dessen Signal Ihren eigenen Router erreicht, kommt es zu Einbußen. Daher sollte man seinem Router erlauben, die Kanalbreite selbstständig zu wählen. Wenn beispielsweise drei benachbarte Router im 6-GHz-Band funkten, kann jeder einen von maximal drei 160-MHz-Kanälen exklusiv nutzen und stört andere nicht.

## Mehr MIMO-Streams

Wi-Fi 7 sendet mittels Multiple Input Multiple Output (MIMO) mehr räumliche Datenströme gleichzeitig (Spatial Streams). Während Wi-Fi 6E bis zu 8 MU-MIMO (Multi-User MIMO) sendet, sind es bei Wi-Fi 7 bis zu 16. So kann ein Wi-Fi-7-Router mehr Laptops oder Smartphones gleichzeitig mit hohen Geschwindigkeiten versorgen, was in Umgebungen mit vielen Nutzern, wie Büros oder Stadien, von Vorteil ist.

## Verbesserte Modulationstechnik

WLAN prägt Daten als definierte Muster mittels der Quadrature Amplitude Modulation (QAM) auf Funkwellen auf. Wi-Fi 7 erhöht die QAM-Stufe von 1024 bei Wi-Fi 6 auf 4096 – oder kurz 4K QAM. So lassen sich 12 statt 10 Bits pro Symbol übertragen, was die maximale Gesamtdatenrate um rund 20 Prozent erhöht. Aber je mehr Bits der WLAN-Router pro Symbol aufprägt, desto dichter sind die Bits auf der Welle, und das erhöht beim Empfänger die Anfälligkeit gegenüber Störungen. Deshalb gilt vereinfacht: Eine hohe Modulationsstufe braucht eine hohe Signalgüte und diese lässt mit dem Quadrat der Entfernung nach.

## Multi-Link Operation auf mehreren Frequenzbändern

Ganz neu und besonders nützlich bei Wi-Fi 7 ist die Multi-Link Operation (MLO). Damit können Basisstation und Clients zwei oder mehr Frequenzbänder flexibel nutzen. Man unterscheidet vier Varianten.

Die aufwendigste, Simultaneous Transmit and Receive (STR), erhöht den Durchsatz und verkürzt die Signallaufzeit (Latenz), indem Router und Clients über zwei oder mehr Frequenzbänder gleichzeitig miteinander kommunizieren. Bis Wi-Fi 6E können sie zwar verschiedene Frequenzbänder nutzen, aber nicht simultan. Weil STR teuer und energiehungrig ist, wird diese MLO-Art nur in Tischgeräten wie Routern oder Access-Points eingebaut.

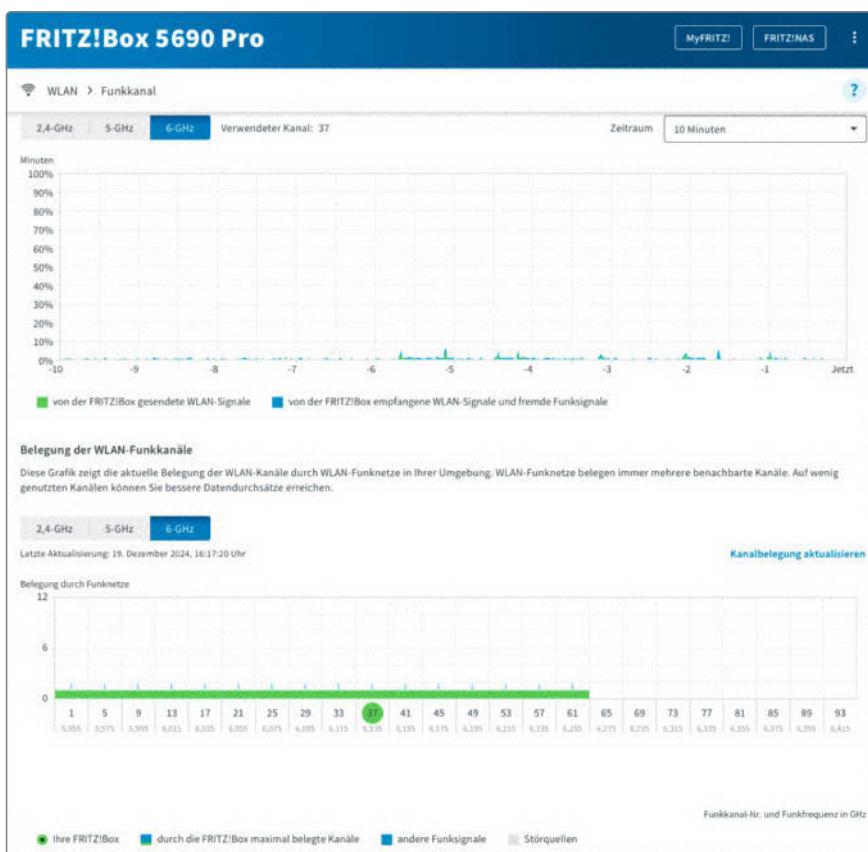
Für mobile Geräte mit nur einem Transceiver gibt es drei weitere MLO-Modi, nämlich: EMLMR (Enhanced Multi-Link Multi-Radio), EMLSR (Enhanced Multi-Link Single-Radio) und MLSR (Multi-Link Single-Radio).

Mit EMLMR kommunizieren Clients auf mehr als einem Kanal hochbitratig, jedoch nicht gleichzeitig auf allen verbundenen Kanälen. Davon profitieren Geräte, die für 5 und 6 GHz keine separaten Antennen, sondern nur eine Kombi-Antenne enthalten, typischerweise Notebooks. Sie funken simultan entweder über 2,4 und 5 GHz oder alternativ über 2,4 und 6 GHz. Mit der Basis sind sie jedoch über alle drei Funkkanäle verbunden, sodass diese für die Datenübertragung das gerade bessere Kanalpaar auswählen kann.

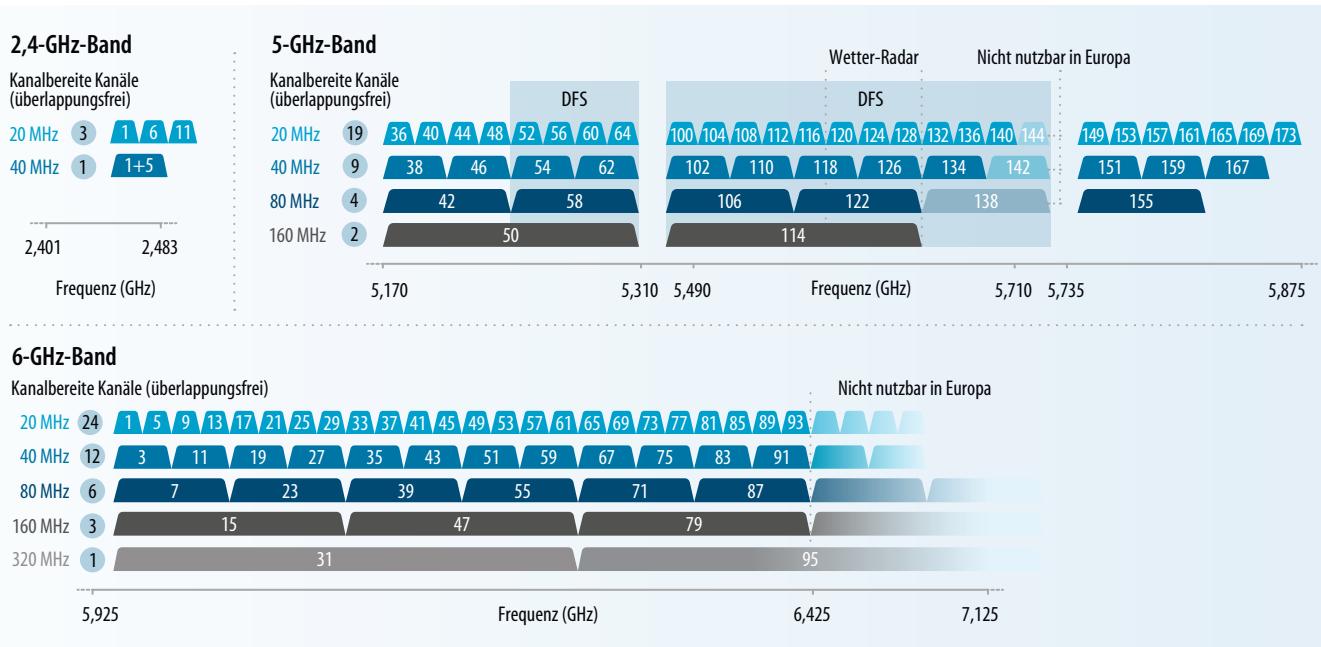
Mit Enhanced Multi-Link Single-Radio (EMLSR) halten Wi-Fi-7-Clients in zwei oder mehr Funkbändern gleichzeitig logische Verbindungen, schicken Daten aber nur über den jeweils besten Link. Das senkt die Latenz, weil mehr Sendemöglichkeiten als bei nur einem Band entstehen, und es erhöht die Verbindungsstabilität.

Mit dem dritten und einfachsten Modus, Multi-Link Single-Radio (MLSR), wechselt der Client mit geringer Verzögerung zwischen verschiedenen Funkbändern und meldet sich auf mehreren Kanälen an der Basisstation an. Dann wartet er auf einem davon auf eingehende Daten (EMLSR wartet auf mehreren). Die Basis stößt eine Übertragung mit einem Wecksignal an, der Client wechselt auf den damit zugewiesenen Kanal, empfängt die Daten und lauscht dann wieder auf einem Kanal. Die Basisstation kann nur den bestgeeigneten Funkkanal bestimmen. Durchsatz- oder Latenzverbesserungen sind mit MLSR nicht drin.

Auch Mesh-Systeme profitieren von Wi-Fi 7, besonders dann, wenn sie alle drei Funkbänder benutzen. Dabei ist das breiteste Band (6 GHz) als Backbone prädestiniert, weil es den höchsten Durchsatz liefert und daher mehr Clients versorgen kann als die schmaleren im 5- und 2,4-GHz-Band. Leider hat sich kein Mesh-Standard industriellemma durchgesetzt, sodass man die Vorteile einer Mesh-Infrastruktur nur dann ausschöpft, wenn man alle Mesh-Komponenten vom selben Hersteller kauft.



In der Bedienoberfläche der Fritzbox 5690 Pro sieht man, wie viel Kapazität das 6-GHz-Band bietet.



Die Grafik veranschaulicht, wie viel mehr Frequenzspektrum WLAN mit dem 6-GHz-Band hinzugewinnt. Außerdem ist zu sehen, in welchen Bereichen des 5-GHz-Bands WLAN-Router den Wetterradaren Vorrang geben müssen.

## Dynamische Subkanäle

Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA), das in Wi-Fi 6 eingeführt wurde, wird in Wi-Fi 7 weiter verfeinert. Anders als das altbackene Zugriffsverfahren Enhanced Distributed Channel Access (EDCA) kann das moderne OFDMA Datenübertragungen zwischen mehreren WLAN-Clients bündeln, was die Ressourcenverteilung durch die bis dahin mehrfach wiederholten Steuerungsinformationen beendet.

Auch unterteilt OFDMA einen Kommunikationskanal in viele Subkanäle (Resource Units). Die Basisstation ordnet dann Untermengen davon den gleichzeitig angekoppelten Clients zu. Wi-Fi 7 teilt Subkanäle feinteiliger zu als Wi-Fi 6, was die Netzerkleistung in Umgebungen mit vielen Geräten optimiert.

Treten Störungen durch konkurrierende WLANs oder schmalbandige Funkquellen auf, kann bei Wi-Fi 7 durch Aufsplittung in mehrere Subkanäle (Puncturing) noch ein Großteil des Spektrums weiter verwendet werden. Zuvor lag bei Störungen der gesamte Kanal brach.

## WLAN-Standards

Wi-Fi-Generation	IEEE-Standard	Max. Datenrate (Mbit/s)	Max. Kanalbreite	Max. MIMO-Streams	2,4 GHz	5 GHz	6 GHz	Start im Jahr
Wi-Fi 1	802.11b	11	20 MHz	–	✓	–	–	1999
Wi-Fi 2	802.11a	54	20 MHz	–	–	✓	–	1999
Wi-Fi 3	802.11g	54	20 MHz	–	✓	–	–	2003
Wi-Fi 4	802.11n	600	40 MHz	4	✓	✓	–	2009
Wi-Fi 5	802.11ac	6.936	80/160 MHz	8	–	✓	–	2013
Wi-Fi 6	802.11ax	9.608	160 MHz <sup>1</sup>	8	✓	✓	–	2019
Wi-Fi 6E	802.11ax	9.608	160 MHz	8	✓	✓	✓	2021
Wi-Fi 7	802.11be	46.120	320 MHz <sup>2</sup>	8 bis 16	✓	✓	✓	2023

<sup>1</sup> 80 MHz bei Apple-Geräten    <sup>2</sup> 160 MHz bei Apple-Geräten

## Kein Wetterradar und DFS

Im 5-GHz-Band können WLAN-Geräte nur die Kanäle 36 bis 40 frei verwenden. Ab dem Kanal 40 sind sie nur Zweitnutzer; Wetter- oder Flugradare haben Vorrang. Daher weichen WLAN-Router dynamisch per Dynamic Frequency Selection (DFS) auf eine freie Frequenz aus, wenn sie ein Wetterradar detektieren. Im 6-GHz-Band braucht es DFS nicht, weil dort kein Radar sendet. Mit Wi-Fi 7 reagieren Router schneller und zuverlässiger auf Radare, ohne die Verbindung zu unterbrechen.

## Fazit

Wi-Fi 7 erhöht gegenüber Wi-Fi 6 die maximale Datenrate von 9,6 Gbit/s auf 23 Gbit/s. Freilich brauchen Wi-Fi-7-Geräte dafür eine sehr hohe Signalgüte. WLAN bleibt allerdings ein Shared Medium, das die Kapazität unter den angebundenen Clients aufteilt. Und in Europa haben Funkregulierer das 6-GHz-Spektrum für WLAN so schmal gestaltet, dass darin nur ein doppelt so breiter Kanal (320 MHz) Platz findet. So können sich Nachbar-Router nicht aus dem Wege gehen und stören sich mehr oder müssen gleich auf 160 MHz herunterschalten. Vielleicht beschränken sich die Hersteller deshalb wie auch Apple auf 160 MHz. Die maximalen Durchsatzraten kommen wie üblich nur in Routernähe zustande. Außerdem sind viele Wi-Fi-7-Merkmale optional. Hersteller müssen zum Beispiel das 6-GHz-Band nicht nutzen und simultane Übertragungen auf allen Frequenzbändern sind keine Pflicht, um das Siegel Wi-Fi 7 tragen zu dürfen.

Unter Strich bleibt jedoch durch die Vielzahl der Neuerungen und die Verbesserung der Effizienz ein deutliches Plus gegenüber Wi-Fi 6E. Und im Vergleich zu Wi-Fi 6 fällt der Zuwachs noch sehr viel größer aus, vor allem, wenn das noch wenig frequentierte 6-GHz-Band genutzt wird. Es erscheint also empfehlenswert, beim heimischen Router auf den neuen Standard zu setzen, zumal Wi-Fi-7-Geräte mit wenigen Ausnahmen auf Wi-Fi 6 oder ältere Verfahren herunterschalten können. (jes)

# Router mit Wi-Fi 7 ausprobiert

Wir haben getestet, wie sehr Apple-Geräte in der Praxis von einem Accesspoint mit Wi-Fi 7 profitieren.

Johannes Schuster



Bild: iD generiert mit freepik; bearbeitet von Mac & i

Zum Vergleich haben wir sieben Router bestellt, die Wi-Fi 7 beherrschen und auf allen drei Funkbändern simultan arbeiten (Triband-Modul für 2,4, 5 und 6 GHz). Die Preisobergrenze haben wir auf 400 Euro gesetzt. Als Clients dienten ein iPhone 16 Pro mit Wi-Fi 7, ein iPad Pro 13" mit Wi-Fi 6E und ein MacBook Pro 16" mit M4 Pro und Wi-Fi 6E. Letzteres lieferte Ergebnisse derselben Größenordnung wie das iPad.

## Apple-Geräte als Clients

Alle drei Apple-Geräte eignen sich auch für das zuletzt freigegebene 6-GHz-Band, verwenden allerdings nur maximal 160 MHz breite Kanäle und zwei MIMO-Streams, was die Bruttobandbreite auf 2400 Mbit/s begrenzt. Gemäß Wi-Fi 7 sind aber 320 MHz und vier MIMO-Streams möglich. Einige Router können laut Datenblatt allein in diesem Frequenzband bis zu 5,76 Gbit/s liefern, was die Apple-Clients aber nicht ausschöpfen können. Auch zwei Apple-Clients gleichzeitig im selben WLAN auf den Server zugreifen zu lassen, erhöht die Maximalwerte nicht.

Apple gibt an, dass sich das iPhone 16 (Pro) gemäß Wi-Fi 7 für Multilinkoperation eignet (MLO). Unter MLO sind diverse Funktionen

und Übertragungsmethoden zusammengefasst, die optional sind. Apple führt nicht näher aus, um welche es sich handelt. Vermutlich kann es nicht in zwei Frequenzbändern gleichzeitig senden, sondern lediglich mehrere Verbindungen halten. Gesendet wird bei Multi-Link Single Radio (MSLR) dann nur auf dem jeweils besseren Kanal. Einzelheiten dazu finden Sie im Beitrag ab S. 56.

Für Durchsatzzmessungen der WLAN-Clients haben wir das Messprogramm iPerf3 verwendet. Als Gegenstelle (iPerf3-Server) arbeitet ein Computer, der über Ethernetkabel am Router angebunden ist. Die meisten WLAN-Router geben WLAN-Daten nur mit 2,5 Gbit/s über den Ethernetport an den Computer weiter, was den Durchsatz auf 2500 Mbit/s begrenzt. Bei zwei Kandidaten ist der schnelle Ethernetanschluss für den Internetzugang reserviert. Für Messungen bleibt dann normalerweise nur einer der Gigabitports übrig. Um diesen Flaschenhals zu umgehen, haben wir für WLAN-Messungen alle getesteten WLAN-Router als Accesspoints an einen Switch mit 10-Gbit-Ausgängen angekoppelt und diesen an einen anderen Router angeschlossen, der als DHCP-Server fungierte. So haben die WLAN-Clients mit ihrer jeweiligen maximalen

## kurz & knapp

- Apple-Anwender können von Routern mit Wi-Fi 7 besseren WLAN-Durchsatz erwarten.
- Vor allem im 6-GHz-Band liegt großes Potenzial.
- Bei der Ausstattung gibt es große Unterschiede zwischen den Kandidaten. Insbesondere bei den LAN-Anschlüssen.

Geschwindigkeit an die Testrouter gesendet und diese die Daten immerhin mit 2,5 respektive 10 Gbit/s zum iPerf-Server weitergereicht.

## Ideale Messumgebung

Als iPerf-3-Server diente ein Mac mini M1 mit einem 10-Gbit-Netzwerkadapter von OWC. Auf den Clients lief die App iPerf3 WiFi Speed Test. Um die WLAN-Strecke möglichst auszulasten, haben wir fünf parallele Übertra-

gungen konfiguriert (TCP-Streams) und pro Durchgang dreimal 30 Sekunden senden lassen. Für die Bewertung haben wir den besten Durchschnitt herangezogen.

Gemessen haben wir im Einfamilienhaus des Autors; in einiger Entfernung laufen zwei Nachbar-WLANs, die Übertragungen nur gering bremsen. Die Testgeräte befanden sich im Souterrain auf dem Büroschreibtisch, genauso wie die Clients bei der ersten Messung. Der zweite Messpunkt lag zwei Betondecken entfernt im Obergeschoss.

Um die Leistung in den drei Funkbändern zu beurteilen, haben wir die Transferraten im Up- und Download zunächst in getrennten WLANs für 2,4, 5 und 6 GHz ermittelt. Danach haben wir alle unter einer SSID zusammengefasst und Multilinkoperation (MLO) aktiviert. Die Ergebnisse finden Sie im Diagramm auf Seite 62.

Sobald ein WLAN den Empfang stört oder mehrere Clients im selben Netz unterwegs sind, brechen die Transferraten ein. Da in unseren Tests beides kaum vorkommt, liegen die Ergebnisse über dem Durchschnitt, den man in dicht besiedelten Gebieten mit vielen WLANs erwarten kann.

## Gemeinsamkeiten der Router

Alle Kandidaten erfüllen die oben genannten Mindestanforderungen dieses Tests (Wi-Fi 7, 6 GHz, Triband) und bauen 320 MHz breite Kanäle auf. So liefern sie maximal 5,76 Mbit/s im 6-GHz-Band. Zu den übrigen Merkmalen gehören Multilinkoperation (MLO), 4K-QAM (zur Erklärung der Begriffe bitte den Artikel auf S. 56 lesen.), Gastnetzfunktion, IPv6 und Mesh-Fähigkeit. Falls Sie ein Mesh-System einrichten wollen: Da sich

dafür bisher kein Industriestandard durchgesetzt hat, müssen alle Mesh-Komponenten vom selben Hersteller stammen.

## Unterschiede zwischen den Kandidaten

Bei der Anzahl der gleichzeitig bedienbaren Kanäle unterscheiden sich die Teilnehmer erheblich. Zwei MIMO-Streams in jedem Frequenzband sind Standard, ein Kandidat (Asus) bietet darüber hinaus drei bei 2,4 GHz und einer (AVM) jeweils vier. Zusammen mit der Kanalbreite ist der Wert für die Brutto-Transferrate verantwortlich. Die Gesamtdatenrate in der Tabelle ergibt sich aus der Addition der Werte in den drei Frequenzbändern und ließe sich aktuell nur mit vielen Clients zusammen erreichen.

Ausnahme wäre ein perfektes MLO, was aber noch kein uns bekanntes Endgerät bietet. Zudem beziehen fünf der Geräte das 2,4-GHz-Band nicht in Wi-Fi 7 und damit nicht in MLO ein. Bei ihnen hätte auch der beste Client nur Zugriff auf zwei Frequenzbänder gleichzeitig. Jeder der Kandidaten verfügt über mindestens eine Statusanzeige, manche bringen sogar mehr als 10 LEDs mit – die man in dem Fall aber auch per Schalter abdrehen kann.

## Internetzugang

Nur die Fritzbox bringt Modems für Glasfaser und DSL mit. Die anderen Teilnehmer benötigen entweder ein Modem oder einen anderen Router, der ihnen den Internetzugang per Ethernetkabel liefert. Je nach Internet-Provider müssen Router aber auch hinter einem Modem zur Aktivierung mit deren Servern kommunizieren können. So benö-

tigen sie etwa in ihrer Bedienoberfläche Felder, um die notwendigen Daten einzugeben. Wollen Sie einen neuen Router kaufen und auch für den Webzugang verwenden, schauen Sie am besten bei dem Anbieter nach, ob der Wunschkandidat auf der Liste geeigneter Geräte steht.

## Besonderheiten

Einen USB-Port bieten alle Teilnehmer, aber nur bei zweien (Asus und AVM) kann man einen Mobilfunkstick einsetzen, um ihn als Notzugang zum Internet zu nutzen. Zwei der Geräte erlauben die Speicherung von Time-Machine-Backups (Asus und TP-Link Deco), wozu man eine genügend große Festplatte oder SSD mit eigenem Netzteil anschließen sollte.

Nur die Fritzbox bietet Zigbee, DECT und einen Anschluss für ein analoges Telefon oder Faxgerät. Dafür fehlt ihr als einzigem Teilnehmer ein Knopf zum Reset auf Werkseinstellungen. Es gibt auch keine Tastenkombination dafür; man muss im Notfall auf einen Zugang per LAN oder DECT-Telefon zurückgreifen.

## Einrichtung

Fast alle Geräte setzen bei der Einrichtung auf eine Smartphone-App. Somit muss man zunächst den Zugang per werkseitig eingestelltem WLAN aufbauen, um dieses dann umzubennnen. Nur den Asus-Router kann man alternativ auch über einen Browser aufsetzen, in den man dessen IP-Adresse statt URL eingeibt. Einzig AVM setzt komplett auf das Frontend im Browser. Zur weiteren Konfiguration lassen sich alle Kandidaten über den Browser erreichen.

# Acer Predator Connect T7

Mit der App Predator Connect richtet man den optisch auf Gamer ausgerichteten Acer-Router ein, nachdem man sich ein Konto erstellt hat. Im Web-Frontend konnten wir den DHCP-Server ausschalten. Weder dort noch in der App ließ sich die Kanalbreite auf 5 GHz über 80 MHz einstellen; Band Steering – also die Zuordnung von WLAN-Geräten innerhalb von mehreren Funknetzen – war ab Werk zunächst ausgeschaltet. Der Predator Connect T7 bezieht das 2,4-GHz-Band nicht ins Wi-Fi 7 ein, außerdem bietet er nur einen LAN-Port, der schneller als 1 Gbit/s ist, und dieser ist mit dem Internetzugang be-

legt. Die USB-Schnittstelle schafft als einzige nur 2.0-Geschwindigkeit.

Im Ergebnis blieb der Acer-Router im 5-GHz-Band deutlich hinter den meisten anderen Kandidaten zurück und erreichte nicht mehr als 932 Mbit/s. Bei 6 GHz und im Tri-band-Einsatz konnte er jedoch problemlos mithalten und kam stets über 1500 Mbit/s. Bei Zugriffen verbriet er mit 28,3 Watt am zweitmeisten Energie. Auf der anderen Seite ist sein Preis von 249 Euro der zweitbeste im Vergleichsfeld.



Der Acer Predator Connect T7 schwächelte im 5-GHz-Band und bei der USB-Schnittstelle.

# Asus RT-BE92U

Die vier 16 Zentimeter langen, externen Antennen des RT-BE92U sollen für besseren Empfang sorgen und lassen sich zur Optimierung individuell ausrichten. Zumindest beim iPad M4 und im Triband-Einsatz sorgte das über zwei Stockwerke hinweg möglicherweise für die besten Werte bis 568 Mbit/s. Von den drei MIMO-Streams im 2,4-GHz-Band kann ein einzelnes Apple-Gerät leider nicht profitieren, da alle aktuellen Devices nur zwei Streams unterstützen. Der 5-GHz-Durchsatz war (trotz eingestellter Kanalbreite von 160 MHz) der schlechteste im ganzen Test und blieb stets unter 900 Mbit/s, während andere das Doppelte schafften.

Die zur Einrichtung empfohlene App Asus Router setzt auch eine Registrierung per Konto voraus. DHCP konnten wir nur in der Bedienoberfläche im Browser abschalten. Insgesamt erschien uns die gesamte Bedienung und Software umständlich. Das iPhone 16 Pro konnte sich auf 5 GHz erst mit dem RT-BE92U verbinden, nachdem wir die Kanalbreite von 320 auf 160 MHz reduziert hatten. Vorher erschien das WLAN gar nicht

erst in der Auswahl des Apple-Gerätes. Positiv hingegen ist die Fähigkeit des Routers, Time-Machine-Backups via USB-Schnittstelle speichern zu können. Im Test funktionierte dies anstandslos. Der USB-Port eignet sich auch, um dort einen Mobilfunkstick zum Notbetrieb einzustecken. Dieser arbeitet allerdings lediglich mit 3G oder 4G (LTE), aber nicht im modernen 5G-Netz. Als einziger Kandidat bringt der Asus-Router eine 10-Gbit-Schnittstelle mit sowie zusätzlich viermal 2,5 Gbit. Das spart eventuell einen teuren Switch, der extra Strom verbraucht.

**Der Asus RT-BE92U bringt als einziger Kandidat eine 10-Gbit-Buchse mit und punktet mit Möglichkeiten für Time Machine und Mobilfunknetz.**



## WLAN-Durchsatz und Leistungsaufnahme

		2,4 GHz Durchsatz				5 GHz Durchsatz			
		nah		2 Stockwerke		nah		2 Stockwerke	
(Durchsatz <sup>1</sup> in Mbit/s)		Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down
<b>iPhone 16 Pro (Wi-Fi 7)</b>									
Acer	Predator Connect T7	82	84	69	66	916	932	98	187
Asus	RT-BE92U	79	120	51	101	764	894	111	332
AVM	Fritzbox 5690 Pro	133	112	123	107	1739	1608	441	473
Mercusys	MR47BE	98	95	25	110	1833	1656	120	309
TP-Link	Deco BE65	65	77	15	68	1801	1644	167	318
TP-Link	Archer BE50	57	99	37	94	1726	1601	113	118
Netgear	Nighthawk RS300	119	126	57	71	1602	1614	175	329
<b>iPad Pro 13 (Wi-Fi 6E)</b>									
Acer	Predator Connect T7	146	153	57	70	892	924	101	207
Asus	RT-BE92U	149	159	78	104	623	810	156	347
AVM	Fritzbox 5690 Pro	156	146	135	140	1644	1509	206	595
Mercusys	MR47BE	155	157	54	139	1608	1462	99	142
TP-Link	Deco BE65	147	136	46	119	1642	1581	210	471
TP-Link	Archer BE50	125	139	95	148	1647	1575	134	149
Netgear	Nighthawk RS300	157	152	104	149	1539	1558	304	591
<b>MacBook Pro 16" M4 Pro (Wi-Fi 6E)</b>									
AVM	Fritzbox 5690 Pro	160	136	122	138	1555	1577	272	902

<sup>1</sup>Bester Netto-Wert aus drei Messungen

<sup>2</sup>Stromkosten bei 33 ct/kWh

# AVM Fritzbox 5690 Pro

Mit einem Preis von 369 Euro ist die Fritzbox 5690 Pro der teuerste Kandidat, bringt aber auch die deutlich beste Ausstattung mit. Dazu zählen ein eingebautes DSL-Modem bis 300 Mbit/s sowie ein SFP-Schacht für zwei mitgelieferte Glasfaser-Modems, die für die Systeme GPON und AON bis 2,5 respektive 1 Gbit/s taugen. XGS-PON mit 10 Gbit/s ist nicht möglich. Außerdem existiert ein WAN-Port mit 2,5 Gbit für den Anschluss etwa an ein Glasfasermodem, der sich auch zum LAN-Port umwidmen lässt. Die anderen vier Ethernetanschlüsse bringen leider nur Gigabit-Geschwindigkeit mit.

Zur Ausstattung zählen auch ein analoger Telefonanschluss, eine DECT-Telefonanlage mit Anrufbeantworter, ein Zigbee-Hub und Matter in Vorbereitung. An die USB-3.1-Schnittstelle kann nicht nur ein Speicher für die Erweiterung des Anrufbeantworters oder als NAS angestöpselt werden, sondern alternativ auch ein 5G-Stick für Mobilfunk. Eine App zur Einrichtung des Routers gibt es ebenso wenig wie einen Kontozwang.

Als einziger Teilnehmer bietet die 5690 Pro auf allen drei WLAN-Bändern vier MIMO-

Streams, was beim Zugriff mit geeigneten oder vielen Geräten von Vorteil ist. Dadurch erreicht das Gerät laut Datenblatt eine gesamte Transferrate von starken 18,49 Gbit/s. Schaut man genauer hin, beteiligt sich das 2,4-GHz-Band allerdings nicht am MLO, wodurch sich die Gesamtrate für Wi-Fi 7 auf 17,29 Gbit/s reduziert, was aber immer noch mehr als bei allen Kombattanten in diesem Vergleich ist.

Der AVM-Router zählte im 2,4- und im 5-GHz-Funknetz zu den schnellsten im Test, insbesondere über zwei Stockwerke hinweg. Mit dem iPhone gewann er fünf, mit dem iPad vier von

acht Disziplinen. Bei 6 GHz und mit allen Bändern lag er mit dem iPad über zwei Stockwerke vorn. Zugleich verbriet er sowohl ohne als auch mit Zugriff am wenigsten Energie (getestet im WAN-Betrieb). Die Fritzbox 5690 Pro ist übrigens der einzige WLAN-7-Router von AVM mit 6 GHz.



**AVMs Fritzbox 5690 Pro gewann den Vergleich bei Transferraten, Energieverbrauch und Ausstattung, kostet aber auch am meisten.**

6 GHz Durchsatz				Triband Durchsatz				Leistungsaufnahme			Stromkosten <sup>2</sup>	
nah		2 Stockwerke		nah		2 Stockwerke		(Watt)	(Watt)	(Euro/Jahr)		
Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Betrieb	Zugriff	Betrieb		
besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	
1578	1657	93	232	1680	1610	52	62	23,1	28,3	67		
1752	1692	161	310	1730	1616	167	313	19,2	26,9	56		
1724	1617	72	255	1725	1609	121	112	13,2	19,1	38		
1788	1621	148	253	1809	1601	229	484	20,2	28,0	58		
1414	1662	98	218	1792	1603	136	201	18,7	24,4	54		
1779	1677	198	479	1744	1654	262	471	25,9	33,3	75		
1613	1661	112	227	1699	1567	85	87	17,3	23,5	50		
1536	1587	29	92	1669	1619	101	150	23,1	28,3	67		
1671	1594	188	318	1595	1520	290	568	19,2	26,9	56		
1626	1512	81	142	1629	1562	143	147	13,2	19,1	38		
1631	1567	99	214	1608	1541	101	235	20,2	28,0	58		
1573	1533	117	305	1483	1593	186	468	18,7	24,4	54		
1626	1617	249	505	1663	1633	252	437	25,9	33,3	75		
1574	1562	147	235	1418	1466	197	301	17,3	23,5	50		
1622	1586	72	216	1651	1547	156	143	13,2	19,1	38		

## Mercusys MR47BE



Die Marke Mercusys gehört zu TP-Link und soll offenbar den Markt für günstigere Geräte bedienen. Der MR47BE kostet mit 196 Euro am wenigsten von allen Teilnehmern, unterscheidet sich aber featureseitig kaum

**Mit einem Preis von unter 200 Euro empfiehlt sich der Mercusys MR47BE als Einstiegsrouter für Wi-Fi 7 und 6 GHz.**

vom DECO BE65 aus gleichem Hause. Abweichend beherrscht er kein Time Machine und hat eine eigene, kontopflchtige App namens Mercusys.

Der Router bringt vier Ethernetports mit 2,5 Gbit mit. Seine sechs externen Antennen sind 16 Zentimeter lang und lassen sich drehen oder neigen. Bringt man sie in die Horizontale, soll das die Reichweite in der Vertikalen verbessern. Im Test hatten wir dazu keinen Anlass, denn der MR47BE performte in allen Disziplinen gut. Auch die Werte im Triband-Modus waren nicht schlecht, obwohl das 2,4-GHz-Band auch hier nicht für Wi-Fi 7 taugt und außen vor bleibt.

## TP-Link Deco

Mit seinem eleganten Röhrendesign in schlichtem Weiß fällt der kompakte Deco BE65 am wenigsten in einer modernen Wohnung auf und gefällt uns optisch am besten. Als weitere Besonderheit bringt er die Fähigkeit mit, Time-Machine-Backups vom Mac entgegenzunehmen. Dazu schaltet man das Feature in der Bedienoberfläche ein. Wir konnten es anschließend von der zugehörigen Systemeinstellung des Macs aus unproblematisch nutzen. Die App Deco ist kontopflchtig, aber gut strukturiert und bietet viele Einstellungen. Letzteres trifft für

das Browser-Frontend nicht zu. Positiv sind auch hier die vier LAN-Ports mit 2,5 Gbit zu vermerken. Negativ registrierten wir die niedrige Geschwindigkeit im 2,4-GHz-Band über zwei Stockwerke. Möglicherweise sind die internen Antennen hierfür nicht gut geeignet oder angeordnet. Im Nahbereich liefernte der Deco durchweg ordentliche Werte, auch im Triband-Betrieb ohne Beteiligung vom 2,4-GHz-Frequenzbereich. Preislich liegt der BE65 mit 260 Euro im mittleren Bereich.

**Mit hübschem Design und Time-Machine-Möglichkeiten fällt der TP-Link Deco BE65 positiv auf, negativ bei 2,4 GHz über zwei Stockwerke.**



**Mit Stromkosten von 75 Euro pro Jahr tut sich der TP-Link Archer BE550 negativ hervor. Die zahlreichen LEDs lassen sich leicht abschalten.**

## TP-Link Archer BE550

Der dritte Router aus dem Konzern TP-Link kostet mit 250 Euro so viel wie der Deco und fällt optisch durch seine (abschaltbare) LED-Lichterkette in der Mitte seines Gehäuses im Gamer-Design auf. Technisch unterscheidet er sich von den beiden Brüdern aus gleichem Hause durch eine fünfte Ethernet-Schnittstelle mit 2,5 Gbit. Auch hier hat die App einen eigenen Namen – nämlich Tether – und bedarf

eines Kontos. In ihr konnten wir DHCP abschalten und auf Accesspoint umschalten. Das 2,4-GHz-Band macht ebenfalls nicht beim MLO mit, kann also kein Wi-Fi 7.

Im Test schnitt der Archer BE50 bei 6 GHz über zwei Stockwerke mit Bestwerten ab, ähnlich wie im Nahbereich mit MLO (Triband). Rekord war allerdings auch sein Energiehunger von 25,9 Watt ohne und 33,3 Watt mit Zugriff. Das sind mindestens 227 kWh pro Jahr bei einem Preis von 33 ct/kWh knapp 75 Euro Stromkosten (siehe auch Diagramm auf S. 62).

# Netgear Nighthawk RS300

Die zugehörige Nighthawk - WiFi App auf dem iPhone verlangt eine Registrierung und dann kann man den RS300 mit ihr aufsetzen. Zum Wechsel in den Accesspoint-Modus ohne DHCP bedarf es allerdings der Bedienoberfläche im Browser, die anders als die App auch durchgängig übersetzt und detailreich ist. Das Design des Nighthawk soll vermutlich Gamer ansprechen, dazu passen die elf (abschaltbaren) LEDs.

Bei den WLAN-Messungen lieferte der Router meist gute Ergebnisse, lediglich beim Tri-Band-Durchsatz mit dem benachbarten iPad schwächelte er sich auf den letzten Platz. Mit über 1400 Mbit/s braucht einen Kaufinteressenten das aber nicht zu schrecken. Eher schon der hohe Preis von 350 Euro, der durch keine besonders großartige Ausstattung gerechtfertigt wäre. Immerhin bringt der RS300 fünf LAN-Ports mit, darunter zweimal 2,5 Gbit. Beim Energiekonsum belegt er den zweitbesten Platz.



**Recht geringer Energiebedarf steht beim Netgear Nighthawk RS300 ein für die durchschnittliche Ausstattung relativ hoher Preis gegenüber.**

# Fazit

Der Unterschied zwischen Wi-Fi 6E und Wi-Fi 7 fällt bei Apple-Geräten derzeit sehr gering aus. Was einen großen Sprung bringt, sind aber 160 MHz breite Kanäle und insbesondere in überfüllten Funkräumen das 6-GHz-Band. Die neuen Techniken wie das gleichzeitige Funken in mehreren Frequenzbändern sind in der Praxis für Apple-User noch nicht angekommen, aber schon jetzt kann man im Nahbereich mit Durchsatzraten über 1500 Mbit/s bereits ein kabelgebundenes Gigabit-Netzwerk abhängen.

Als Einstieg empfiehlt sich der Mercusys MR47BE wegen seines Preises von 196 Euro. Beim Asus RT-BE92U und dem TP-Link Deco BE65 bekommen Apple-Anwender Time Machine im Netzwerk als Bonbon dazu. Die beste Ausstattung bei guter Performance und dem geringsten Energiekonsum lieferte die Fritzbox 5690 Pro, AVMs erster Wi-Fi-7-Router mit 6 GHz. Bei ihm stören lediglich der hohe Preis von 369 Euro und dass er nur eine Schnittstelle mit 2,5 Gbit besitzt. (jes)

## Router mit Wi-Fi 7, 6 GHz und Triband



	Predator Connect T7	RT-BE92U	Fritzbox 5690 Pro	MR47BE	Deco BE65	Archer BE550	Nighthawk RS300
MIMO-Streams 2,4 / 5 / 6 GHz	Acer	Asus	AVM	Mercusys	TP-Link	TP-Link	Netgear
max. Kanalbreite	320 MHz	320 MHz	320 MHz	320 MHz	320 MHz	320 MHz	320 MHz
max. Datenrate 2,4 / 5 / 6 GHz	0,57 / 4,32 / 5,76 Gbit/s	1,03 / 2,88 / 5,76 Gbit/s	1,2 / 5,76 / 11,53 Gbit/s	0,57 / 2,88 / 5,76 Gbit/s	0,57 / 2,88 / 5,76 Gbit/s	0,57 / 2,88 / 5,76 Gbit/s	0,7 / 2,88 / 5,76 Gbit/s
max. Datenrate gesamt	10,75 Gbit/s	9,7 Gbit/s	18,49 Gbit/s	9,21 Gbit/s	9,21 Gbit/s	9,21 Gbit/s	9,3 Gbit/s
Triband / MLO / 4K QAM / MU-MIMO	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Gastnetz / Mesh	✓ / Acer	✓ / Ai-Mesh	✓ / Fritz Mesh	✓ / Easy Mesh	✓ / TP-Link	✓ / Easy Mesh	✓ / Netgear
IPv6 / opt. Mobilfunkmodem	✓ / –	✓ / ✓ (nur 3G/4G)	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Internetzugang	WAN, DSL, Glasfaser, Kabel (ohne Modem)	WAN, DSL, Glasfaser, Kabel (ohne Modem)	WAN, DSL, Glasfaser (mit Modems), Kabel	WAN	WAN	WAN	WAN, DSL, Glasfaser, Kabel (ohne Modem)
Ethernet	1×2,5, 2×2×1 Gbit/s	1×10, 4×2,5 Gbit/s	1×2,5, 4×1 Gbit/s	4×2,5 Gbit/s	4×2,5 Gbit/s	5×2,5 Gbit/s	3×2,5, 2×1 Gbit/s
USB	2	3	3	3	3	3	3
weitere Anschlüsse	–	–	analoges Telefon	–	–	–	–
Knöpfe	WPS, Reset, Power	WPS, Reset, Power	Connect (WPS), Wi-Fi	WPS/Reset	WPS, Reset	WPS, Reset, Wi-Fi, Power, LEDs	WPS, Reset, Power, LEDs
Statusanzeigen	2	6	4	1	1	> 20	11
Einrichtung	Predator-Connect-App	Asus-Router-App, Brow- ser	Browser	Mercusys-App	Deco-App	Tether-App	Nighthawk-App
Konfiguration	PredatorConnect-App, Brow- ser	Asus-Router-App, Brow- ser	Browser, Fritz-WLAN- App, MyFritz-App	Mercusys-App, Brow- ser	Deco-App, Brow- ser	Tether-App, Brow- ser	Nighthawk-App, Brow- ser
Besonderheiten	2,4 GHz nicht Wi-Fi 7	Time Machine	2,4 GHz nicht Wi-Fi 7, DECT, Zigbee	2,4 GHz nicht Wi-Fi 7	2,4 GHz nicht Wi-Fi 7, Time Machine	2,4 GHz nicht Wi-Fi 7	–
<b>Bewertungen</b>							
WLAN nah / 20 m	○/○	○/⊕	⊕⊕/⊕⊕	⊕/○	⊕/○	⊕/○	⊕/○
Ausstattung	⊖	⊕	⊕	⊖	⊕	⊖	⊖
Energieeffizienz	⊖	○	⊕⊕	⊖	○	⊖⊖	⊕
Preis	249 €	300 €	369 €	196 €	250 €	250 €	350 €
✓ vorhanden/funktioniert	– nicht vorhanden/funktioniert nicht	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	k.A. keine Angabe



links die Mails, rechts der Teamchat und dazwischen noch Office-Programme, Browserfenster und mehr: Wenn man mit vielen Apps gleichzeitig arbeitet, wird es auch auf einem großen Monitor schnell voll. In so einem Fall können Displays mit ultrabreiten Formaten ihre Stärken zeigen. Sie bieten viel mehr Platz in der Horizontalen als eingebaute Mac-Bildschirme oder herkömmliche 16:9-Monitore. Die zusätzliche Arbeitsfläche hilft dabei, viele Inhalte gleichzeitig im Blick zu behalten.

Wer einen Ultrabreitbildschirm nutzt, kann oft auf einen zweiten externen Monitor verzichten. Zudem stören keine Ränder zwischen zwei Displays, man benötigt ein Kabel weniger und muss auch nur einen einzigen externen Schirm in macOS verwalten. Besitzer von MacBooks mit einem normalen M1- oder M2-Chip (ohne Pro, Max oder Ultra) dürfte das besonders freuen, denn diese Geräte können werkseitig ohnehin nur einen einzigen externen Bildschirm ansteuern.

Wir haben uns sechs Breitformatmonitore mit USB-C-Dock, Displaydiagonalen von 34 bis 49 Zoll und Preisen von knapp 650 bis gut 1300 Euro angesehen. Damit liegen die Kandidaten zwar preislich deutlich unter dem Studio Display, aber über den Preisen von hochauflösenden Monitoren (siehe Mac & i Heft 2/2024, S. 60).

## Seitenverhältnis, Auflösung und Pixeldichte

Das Seitenverhältnis (auch Aspect Ratio) bezeichnet bei Monitoren das Verhältnis der Displaybreite zur -höhe. Die erste Zahl gibt dabei stets die Breite an. Apple setzt bei den eigenen Mac-Monitoren – vom iMac bis zum Studio Display – auf ein Seitenverhältnis von 16:9 oder bei den MacBooks mit Notch beinahe 16:9. Ultrawide-Monitore gehen noch weiter in die Breite: Die 34-Zoll-Modelle von Eizo und Philips haben das Seitenverhältnis 21:9 und zeigen 3440×1440 Pixel (UWQHD). Dell und LG schicken ihre 38-Zöller im 24:10-Format und mit 3840×1600 Pixeln (UWXGA) ins Rennen. Die Kandidaten von Gigabyte und Lenovo haben zwar unterschiedliche Bilddiagonalen von 49 und 45 Zoll, aber beide besitzen 5120×1440 Bildpunkte (DQHD) im Verhältnis 32:9.

Zwar zeigen die großen Displays in der Breite so viele Pixel wie ein 5K-Bildschirm, in der Höhe halten sie aufgrund des Seitenverhältnisses jedoch nicht mit 4K- oder 5K-Monitoren mit. Die Pixeldichte und damit die Bildschärfe der Testkandidaten liegt nur zwischen 109 und 120 dpi (dots per inch, Pixel pro Zoll). Somit befinden sie sich in etwa auf dem Niveau von Apple-Displays wie dem iMac 27 Zoll von vor 2014 (ohne 5K). Eine Retina-Auflösung mit schärfe-

# Extrabreite Displays

Monitore mit überbreiten Seitenverhältnissen bieten mehr Arbeitsfläche als Apple-Bildschirme. So behält man auch ohne ein Zweitdisplay viele Fenster oder lange Video-Timelines im Blick.

Von Benjamin Kraft und Holger Zelder

## kurz & knapp

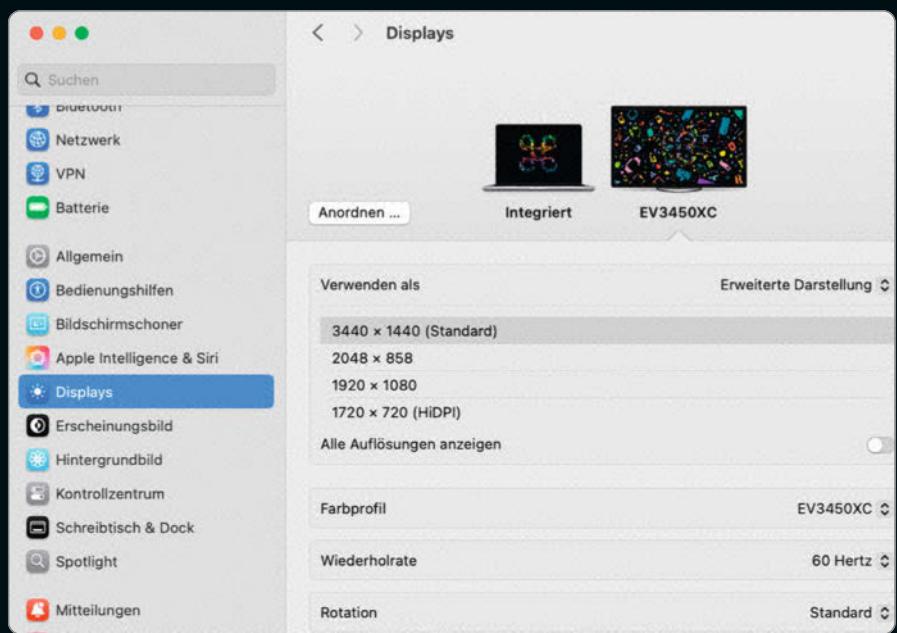
- Ultrawide-Displays sind so breit, dass man oft keinen zweiten externen Monitor benötigt.
- Die Auflösung ist zwar niedriger als bei einem Retina-Display, funktioniert aber problemlos mit macOS.
- Alle Kandidaten bringen USB-C-Ports mit, die Videosignale, Daten und Strom übertragen können.
- Ein KVM-Switch oder eine Bild-in-Bild-Funktion erlauben es, zwei Rechner am selben Display zu betreiben.

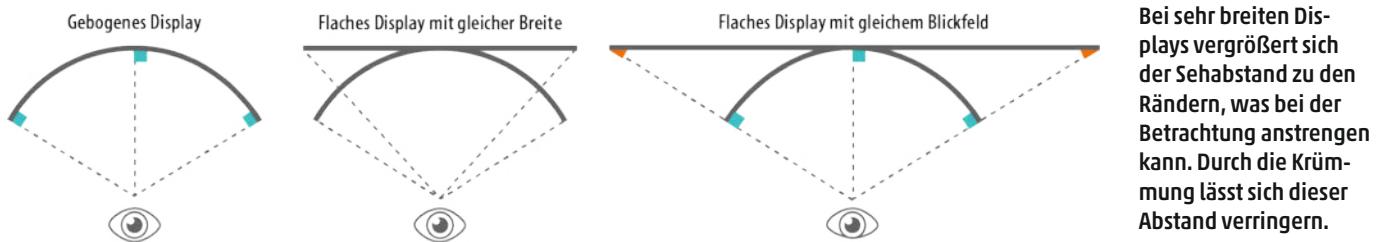
rer Schrift bieten sie also nicht. Erfreulicherweise machte die ultrabreite Auflösung unter macOS Sequoia in unseren Tests keine Probleme.

### Platz für Mehr

Wie groß der Platzgewinn ist, lässt sich gut an Office-Anwendungen sehen: Ein 27-Zoll-5K-Monitor wie Apples Studio Display hat eine Bilddiagonale von rund 68 Zentimetern und ein Seitenverhältnis von 16:9. Darauf zeigt er zwei DIN-A4-Seiten nebeneinander in Originalgröße an. Ein WQHD-Bildschirm mit 34 Zoll Bilddiagonale (gut 86 Zentimeter) bringt beinahe vier DIN-A4-Seiten nebeneinander unter, bei einem 38-Zöller (96,5 Zentimeter) im 24:10-Format sind es gut vier und ein 49-Zöller (knapp

Mit der breiten Auslösung hatte macOS 15.2 keine Probleme. Eine Retina-Skalierung stand aufgrund der Pixeldichte nicht zur Wahl.





125 Zentimeter) zeigt bequem fünf. Bei so viel Raum frohlocken Excel-Experten, die an monströsen Tabellen werkeln. Doch auch Cutter oder Musiker profitieren beim Schnitt respektive der Produktion von den längeren Timelines. Alternativ bekommt man auf dem ganzen Platz viele Werkzeugpaletten unter.

### Krümmung

Je breiter ein Display ist, desto größer wird der Sehabstand zwischen Nutzer und den Bildrändern. Daher ergibt es ab einer gewissen Bilddiagonale Sinn, den Bildschirm zu biegen. So verändert sich der Bildabstand über die Fläche und vor allem zu den Monitorrändern weniger als bei einem planen Panel, sofern der Nutzer stets in der Mitte sitzt. Da die Augen so seltener fokussieren müssen, ermüden sie nicht so schnell. Außerdem muss man den Kopf bei größeren Displays nicht so stark bewegen.

Den Grad der Krümmung geben die Hersteller in Form eines Bogenradius ( $R$ ) an. Hier gilt die Faustregel: Je größer die Zahl, umso geringer fällt die Biegung aus. Und je größer das Display ist, desto stärker profitiert der Nutzer von der Biegung, wenn er direkt davor

sitzt. Dem Eizo FlexScan EV3450XC sieht man seine sachte Krümmung von 3800R kaum an – sie ergäbe einen Bogenradius von 3,8 Metern, wenn man mehrere Exemplare nebeneinander stellen würde. Am stärksten sind Philips' 34B2U6603CH und Lenovos Legion R45w-30 gebogen (1500R).

In manchen Programmen kann sich die Krümmung etwas negativ auf die Darstellung auswirken, zumindest, wenn man von der Seite auf den Monitor blickt. So können Linien in Grafik- oder 3D-Programmen bei starker Krümmung verzogen wirken. Sitzt man nah und mittig davor, bemerkt man diesen Effekt aber nicht.

### Paneltypen

Neben der Krümmung hat vor allem das Display-Panel Auswirkungen auf die Bildschirmqualität. Verbreitet sind Vertical Alignment (VA), In-Plane-Switching (IPS), Organic Light Emitting Diode (OLED) sowie Twisted Nematic (TN). TN-Displays kommen im Testfeld nicht vor und spielen mit ihren kurzen Schaltzeiten vor allem bei Gaming-Monitoren eine Rolle, gelten aber als sehr blickwinkelabhängig und kontrastarm.

## Eizo FlexScan EV3450XC

Eizo setzt sich mit vielen Details von seinen Konkurrenten ab, angefangen bei der soliden Verarbeitung. Die Höhe lässt sich präzise verstetzen: Statt aus einem Schlitten wie bei der Konkurrenz besteht die Mechanik im Standfuß aus drei Segmenten. Der U-förmige Fuß wirkt vergleichsweise zierlich. Die Anschlüsse sitzen an der Rückseite statt an der Unterkante und lassen sich per Klappe verdecken.

Bei der technischen Ausstattung hält sich der Flexscan trotz eines Listenpreises von knapp 1200 Euro vornehm zurück: Das blickwinkel-unabhängige IPS-Panel zeigte nur den sRGB-Farbraum, erzielte im Test lediglich einen mittleren Kontrast von 955:1 und die Krümmung fällt gering aus. Die Bildwiederholrate liegt bei 60 Hertz. Die drei Ports des USB-Hubs arbeiten nur mit 5 Gbit/s. Wer mehrere Rechner anschließen will, kann den Gigabit-LAN-Port nicht zwischen ihnen teilen. Der Netzwerkanschluss steht nur via USB-C-Upstream zur Verfügung.

Neben einem Umgebungslichtsensor bringt der FlexScan EV3450XC ein eingebautes Mikrofon und die eingebettete 5-MPixel-Webcam mit, was für Videotelefone praktisch ist. Die Kamera zeichnete ein sehr warmes, aber nicht unangenehmes Bild auf. Mit externen Webcams hält sie jedoch nicht mit. Unter macOS stand als höchste Auflösung nur Full HD zur Verfügung. Eine Folgefunktion gibt es nicht, die Kameraposition lässt sich

auch nicht verändern. Immerhin kann man die Linse mit einem Schiebeschalter verdecken; das Mikrofon funktioniert dann allerdings weiter.

Anstelle von Tasten oder einem Joystick bedient man das aufs Wesentliche reduzierte Monitormenü mit ziemlich sensiblen Touch-Elementen vorn am Rahmen. Einen KVM-Umschalttaster gibt es nicht, der Wechsel erfolgt zusammen mit dem Signaleingang. Im Monitormenü muss man diesem zuvor einen der USB-Upstreams zuordnen.

Bild-in-Bild kennt der FlexScan nicht. Über zwei Picture-by-Picture-Modi kann er die Bildfläche aber halbieren oder im Verhältnis 1:2 respektive 2:1 aufteilen. Windows und macOS erkannten die neue Auflösung sofort und ohne Nachhilfe. Im PbP-Modus liegt auf einer der Sensor-tasten ein Shortcut, um die Peripherie aufs andere Gerät zu übertragen.



Eizos Flexscan EV3450XC ist gut verarbeitet, aber eher konser-vativ ausgestattet.

## Philips 34B2U6603CH

Bei der Ausstattung trumpft der rund 650 Euro teure Philips-Monitor auf: Sein USB-Hub hat sechs Ports für Peripherie an Bord, davon drei mit USB-C. Zwei von diesen arbeiten zudem mit schnellem USB (10 GBit/s) oder, sofern der Hostrechner es beherrscht, mit Thunderbolt 4 (40 GBit/s). Der LAN-Port liefert 2,5 Gbit/s. Links hinter der Displaykante ist neben drei USB-Ports eine Headset-Buchse eingelassen. Kopfhörer lassen sich an einem ausklappbaren Halter aufhängen.

Links unterm Rahmen sitzen drei Tasten für Videocalls: Mikro-Stummschaltung, Anrufannahme und „Busy Light“. Bei letzterem handelt es sich um ein Leuchtband an der Oberkante der neig- und versenkbarer Webcam. Dieses Licht glimmt rot, wenn man auf Sendung ist. Die 5-Megapixel-Kamera kann den Nutzer etwa 50 Zentimeter zu beiden Seiten verfolgen und leicht einzoomen, ähnlich wie Apples Center Stage. Allerdings empfanden wir das Kamerabild nicht schön: Es wirkte unschärfer als bei neueren FaceTime-Kameras und verlieh Hauttönen einen leichten Grünstich. Immerhin: Versenkt schaltet sie sich mitsamt Mikrofon ab. Über einen Umgebungslicht- und einen Anwesenheitssensor kann der 34-Zöller die Anzeige dimmen. Letzterer schaltet den Bildschirm aus, wenn niemand am Rechner sitzt.

Bei der Bildqualität hält der 34B2U6603CH indes nicht mit Eizos FlexScan mit. Sein stärker gebogenes, kontraststarkes VA-Panel zeigte im Test zwar satte Farben und schaffte bis zu 120 Hertz, doch der matte Schirm war blickwinkelabhängiger und fleckig ausgeleuchtet: Bei hellem Bildinhalt störten uns links und rechts von der



**Der 34B2U6603CH von Philips punktet mit guter Ausstattung. Unschöne Effekte verderben jedoch den Bildeindruck.**

Bildmitte  
Längsstrei-  
fen. Am rech-  
ten Rand bemerk-

wir einen dunkleren Fleck. Noch schlimmer empfanden wir allerdings, dass manche dunklen Bildelemente breite Schlieren nach sich zogen, wenn wir sie über den Schirm bewegten.

Das Bildmenü enthält viele Einstellungen. PiP funktionierte in jeder der vier Ecken in drei Größen, die Quellen ließen sich bequem tauschen. PbP stand nur als Bildschirmhalbierung zur Verfügung. In beiden Fällen schaltet man die Peripherie per „User“-Taste am Monitor zwischen den Rechnern um. Die KVM-Umschaltung geschieht via Signaleingangswahl, dabei wird auch der LAN-Port weitergereicht.

VA-Panels geben Farben sehr satt wieder und können sehr hohe Kontraste darstellen. Die Reaktionszeit – also die Zeitspanne bis zur Umsetzung neuer Bildsignale – ist schlechter als bei TN-Panels. Bei der Blickwinkelabhängigkeit zeigen sie sich besser als TN-Panels, aber schlechter als IPS-Technik. Das fällt bei gebogenen Monitoren aber nicht immer ins Gewicht.

IPS-Panels überzeugen vor allem Grafiker mit einer hohen Farbtreue. Sie zeigen meist auch von der Seite nur geringe Farbverfälschungen und sind in der Regel blickwinkelstabiler als TN- und VA-Panels. Dafür ist die Reaktionszeit meist schlechter. Apple setzt bei seinen Mac-Monitoren, dem Studio Display und dem Pro Display XDR auf IPS-Panels.

OLED-Panels gewinnen auf dem Monitormarkt langsam an Bedeutung. Die Panels haben keine separate Hintergrundbeleuchtung, jedes Pixel kann selbst leuchten. Da ein OLED für die Schwarzdarstellung einzelne Pixel abschaltet, sorgt dies nicht nur für hervorragende Schwarzwerte, sondern auch für Spitzenkontraste, eine hohe Blickwinkelstabilität, große Betrachtungswinkel und höchstmögliche Bildwiederholraten. QD-OLEDs (Quantum Dot Organic Light Emitting Diode) sind ein Untertyp von OLEDs mit Quantenpunkten. Diese nutzen eine blau emittierende Schicht statt einer weißen. Das soll unter anderem die Farbdarstellung sowie die Helligkeitswerte bei HDR verbessern. Da die Pixel bei QD-OLEDs dreieckig angeordnet sind, neigen solche Geräte zu Farbsäumen.



**Der Monitor von Philips hat eine versenkbare Webcam eingebaut.**

Dell, Eizo und LG setzen wie Apple auf IPS-Technik, Lenovo und Philips bauen VA-Panels ein. Nur Gigabyte greift zu einem QD-OLED-Panel.

### Dock im Monitor

Alle Testkandidaten bringen einen USB-C-Port mit. Besonders MacBook-Nutzer profitieren von diesem Anschluss, weil über das Displaykabel auch Strom ins Notebook fließt. Die Monitore im Testfeld liefern mit einer Ausnahme mindestens 75 Watt.

Obendrein überträgt USB-C neben Bildsignalen gleichzeitig Daten. Jeder Testkandidat hat

einen kompletten USB-Hub mit zwei bis sieben USB-Ports an Bord. Über einen zweiten USB-Upstream lässt sich ein zweiter Rechner verbinden, etwa ein Desktop-Mac oder ein PC. Bis auf das Gigabyte-Gerät bringen alle Testkandidaten eine LAN-Buchse

mit. Bei Eizo und LG arbeitet diese mit einfacher Gigabit-Geschwindigkeit, bei Dell, Philips und Lenovo mit 2,5 Gbit/s. Treiber mussten wir für den Betrieb unter macOS Sequoia nicht installieren. Beim Monitor von Phillips liegt an der USB-C-Buchse außerdem Thunderbolt 4 an, sofern der Host-Rechner dies bereitstellt.

## Dell UltraSharp U3824DW

Etwa 1300 Euro ruft Dell für seinen 38-Zöller auf. Der Monitor steht auf seinem großen Fuß sicher, doch wackelte er am Ständer nach Berührungen mehrere Sekunden stark nach. Das lag an der Aufhängung am Standfuß. Justieren ließ sich das nicht, hier kann man sich nur mit einem stabilen VESA-Halter behelfen.

Der Ultrasharp U3824DW besitzt 3840×1600 Pixel im Seitenverhältnis 24:10. Seine Bildwiederholrate reicht mit bis zu 60 Hz für Grafiker und Büroarbeiten aus. Das IPS-Black-Panel zeigte satte Farben. Für die volle DCI-P3-Abdeckung war das Grün jedoch etwas zu blass, Rot und Blau hingegen zu kräftig. Sehr gut gefiel uns hingegen der für ein IPS-Panel hohe mittlere Kontrast von 1600:1.

Wie beim Großteil des Testfeldes war das Panel ungleichmäßig ausgeleuchtet, die Helligkeit fiel hier vor allem nach unten ab. Daran änderte auch die Funktion „Uniformity Compensation“ (zu Deutsch: Gleichförmigkeitsanpassung) nichts, die eigentlich die Homogenität der Ausleuchtung verbessern soll. Skurrilerweise kletterte mit ihr die Leuchtdichte von rund 260 auf knapp 300 cd/m<sup>2</sup>. Normalerweise sinkt die maximale Helligkeit des Panels durch eine solche Funktion ab, anstatt zuzunehmen.

Das Feature hatte eine weitere Nebenwirkung: Zwei Kollegen berichteten nach einiger Zeit vor dem Schirm von Unwohlsein und Kopfschmerzen. Da diese Effekte ziemlich ungewöhnlich waren, kontaktierten wir den Hersteller und orderten ein zweites Testgerät. Dessen Uniformity-Funktion verbesserte die Homogenität der Ausleuchtung messbar, auch das für Unwohlsein sorgende Flimmern



Dells UltraSharp U3824DW bringt eine durchdachte KVM-Steuerung mit.

war beim neuen Modell verschwunden. Das neue Display zeigte aber wie das erste Gerät leichte Abschattungen auf dem Panel.

Neben den vier digitalen Bildeingängen hat der Dell-Monitor einen zweiten USB-C-Upstream für einen weiteren Rechner, der allerdings nur Daten und keine Videosignale überträgt. Der eingebaute Hub bietet neben einer LAN-Buchse mit 2,5-Gbit/s sieben USB-Downstream-Ports, allesamt mit 10 Gbit/s; zwei davon als USB-C-Anschlüsse ausgeführt.

Den USB-Hub schaltet man dann entweder per Shortcut im sehr guten Bildmenü um oder via angelegtem Tastenkürzel in der Dell-Software Display Manager. USB-Geräte ziehen beim Wechsel des Signaleingangs mit. Vorbildlich: Im Monitormenü kann man den Ethernetport einem der Videoeingänge fest zuweisen. Dann schaltet dieser nicht mit um, sodass laufende Datenübertragungen nicht unterbrochen werden. PiP funktioniert in jeder der vier Ecken in zwei Größen, im PbP-Betrieb darf man das Display mittig oder im Verhältnis 2:1 oder 1:2 teilen.

Eingebaute Lautsprecher haben alle Testkandidaten. Allerdings taugen die eher für Systemklänge und gelegentliche Telefonate. Musik oder Filme spielt man damit nicht gern ab. Die Monitore von Eizo und Philips bringen obendrein eingebaute Mikrofone und versenk- oder verschließbare Webcams mit, sodass man ohne weiteres Zubehör an Videokonferenzen teilnehmen kann. Alle Testkandidaten haben einen Kopfhörerausgang, einige auch einen Mikrofoneingang oder eine kombinierte Buchse für Headsets.

### KVM-Funktion

Die Kombination aus zwei USB-Upstreams, dem Hub und zahlreichen Bildeingängen erlaubt, die Testkandidaten als KVM-Switch (Keyboard, Video, Mouse) zu nutzen. Mit einer Tastatur und Maus steuert man so abwechselnd die angeschlossenen Rechner, denn sämtliche am Hub angeschlossene Peripherie wandert beim Wechsel des Displayeingangs mit. Das gilt also auch für USB-Sticks, Festplatten, Webcams, Drucker und Sonstiges, sogar der LAN-Port wird umgeschaltet. Das sollte man allerdings auch berücksichtigen, um nicht versehentlich einen Download oder eine Datensicherung abzubrechen.

### Zwei auf einmal

Jeder Testkandidat besitzt vier moderne Videoeingänge. Zum USB-C-Port gesellen sich zwei HDMI-Anschlüsse sowie ein Displayport. Das ermöglicht nicht nur, dass sich zwei Rechner den gesamten Monitor abwechselnd teilen, sondern auch gleichzeitig. Bei PiP (Picture-in-Picture, Bild-in-Bild) erscheint das Videosignal des einen Rechners als kleines Fenster im Desktop des anderen. Die Zuordnung legt man im Monitormenü fest, manche Modelle erlauben es, die Position per Shortcut oder Taste zu tauschen. Darüber lassen sich außerdem ge-

teilte, an den Monitor angeschlossene Eingabegeräte (siehe oben) einem Gerät zuweisen. Die Spielart PbP (Picture-by-Picture) teilt hingegen die Bildschirmfläche in der Mitte, sodass jedem Rechner die volle Höhe, aber die halbe Breite zur Verfügung steht.

### Ergonomie

Schon allein aufgrund der breiten Panels haben alle Testkandidaten große, raumgreifende Standfüße und benötigen vergleichsweise viel Platz auf dem Schreibtisch. An den Ständern lassen sich alle Kandidaten in der Höhe verstetzen, neigen und drehen. Eine Pivot-funktion fürs Hochformat bringt keiner mit. Bei manchen wippt der Bildschirm am Ständer nach Berührungen einige Sekunden nach, etwa wenn man ihn gedreht oder das Bildmenü über Tasten oder Joystick gesteuert hat. Besonders ausgeprägt ist das beim Dell-Display. Jeder Kandidat lässt sich auch an einem Monitorarm mit Vesa-Halterung befestigen (siehe Mac & i Heft 1/2024, S. 94). Da die Breitbildschirme recht schwer und ausladend ausfallen, sollte ein Monitorarm entsprechend robust sein.

### Helligkeit und HDR

Wer bei normaler Büroarbeit ergonomisch arbeiten will, sollte seinen Bildschirm auf 120 cd/m<sup>2</sup> Helligkeit stellen. Um Reflexionen von Lampen entgegenzuwirken oder um Hochkontrastinhalte (HDR) darzustellen, kommt es auf die Maximalhelligkeit an. Hier reicht die Spanne von 255 cd/m<sup>2</sup> bei Gigabytes OLED-Display bis 444 cd/m<sup>2</sup> bei LGs klassischem IPS-Panel. Das gilt wohlgemerkt für SDR-Quellen. Im HDR-Betrieb, den immerhin vier der sechs Geräte beherrschen, ist das Gigabyte-Display der mit 787 cd/m<sup>2</sup> hell strahlende Sieger vor LG mit 600 cd/m<sup>2</sup>. In unserem Messver-

## LG UltraWide 38WR85QC-W

Der weiße 38-Zöller von LG nutzt zwar ein anderes Panel als der Dell-Monitor, zeigt aber einige Ähnlichkeiten. Beide bieten 3840×1600 Pixel im Seitenverhältnis 24:10. Das LG-Display bietet praktisch identisch satte Farben. Die Displayaufhängung am Ständer wirkte bei LG deutlich stabiler, wenngleich auch nicht gänzlich wippfrei.

Die mögliche Bildwiederholrate ist mit 144 Hz mehr als doppelt so hoch wie beim Dell. Dafür erzielte der UltraWide 38WR85QC-W in unseren Messungen nur einen mittleren Kontrast von 838:1. Das ist für heutige Verhältnisse nur Mittelmaß. Außerdem zeigte sich der LG-Schirm deutlich blickwinkelempfindlicher als der Dell, was uns bei einem IPS-Panel verwundert. Wer aber mittig vor dem Schirm sitzt, bemerkt das nicht. Die Helligkeit fiel zu den Seiten stärker als bei der Konkurrenz ab, was besonders in den oberen Ecken negativ auffiel.

Mit SDR-Inhalten leuchtete das LG-Display bis zu 444 cd/m<sup>2</sup> hell. Es besitzt eine Zertifizierung für den VESA-Standard Display-HDR 600. Tatsächlich kamen wir in Tests mit einem HDR-Signal auf 660 cd/m<sup>2</sup>.

Der Monitor bietet Local Dimming, kann also gezielt Bereiche der Hintergrundbeleuchtung komplett ausschalten. Allerdings ist der Monitor lediglich in zwölf

dimmbare Zonen unterteilt. Für nennenswerte HDR-Effekte genügt das bei Weitem nicht. Zum Vergleich: Apples Pro Display XDR hat 576 solcher Zonen an Bord.

Rudimentäre PiP- und PbP-Modi sind vorhanden. Um Peripherie umzuschalten, muss man zunächst einen Shortcut via Monitormenü zuweisen. Im KVM-Betrieb schaltet man die Eingabegeräte ebenfalls manuell um. Bequemer geht das mit dem Tool LG Switch, das auf der Supportseite zum Download (siehe Webcode) bereitsteht. Das Tool erlaubt Änderungen an den Bildschirmeinstellungen direkt aus macOS oder Windows und kann einen Shortcut anlegen, mit dem man zwischen den angeschlossenen Rechnern wechselt.

Über das Programm DualControl lässt sich sogar ein zweiter Computer im Netzwerk auf einer der Bildschirmhälften steuern. Dafür

muss auf beiden Rechnern das Programm DualControl installiert sein. Einen der beiden Zuspieler konfiguriert man als Steuergerät, den anderen als Client.



LGs 38WR85QC-W leuchtet bei HDR-Inhalten hell und lässt sich auch per Software ansteuern, leistet sich aber kleine Schnitzer.

## Lenovo Legion R45w-30

Mit breitem, kantigem Fuß, schwarzem Kunststoffgehäuse, dicken Schriftzügen auf der Rückseite und einer blauen LED präsentiert sich der Legion als Gaming-Display. Doch der solide, wackelfeste Monitor bringt viele Qualitäten für das Büro mit. Sein VA-Panel besitzt 5120×1440 Pixel, erzielte im Labor einen Kontrast von 1382:1 und deckte den P3-Farbraum abgesehen von einem blassen Grün größtenteils ab. Mehr als 388 cd/m<sup>2</sup> Spitzenhelligkeit konnten wir im Test nicht erreichen, obwohl er DisplayHDR-400-zertifiziert ist. Das Panel schafft 165 Hertz. Beim Wechsel zwischen Schwarz und dunklen Grautönen zeigten sich jedoch Schlieren an bewegten Kanten.

Mit einer 2,5-Gbit-LAN-Buchse und drei USB-A-Ports mit 5 Gbit/s ist die Ausstattung in Ordnung. Für die KVM-Umschaltung gibt es einen eigenen Taster hinter dem rechten Displayrahmen, über den zuvor einander zu-

geordnete USB- und Displayanschlüsse per Knopfdruck gemeinsam umgeschaltet werden, inklusive LAN-Port. Das Monitormenü versprüht einen gewissen Retrocharme, was aber nur den Look, nicht die Bedienung betrifft.

Im PbP-Modus teilt sich die Displayfläche im Verhältnis 1:1, PiP ist in allen vier Ecken möglich, aber nur in einer Größe. In beiden Fällen funktioniert der KVM-Umschalttaster ebenso. Im Modus „True Split“ teilt das Bildmenü die Fläche entweder ebenfalls 50:50 oder im Verhältnis 2:1. Das klappte allerdings nur unter Windows zuverlässig, macOS spiegelte den Inhalt der linken auf der rechten Seite.



Lenovo richtet sich mit dem 45 Zoll großen Legion R45w-30 vor allem an Gamer, die ein breites Display suchen.

## Gigabyte Aorus CO49DQ

Breiter ist keiner, zumindest in diesem Testfeld: Die Anzeigefläche des 49 Zoll großen Aorus CO49DQ entspricht der von zwei nebeneinander stehenden 27-Zöllern – nur eben ohne störende Kanten in der Mitte. Er kostet 1100 Euro und bietet die DQHD-Auflösung von  $5120 \times 1440$  Pixel bei einem Seitenverhältnis von 32:9. Zeigt man im Picture-by-Picture-Modus zwei angeschlossene Rechner nebeneinander an, halbiert sich diese und man erhält so zwei Fenster mit der WQHD-Auflösung ( $2560 \times 1440$  Pixel). Mit diesem verbreiteten Standardformat kamen Apple-Geräte gut klar.

Die KVM-Umschaltung ist zunächst nur über das gute Bildmenü möglich, lässt sich aber als Shortcut auf den Joystick legen, der mittig unterm Displayrahmen sitzt und für die Menünavigation zuständig ist. PiP ist in drei Größen in jeder der vier Ecken möglich. Die Peripherie zwischen den beiden Quellen zu wechseln ist dabei ebenso möglich, wie die beiden Quellen zu tauschen.

Das QD-OLED-Panel der ersten Generation zeigte sehr satte Farben und – typisch für diese Displaytechnik – ein tiefes Schwarz. Mehr noch als Lenovos Legion richtet sich der Aorus vor allem an Gamer. Das vermittelten schon das Gehäuse und sein dynamischer, aber auch platzfressend gespreizter Fuß. Das Panel schafft bis zu 144 Hertz Bildwiederholrate und punktet OLED-typisch mit kurzen



Mit QD-OLED-Panel und satten 49 Zoll Bilddiagonale will sich der Aorus CO49DQ vom Testfeld absetzen.

Schaltzeiten. Dass es nur die Zertifizierung für den VESA-Standard DisplayHDR True Black 400 trägt, ist massiv tiefgestapelt: Im HDR-Modus erzielte der Monitor auf einer zehnprozentigen Weißfläche gut  $780 \text{ cd/m}^2$ .

Die Breite macht in Spielen Spaß, in denen man sich zwar vor allem auf die Bildmitte konzentrieren, aber auch die seitliche Peripherie nicht aus den Augen verlieren möchte. Fürs Büro ist der Aorus CO49DQ weniger geeignet. Das beginnt mit der Breite, die man erst einmal ausnutzen müssen muss. Hinzu kommt, dass er nur zwei USB-Ports hat, die zudem nur mit 5 Gbit/s arbeiten, und keine LAN-Buchse mitbringt. Sein USB-C-Port liefert nur 18 Watt via Power Delivery. MacBook-Nutzer brauchen also ein weiteres Netzteil. Am meisten dürften die Farbsäume an kontraststarken Kanten stören. Diese Makel sind aber typisch für QD-OLED-Panels.

fahren ermitteln wir die maximale HDR-Helligkeit auf zehn Prozent der Bildfläche mit reinem Weiß auf einem ansonsten schwarzen Schirm. Hier können OLED-Displays ihre Vorteile ausspielen, die ein Gesamtenergiebudget für die Anzeigefläche haben. Wenn nur ein kleiner Teil des Panels leuchten muss, kann dieser bei einem OLED umso heller strahlen, da die restlichen Pixel abgeschaltet werden.

### Farbdarstellung

Neben dem sRGB-Farbraum unterstützen einige Testkandidaten den weiten Farbraum DCI-P3, den auch aktuelle Apple-Displays darstellen können. DCI-P3 oder auch kurz P3 ist in etwa so groß wie Adobe RGB, deckt aber nicht das identische Spektrum ab.

Die Hälfte der Hersteller geben für ihre Probanden eine DCI-P3-Abdeckung von 98 Prozent an, sagen aber nicht, was zur kompletten Abdeckung fehlt. Schwächelt ein Display bei einer der drei Grundfarben (Rot, Grün und Blau), während die anderen akkurat abgebildet werden? Oder schießt ein Ton gar über das Ziel hinaus? Meist erreicht Grün den für DCI-P3 geforderten Wert nicht, während Rot übersteuert.

### Kontraste und Ausleuchtung

Früher galt ein mittlerer Kontrast von 1000:1 als gut, und auch Displays mit niedrigeren Kontrastverhältnissen reichen für die Büroarbeit aus. Apples Studio Display liefert beispielsweise einen Kontrast von 1100:1 (siehe Mac & i Heft 5/2022, S. 114).

Aktuelle Panels erzielen inzwischen deutlich höhere Kontraste. OLED-Displays können etwa jedes ihrer Pixel komplett abschalten und erreichen einen rechnerisch unendlichen Kontrast. Doch auch VA-Panels kommen auf 2000:1 und mehr. IPS-Displays halten da meist nicht mit und erzielen zwischen 800:1 und 1600:1, wie im Falle des Dell-Displays mit IPS-Black-Display.

Ein Schwachpunkt unserer Testkandidaten ist die Ausleuchtung, die durchweg zu den Seiten hin abnimmt, was vor allem bei großen gleichfarbigen Flächen sichtbar wird. Im Büroalltag fällt das nicht allzu stark ins Gewicht. Für die Bildbearbeitung ist eine solche stark schwankende Helligkeitsverteilung problematisch, weil man sich nicht darauf verlassen kann, dass die Darstellung akkurat ist.

### Fazit

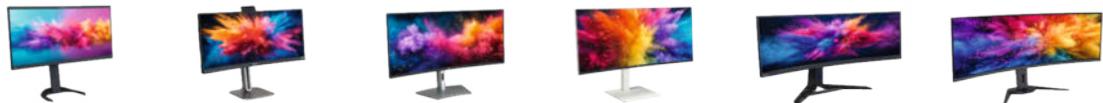
Für diejenigen, die nur einen einzigen Bildschirm anschaffen können, bringen die Kandidaten reichlich Arbeitsfläche mit. Da sie mehr Platz als andere Monitore benötigen, spielt die Größe noch mehr in die Kaufentscheidung hinein.

Die kompakten 34-Zöller haben zwar nicht die höchste Pixeldichte, bringen aber Webcams mit und passen auf die meisten Schreibtische. Für Philips sprechen der niedrigere Preis und die besseren Anschlüsse wie Thunderbolt 4. Der Monitor von Eizo ist weniger stark gekrümmmt, was ihn für grafische Anwendungen interessanter macht. Zudem bietet er im Endeffekt die bessere Bildqualität und die bessere Webcam.

Die 38-Zöller sind durch ihre Krümmungen nur ein wenig breiter als die 34-Zöller. Dafür sind sie höher, was sie etwas vielseitiger macht. Der günstigere LG 38WR85QC-W bringt eine hohe Bildwiederholrate mit. Dells U3824DW kann mit Anschlässen und dem besseren Kontrast punkten, wackelt aber stärker.

Die beiden größten Testkandidaten mit 45 und 49 Zoll benötigen den meisten Platz auf dem Schreibtisch. Lenovos Legion R45w-30 punktet mit der höchsten Pixeldichte in diesem Vergleich sowie dem sehr guten Kontrast. Die drei USB-Buchsen und der 2,5-GBit-LAN-Port sprechen für den Einsatz im Büro. Bei Gigabytes Aorus CO49DQ stören die Farbsäume an kontraststarken Kanten, die Portausstattung und die Ladeleistung an USB-C. Beim Kontrast, der Farbdarstellung und der Reaktionszeit führt er dafür das Testfeld an. (hze)

## Gebogene Monitore von 34 bis 49 Zoll mit USB-C-Dock



Modell	FlexScan EV3450YC (EV3450YC-BK)	34B2U6603CH (34B2U6603CH/00)	UltraSharp U3824DW (210-BHXB)	UltraWide 38WR85QC-W (38WR85QC-W-AEU)	Legion R45w-30 (67B1GAC3EU)	Aorus CO49DQ (CO49DQ-EK)
Eizo	Philips	Dell	LG	Lenovo	Gigabyte	
Displaydiagonale / Biegung / Auflösung (Pixeldichte)	34,1" (86,6 cm) / 3800R / 3440 × 1440 (109 dpi)	34" (86,4 cm) / 1500R / 3440 × 1440 (110 dpi)	37,5" (95,3 cm) / 2300R / 3840 × 1600 (111 dpi)	37,5" (95,3 cm) / 2300R / 3840 × 1600 (111 dpi)	44,5" (113 cm) / 1500R / 5120 × 1440 (120 dpi)	49" (124,5 cm) / 1800R / 5120 × 1440 (109 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfrequenz	IPS (mattiert) / 21:9 / 60 Hz	VA (mattiert) / 21:9 / 120 Hz <sup>1</sup>	IPS (mattiert) / 24:10 / 60 Hz	IPS (mattiert) / 24:10 / 144 Hz	VA (mattiert) / 32:9 / 165 Hz	QD-OLED (glänzend) / 32:9 / 144 Hz
Anschlüsse	DP <sup>2</sup> , 2 × HDMI <sup>2</sup> , USB-C (inkl. DP, USB 5 Gbit/s, USB-PD 94 W), USB-B (5 Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-Out)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.0, USB-C (Thunderbolt 4/USB4 inkl. DP 1.4, USB 10 Gbit/s, USB-PD 100 W) + USB-C (10 Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-In/Out)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.1, USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s, USB-PD 90 W), USB-C (10 Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-In/Out)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.1, USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s, USB-PD 75 W), USB-B (5 Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-In/Out)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.1, 1x USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s, USB-PD 75 W), USB-B 3.0 (Upstream, 5Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-Out)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.1, USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s, USB-PD 18 W), USB-B (5 Gbit/s), 3,5-mm-Klinke (Line-Out)
Ausstattung	USB-Hub (USB-C 5 Gbit/s + PD 15W, 2 × USB-A 5 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 4 W), LAN: 1 GbE, biometrische 5-MPixel-Webcam, Mikrofon	KVM-Switch, USB-Hub (1 × USB-C 10 Gbit/s + PD 45 W, 4 × USB-A 10 Gbit/s, 1 × Thunderbolt 4 + USB-PD 15W), Lautsprecher (2 × 5 W), LAN: 2GbE, biometrische 5-MPixel-Webcam, Mikrofon	USB-Hub (2 × USB-C 10 Gbit/s + PD 15W, 5 × USB-A 10 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 9 W), LAN: 2GbE	USB-Hub (4 × USB-A 5 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 7 W), LAN: 1GbE	USB-Hub (3 × USB-A 5 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 3 W), LAN: 2GbE	USB-Hub (2 × USB-A 5 Gbit/s + USB-PD 7,5 W), Lautsprecher (2 × 5 W)
Netzteil / VESA-Halterung (Lochabstand)	intern / ✓ (10 × 10 cm)	intern / ✓ (10 × 10 cm)	intern / ✓ (10 × 10 cm)	intern / ✓ (10 × 10 cm)	intern / ✓ (10 × 10 cm)	intern / ✓ (10 × 10 cm)
Besonderheiten / HDR-Standard / VRR-Standard	Umgebungslichtsensor / – / –	Thunderbolt 4, Anwesenheitssensor, Umgebungslichtsensor / VESA DisplayHDR 400 / Adaptive Sync	IPS-Black-Panel / – / –	– / VESA DisplayHDR 600, HDR10 / Adaptive Sync, AMD FreeSync Premium (48–144 Hz, HDR- und LFC-Support), NVIDIA G-Sync Compatible (48–144 via DP)	True-Split-Modus / VESA DisplayHDR 400 / Adaptive Sync, AMD FreeSync Premium Pro (48–165 Hz, HDR- und LFC-Support)	– / VESA DisplayHDR True Black 400 / Adaptive Sync, AMD FreeSync Premium (48–144 Hz, HDR- und LFC-Support)
PiP / PbP	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Einstellungen: Höhe / Neigung / Drehung / Pivot	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, USB-C, USB-A-B, Netz	Kabel: DP, HDMI, Thunderbolt 4, Netz	Kabel: DP, HDMI, USB-C, USB-A-C, Netz	Kabel: DP, HDMI, USB-C, USB-A-B, Netz	Kabel: DP, USB-A-B, Netz	Kabel: DP, HDMI, USB-A-B, Netz
Software zur Bildschirmsteuerung	Screen InStyle (macOS, Windows)	SmartControl	Dell Display Manager (macOS, Windows)	LG Switch, LG DualControl (macOS, Windows)	Lenovo Artery (Windows)	Gigabyte Sidekick (Windows)
Maße (B × H × T) / Gewicht	81,9 cm × 41,5–60,9 × 25 cm / 12,1 kg	80,7 cm × 39,5–57,5 cm × 28,1 cm / 10,6 kg	89,4 cm × 44,4–56,4 cm × 25,1 / 13,7 kg	89,6 cm × 48,4–59,4 cm × 30,7 cm / 10,5 kg	108,9 cm × 39,3–52,8 cm × 34,1 cm / 12,1 kg	119,5 cm × 42,9–55,9 cm × 26,2 cm / 11,3 kg
<b>Messwerte</b>						
Leistungsaufnahme Off / Standby / Betrieb <sup>3</sup>	0,3 W / 0,3 W / 23 W	0,5 W / 0,5 W / 26 W	0,3 W / 0,4 W / 27 W	0,1 W / 0,3 W / 32 W	0,3 W / 0,3 W / 26 W	0,3 W / 0,45 W / 63 W
Leuchtdichterelgebereich (HDR <sup>4</sup> )	1 ... 287 cd/m <sup>2</sup>	40 ... 411 cd/m <sup>2</sup>	27 ... 260 <sup>5</sup> (334) cd/m <sup>2</sup>	71 ... 444 (600) cd/m <sup>2</sup>	72 ... 388 (364) cd/m <sup>2</sup>	2 ... 255 (787) cd/m <sup>2</sup>
<b>Kontrast</b>						
min. Sichtfeld / erw. Sichtfeld (proz. Abweichung) <sup>6</sup>	955:1 (25,1%) / 582:1 (63 %)	2237:1 (44,7 %) / 1133:1 (86,6 %)	1642:1 (34,9 %) / 932:1 (78,7 %)	838:1 (29,2 %) / 507:1 (69,1 %)	1382:1 (77,2 %) / 675:1 (124,4 %)	rechnerisch unendlich
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rottöne für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand						
0 200 400 600						
<b>Bewertungen</b>						
Kontrasthöhe / Blickwinkel-abhängigkeit	○ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausleuchtung / Farbeindruck	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊕	○ / ⊕⊕
Bedienung / Verarbeitung	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Preis (UVP) / Garantie	1198 € / 5 Jahre	649 € / 3 Jahre	1303 € / 3 Jahre	1249 € / 2 Jahre	999 € / 3 Jahre	1099 € / 3 Jahre

<sup>1</sup> nur via DisplayPort <sup>2</sup> Hersteller macht keine Angabe zur Generation <sup>3</sup> bei 120 cd/m<sup>2</sup> <sup>4</sup> bei 10 % Weißinhalt auf schwarzem Hintergrund <sup>5</sup> mit Uniformity Compensation 25 ... 295 cd/m<sup>2</sup> <sup>6</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bilddecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt. <sup>⊕</sup> sehr gut <sup>⊕</sup> gut <sup>○</sup> zufriedenstellend <sup>⊖</sup> schlecht <sup>⊖</sup> sehr schlecht <sup>✓</sup> vorhanden/funktioniert <sup>–</sup> nicht vorhanden

# Was Thunderbolt 5 bringt

Die nächste Generation der Schnittstelle ist bereits in den ersten Macs angekommen. Thunderbolt 5 verdoppelt die Übertragungsrate, bietet mehr Anschlussmöglichkeiten und lädt angeschlossene Geräte schneller.

Von Johannes Schuster

Thunderbolt 5 (TB5) überträgt jetzt je Richtung 80 Gigabit pro Sekunde (Gbit/s); Thunderbolt 4 begnügte sich noch mit 40. Erfinder Intel greift dafür auf einen Kniff beim Signal zurück: Die Anschlüsse verwenden eine ternäre Pulsamplitudenmodulation (PAM3 statt PAM2), bei der drei statt zwei Zustände ausgewertet werden ( $-1, 0, +1$  statt  $-1, +1$ ). Zwei Takte übertragen somit effektiv nicht mehr zwei, sondern drei Bits. Das ergibt  $2 \times 2 \times 2 = 8$  statt  $2 \times 2 = 4$  erfasste Zustände in gleicher Zeit und somit die doppelte Informationsmenge. Zusätzlich steigt die Taktfrequenz.

## Asynchroner Modus

Erstmals beherrscht Thunderbolt 5 einen asymmetrischen Modus: Für besonders hochauflösende Displays mit gleichzeitig hoher Bild-

wiederholrate wechselt einer von vier Übertragungslinks die Richtung, sodass 120 Gbit/s für Bildausgänge zur Verfügung stehen. Damit lassen sich künftig etwa 8K-Displays betreiben. Einiges Manko: In die andere Richtung gibt es dann nur noch 40 Gbit/s. Im Alltag dürfte man das kaum merken, in Ausnahmefällen kann das aber einen Flaschenhals darstellen, etwa bei mehreren ausgelasteten Datenverbindungen an einem Dock.

Thunderbolt 5 kann weiterhin PCI Express tunneln, jetzt allerdings mit PCIe-4.0- statt nur PCIe-3.0-Geschwindigkeit. Das ist beispielsweise für externe SSDs nützlich, die so etwa 7,9 statt 3,9 Gigabyte pro Sekunde (GByte/s) übertragen können. Bild-, USB- und andere Datensignale überträgt der Anschluss parallel. Ebenfalls weiter dabei: das eher unübliche Thunderbolt-Networking als Ethernet-Tunnel mit jetzt 20 statt 10 Gbit/s.



## kurz & knapp

- Gegenüber Thunderbolt 3 und 4 steigt erstmals wieder die Geschwindigkeit.
- Der neue asynchrone Modus gestattet es, mehr und größere Displays anzuschließen.
- Geräte können mit maximal 240 Watt geladen werden.

### Verbesserte Displayunterstützung

Technisch ist Thunderbolt 5 eng mit dem ebenfalls neuen USB4 Version 2.0 (v2) verwandt. Beide verwenden die gleiche technische Basis, allerdings gibt Intel bei Thunderbolt 5 striktere Mindestanforderungen vor. Das macht sich primär beim Displaysupport bemerkbar: Es müssen mindestens zwei Monitore mit 6K-Auflösung (5760 × 3240 Pixel) und 60 Hertz laufen. Alternativ sieht Thunderbolt 5 drei 4K-Displays mit 144 Hertz oder zwei 8K-Bildschirme mit 60 Hertz vor – eine entsprechend moderne GPU vorausgesetzt.

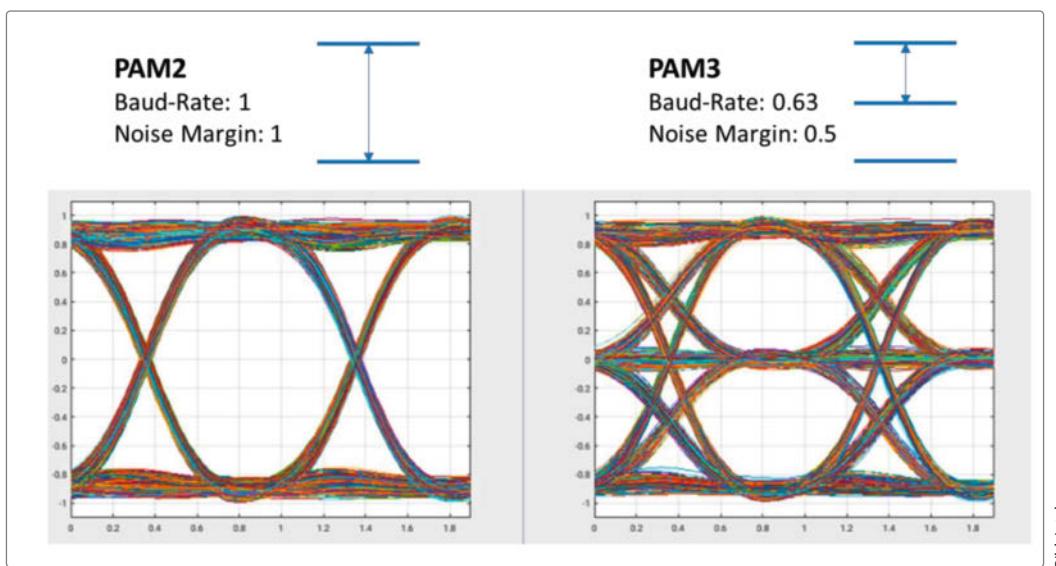
Zu diesem Zweck integriert TB5 DisplayPort 2.1. Mehrere Bildschirme lassen sich entweder per sogenannter Daisy-Chain aneinanderkoppeln oder Nutzer verwenden mehrere Bildausgänge an einer Dockingstation.

Bild: Intel

### Gesteigerte Ladeleistung und Kabelansprüche

Thunderbolt 5 bringt auch Verbesserungen bei der Stromversorgung: Die minimale Ladeleistung von Docks wurde auf 140 Watt erhöht. Maximal sind, abhängig vom Netzteil, sogar bis zu 240 Watt möglich. Der Ladestrom läuft parallel zu Daten- und Videosignalen. Dafür gibt es neue Thunderbolt-5-Kabel, die oftmals an einer aufgedruckten 5 neben dem Blitzsymbol zu erkennen sind.

Passive Kabel, die keine Verstärker-Chips enthalten, wird es voraussichtlich nur bis zu einer Länge von einem Meter geben. Bei zwei Metern Länge werden optische Kabel mit aktiven Redriver-Chips eingesetzt. Diese beziehen ihren Strom aus den Ports der Rechner und benötigen kein eigenes Netzteil. Weiterhin muss jeder PC-Port mit Thunderbolt 15 Watt für Zubehör anbieten.



Apple bietet bereits ein passives Thunderbolt-5-Kabel an. Es ist einen Meter lang und kostet 79 Euro, trägt allerdings keine 5 als Beschriftung. Auch Cable Matters kann bereits Thunderbolt-5-Kabel liefern (1m für 38 Euro). Zertifizierte Kabel für Thunderbolt 4 und 3 dürften weiter funktionieren, allerdings möglicherweise nicht mit der höchsten Geschwindigkeit, insbesondere wenn sie länger als einen Meter sind.

### Was man von Thunderbolt-5-Docks erwarten kann

Intel hat bereits einen Controller-Chip für Thunderbolt-5-Docks mit dem Codenamen Barlow Ridge herausgebracht. Die Upstream-Verbindung zum Host-Rechner liefert 140 bis 180 Watt, um etwa ein MacBook zu laden. Enthalten ist auch ein Stern-Hub, der drei Ausgänge mit Thunderbolt-5-Signalen im Downstream versorgt. Außerdem besitzen alle bereits angekündigten Docks Buchsen für 2,5-Gbit/s-Ethernet, USB-A-Ports mit 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s), Monitore (DisplayPort oder HDMI) und eventuell Kartenleser für microSD- und SD-Karten mit UHS-II-Geschwindigkeit, Steckplätze für PCIe-SSDs sowie einen Audioanschluss als Miniklinkenbuchse.

Kensington liefert das erste Dock mit Thunderbolt 5 aus. Es bringt unter anderem drei Ausgänge mit Thunderbolt 5 mit.



Unterm Strich kann man mit einem Kabel zum Dock sein MacBook mit sämtlicher Peripherie eines reichhaltig ausgestatteten Arbeitsplatzes verbinden, etwa mit drei Monitoren, Netzteil, Maus, Tastatur, Backup-Festplatte, Webcam, Kartenleser und Aktivlautsprecher.

Kensington liefert in den USA bereits ein erstes Dock mit Thunderbolt 5 aus (SD5000T5 EQ), angekündigt sind das JTD5172 von j5create, das Next Thunderbolt 5 Dock HD2030 von HyperDrive (Targus) und das Revodok Thunderbolt 5 von Ugreen.

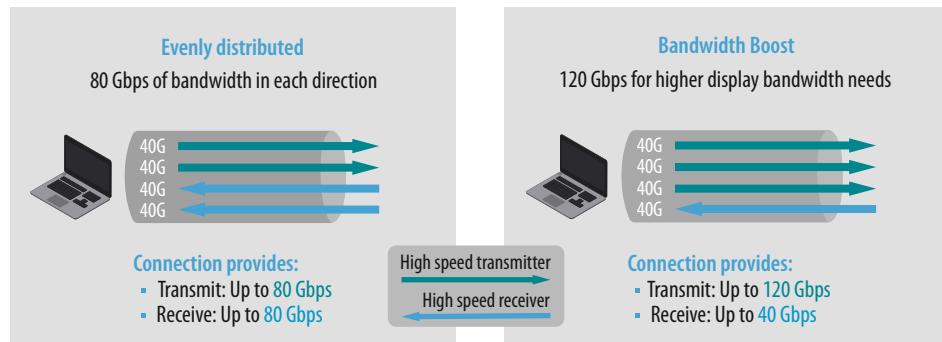
### Thunderbolt 5 im Vergleich

	Thunderbolt 5	Thunderbolt 4	USB4 (v2)
Buchsen	USB-C	USB-C	USB-C
Mindestgeschwindigkeit Kabel	120 Gbit/s	40 Gbit/s	20 Gbit/s
Maximallänge Kabel passiv	1 m	3 m	3 m
Maximallänge Kabel aktiv	mindestens 2 m	100 m	100 m
Mindestgeschwindigkeit Rechner	80 & 120 Gbit/s	40 Gbit/s	20 Gbit/s
Mindestleistung Rechner – Video	Dual 6K	Dual 4K	Ein Monitor
Zahl von Monitoren	3 × 4K bis 144 Hz	2 × 4K mit 60 Hz	–
Asynchroner Modus	✓	–	–
Mindestleistung Rechner – Daten	PCIe 4 x4 64 Gbit/s	PCIe 3 x4 32 Gbit/s	USB 3.0 10 Gbit/s
Signaltechnik	PAM3	PAM2	PAM2
Mindestleistung Dock – Laden	bis zu 140 W	bis zu 100 W	–
Maximalleistung Dock – Laden	bis zu 240 W	bis zu 140 W	–
Mindestleistung Rechner – Zubehör	15 W	15 W	7,5 W
Netzwerkgeschwindigkeit	64 Gbit/s	32 Gbit/s	–
USB4-spezifiziert	✓	✓	✓
✓ vorhanden – nicht vorhanden			

## Thunderbolt 5 Delivers Up to 120 Gbps

Bandwidth Boost for the best display experience

### Bandwidth flexibility based on usage



Quelle: Intel, Überarbeitung: Mac & i

Thunderbolt 5 überträgt normalerweise Signale über zwei Lanes pro Richtung. Beim asynchronen Modus wird eine Leitung umgedreht.

### Unterschiede zu USB4 Version 2.0 und Kompatibilität

Thunderbolt 5 ist abwärtskompatibel zu allen älteren Versionen. Während Thunderbolt 4 mit USB4 korrespondierte, stimmen die Maximalfeatures von Thunderbolt 5 und USB4 Version 2.0 überein. Allerdings gibt es bei USB wie gehabt viel mehr Kannbestimmungen als bei Thunderbolt. Allen vier gemeinsam sind die Typ-C-Buchsen und Stecker. Thunderbolt-Kabel funktionieren auch für USB4. Bei Apple gibt es noch kein USB4 v2.

### Externe PCIe-Boxen

Man kennt die Breakout-Boxen noch von externen Grafikkarten (eGPU) an Intel-Macs und so kann es die externen Boxen mit PCIe-Steckplätzen auch mit Thunderbolt 5 weiterhin geben. Am Mac hat

das Thema eGPU aber mit Einführung der Apple-Prozessoren in Macs (M1 bis M4 Max) ein Ende gefunden, da externe Grafikkarten nicht mehr unterstützt werden. Es spräche aber nichts dagegen, Soundkarten, Netzwerkkarten oder SSDs mit PCIe in einer solchen Box mit Thunderbolt 5 zu betreiben, sofern es Treiber gibt.

### Ausblick

Noch sind Kabel, SSDs und Docks mit Thunderbolt 5 extrem teuer. Da Apple den neuen Standard aber bereits in drei Rechnermodellen einbaut, werden sich die Preise auf dem üblich hohen Niveau eingepeln. Dazu trägt auch die bereits lange Existenz von PCIe 4.0 mit schnellen SSDs bei. Zum Glück definiert Intel den neuen Standard klarer und anspruchsvoller als den erneut sehr schwammigen für das verwandte USB4 v2. (jes)



### Erste Tests mit einer SSD

Zum Test standen uns bereits die Apple-Rechner Mac mini Pro, MacBook Pro mit M4 Pro und MacBook Pro mit M4 Max zur Verfügung sowie die externe SSD Envoy Ultra von OWC mit Thunderbolt 5 und 2 TByte Kapazität. Letztere kostet 479 Euro, die Version mit 4 TByte schlägt mit 809 Euro zu Buche. Beim Lesen schaffte sie an TB5-Macs Transferraten zwischen 5046 und 5285 MByte/s, beim Schreiben zwischen 5130 und 5223 MByte/s. Das ist fast so schnell wie die interne SSD in aktuellen M4-Pro-Macs. Dieselbe SSD erzielte an einem MacBook Pro M4 mit Thunderbolt 4 lediglich 3074 und 2934 MByte/s. Gemessen haben wir jeweils mit Blackmagic Disk Speed Test.

Die Thunderbolt-5-SSD Envoy Ultra von OWC schaffte an einem MacBook Pro mit M4 Pro Transferraten von über 5000 MByte/s.

# iPhone EU-Edition

In der EU müssen sich iOS und iPadOS immer weiter öffnen – auf Gedeih und Verderb. Im Gegenzug sperrt Apple manche Funktionen. Was das konkret für die Nutzer bedeutet.

Von Leonhard Becker

## kurz & knapp

- Der Digital Markets Act zwingt Apple zur Öffnung von iOS.
- Nutzer in der EU erhalten mehr App-Freiheit.
- Die EU greift immer tiefer in iOS ein.
- Apple bremst, das geht auch auf Kosten der Nutzer.



Bild: KI-generiert mit freepik; bearbeitet von Mac & i

**D**as Gesetz über digitale Märkte ist noch kein ganzes Jahr in Kraft, sorgt aber längst für erheblichen Tumult – besonders bei Apple. Der Digital Markets Act (DMA) stellt weitreichende Regeln für IT-Riesen auf, die über massive Marktmacht verfügen. Das soll mächtige Plattformen – darunter die Betriebssysteme iOS, Android und Windows – zu mehr Offenheit zwingen und damit einen faireren Wettbewerb ermöglichen, so das Ziel. Gerade Apple treffen die neuen Vorgaben allerdings tief ins Mark: Das Unternehmen ist schließlich berühmt-berüchtigt für seinen Kontrollwahn sowie die enge Integration von Hard- und Software. Genau das schätzen allerdings auch viele Kunden am Apple-Ökosystem, Konkurrenten sehen sich jedoch ausgebremst.

Die Zwangsoffnung in der EU bedroht deshalb nicht nur die Milliardenbeträge, die der App Store in Apples Kassen spült, sondern sie bringt das grundsätzliche iPhone-Produktversprechen ins Wanken. Entsprechend verwundert es nicht, dass Apple sich den Regeln nur widerwillig fügt. Ärgerlich für Nutzer: Apples an allen Ecken und Enden zu beobachtenden Blockaden und die regionale Aufspaltung des Betriebssystems sorgen für mehr Komplexität und können Dinge unbequem machen, die bisher höchst komfortabel waren.

## Neue App-Kategorien

Schon im vergangenen Frühjahr hat Apple die wohl tiefgreifendste Änderung in der Geschichte von iOS umgesetzt: In der EU können Nutzer seitdem Apps aus anderen Quellen als nur dem App Store beziehen (siehe auch Mac & i Heft 3/2024, S. 22). Solches „Sideload“ war davor nur über obskure Umwege möglich. Die Öffnung sorgte zwar für frischen Wind, doch dieser flachte schnell ab. Stand Mitte Januar 2025 gibt es nicht einmal eine Handvoll an alternativen App-Läden. Direkt-Downloads von Webseiten – wie es in macOS und anderen Betriebssystemen geläufig ist – bleiben komplett Fehlanzeige.

Grund dafür ist nicht zuletzt, dass Apple die Hürden für Sideloadings sehr hoch angesetzt hat. Das schreckt womöglich Betrüger, aber ebenso die allermeisten ehrbaren Entwickler ab. Für Nutzer ist es zudem unbequem, denn Apple hat den Direktvertrieb von iPhone-Apps schlicht unattraktiv gestaltet: Vor der Installation gilt es, Systemeinstellungen zu ändern und eine ganze Reihe von Warndialogen zu bestätigen. Einfach und bequem

sieht anders aus. Zudem erhalten Nutzer bei längeren Aufenthalten außerhalb der EU keine Updates mehr für Sideload-Apps – ein Unding.

Die EU-Kommission zeigt sich davon wenig amüsiert: Sie hat im letzten Juni ein weiteres Verfahren gegen Apple eingeleitet, um zu klären, ob der komplizierte Installationsprozess ein DMA-Verstoß ist. Apples strikte Vorgaben sowie das Gebührenmodell für alternative App-Läden und Entwickler prüft die Kommission ebenfalls. Dabei geht es auch um die umstrittene Kerntechnologiegebühr (Core Technology Fee), bei der Entwickler für jeden App-Download an Apple zahlen sollen. Die Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen, das Ergebnis dürfte bis spätestens Sommer 2025 vorliegen.

Erfreuliche Änderungen gibt es allerdings schon: In Reaktion auf die neue App-Freiheit beendete Apple nämlich die beharrliche Blockade von Retro-Gaming- und PC-Emulatoren. Sie dürfen seit vergangenem Frühjahr sogar in den App Store, auch wenn Apple es den Entwicklern solcher Software weiterhin schwer macht. Mancher Nutzer dürfte außerdem begrüßen, dass das aus dem App Store verbannte Spiel Fortnite über alternative App-Läden auf Apple-Geräte zurückgekehrt ist. Mit Setapp gibt es obendrein einen ersten Store, der einen ganz anderen Ansatz wählt: Zum monatlichen Pauschalpreis gibt er Zugang zu mehreren Apps. Manche dieser Programme gibt es auch im App Store, dort müssen Kunden aber für jedes ein einzelnes Abo abschließen.

## Apple behält die Kontrolle

Vor der Verabschiedung des DMA warnte Apple beherzt, die durch die EU erzwungene Öffnung würde zu einer Flut an Malware-Angriffen führen. Sideload sei die „Büchse der Pandora“ und der „beste Freund der Cyberkriminellen“, polterte Apples Soft-

warechef Craig Federighi einst. Davon kann zum Glück keine Rede sein – zumindest bislang.

Das liegt nicht zuletzt daran, dass Apple die Kontrolle über Apps komplett behalten hat: App-Anbieter müssen dem Hersteller weiterhin jegliche iOS-Software zur Prüfung vorlegen – auch solche, die nur außerhalb des App Stores angeboten wird. Entwickler, die Apple nicht in sein Developer-Programm lässt (oder hinauswirft), sind nicht in der Lage, iOS-Apps anzubieten.

Um die Regeln des DMA zu erfüllen, hat Apple zugleich versprochen, außerhalb des eigenen App Stores nicht inhaltlich in Apps einzugreifen. Vorbild ist hier das bewährte System von macOS: Apps, die Entwickler selbst zum Download anbieten, prüft Apple vorher automatisiert auf Malware, mischt sich ansonsten aber nicht ein. Auf iOS handelt der Konzern das anders: Neben dem automatischen Malware-Check schauen auch Prüfer auf die Apps. In bisher zwei bekannten Fällen wurde das dafür genutzt, um harmlosen, aber bei Apple unerwünschten Apps – darunter ein Macintosh-128K-Emulator – den Zugang zu iPhones zu verwehren. Damit begibt sich das Unternehmen auf sehr dünnes Eis, schließlich dürfte das mit dem DMA kaum konform gehen. Die EU-Kommission beäugt das Verhalten bereits argwöhnisch, hat aber diesbezüglich bisher kein offizielles Verfahren eingeleitet.

## EU sieht erste DMA-Verstöße

Andere Apple-Taktiken haben die Regulierer schon im ersten Halbjahr 2024 geprüft und vorläufig als Verstöße gegen den DMA eingestuft. Die Kommission bemängelt Apples Schweigegebot für Entwickler: Apps dürfen nur in sehr eingeschränktem Umfang auf andere Kaufmöglichkeiten – etwa im Web – verlinken. Dem Konzern drohen massive Strafzahlungen in schwindelerregenden Milliardenhöhen (siehe auch S. 116). In einem von Spotify angestoßenen Wettbewerbsverfahren wurde schon eine Strafe von 1,8 Milliarden Euro gegen Apple verhängt. Zwar hat der Konzern etwas eingelenkt, doch Links sind in Apps weiterhin nur sehr eingeschränkt erlaubt. Die Kommission stört sich außerdem daran, dass Apple eine hohe Provision veranschlagt, selbst wenn Nutzer die



**Das Angebot an alternativen App-Läden ist bislang überschaubar geblieben.**

Käufe letztlich im Web statt in der App tätigen. Das gehe weit darüber hinaus, was „für eine solche Vergütung strikt notwendig ist“, heißt es bei der EU.

Viele Nutzer dürften die vertraglichen Feinheiten zwischen Apple und App-Entwicklern zwar nicht groß scheren, doch sie sind davon unmittelbar betroffen: Mancher Anbieter reicht die von Apple veranschlagte Provision nämlich kurzerhand still an die Kunden durch. In-App-Käufe und Abonnements können dadurch auf iPhone und iPad bis zu 30 Prozent teurer als im Web sein.

### Richtige Browser und Wallets

Mehr Offenheit soll der DMA auch bei Browsern bringen, tut das bislang aber nur auf dem Papier. Apple darf es anderen Hersteller zwar nicht mehr verbieten, einen vollwertigen Browser mit eigener Engine auf iOS und iPadOS zu bringen, solche Apps sind bis Mitte Januar 2025 aber nicht erschienen. Auch Firefox und Chrome setzen im Unterbau weiter auf Safaris WebKit, wie es zuvor von Apple vorgeschrieben war – und außerhalb der EU weiterhin ist.

Diese regionale Aufspaltung macht es erheblich aufwendiger für Dritte, einen rich-

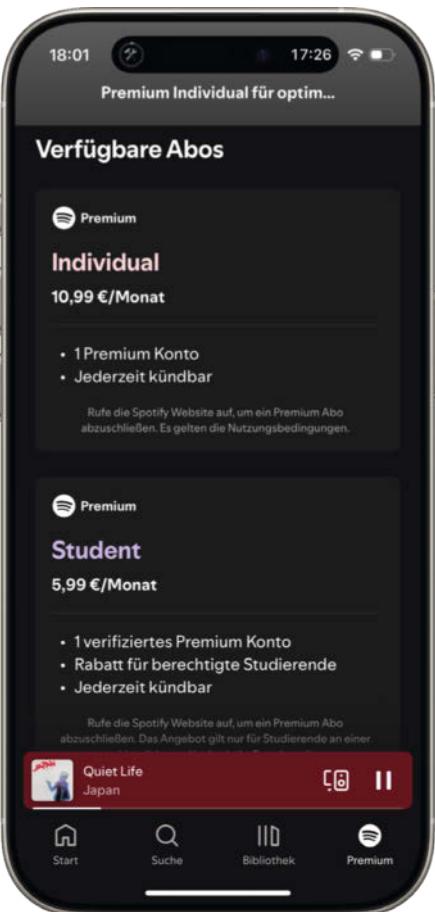
tigen Browser für iPhone und iPad auszuliefern. Eine massive zusätzliche Hürde musste Apple zuletzt streichen: Inzwischen sind Entwicklerteams, die außerhalb der EU sitzen, erstmals in der Lage, für EU-Nutzer gedachte Programme zu entwickeln und zu testen. Das war durch Apples Geosperrungen vorher schlicht nicht möglich. Die Integration der eigenen Engines haben Chrome und Firefox schon geprobt. Ob und wann eine Veröffentlichung folgt, bleibt aber vollkommen offen.

Bei digitalen Geldbörsen respektive Wallets führte lange kein Weg am Apple Wallet vorbei: Nur mit den dort hinterlegten Kreditkarten und Apple Pay lässt sich an der Kasse per iPhone kontaktlos zahlen. Der DMA untersagt eine solche Verdoppelung zwischen NFC-Schnittstelle und dem hauseigenen Bezahldienst eines Herstellers klar. Schon vor dem Inkrafttreten der neuen Regeln war die EU in einer Untersuchung zu dem Schluss gekommen, dass Apple damit Konkurrenten ausbremsst. Um einer Strafe zu entgehen, hat Apple iOS auch in dieser Hinsicht geöffnet. Andere Wallets erhalten so dieselben Rechte wie das Apple Wallet. Sie lassen sich als Standardbörse definieren: Hält man das iPhone an ein NFC-Kassenterminal oder drückt zweimal auf die Standby-Taste, öffnet sich dadurch die App respektive das Wallet für eine bequeme Zahlung – wie sonst nur von Apple Pay gewohnt.

Hier gibt es inzwischen Bewegung: Ein erster mobiler Bezahldienst nutzt seit Ende Dezember die neue Freiheit, um kontaktlose iPhone-Zahlungen im norwegischen Einzelhandel anzubieten. Weitere nordische Länder sollen folgen. In Deutschland hat sich bis Mitte Januar kein Mobile-Payment-Dienst mit einem eigenen Wallet aufs iPhone gewagt. Bislang ist immerhin keine Bank aus Apple Pay ausgeschert, um ihr eigenes iOS-Wallet zu lancieren.

Die NFC-Öffnung bleibt nicht auf die EU beschränkt: In den USA und weiteren Ländern können Nutzer ebenfalls mit anderen Wallets bezahlen, sobald entsprechende Dienste starten. Allerdings fährt der Konzern hier erneut zweigleisig, statt auf eine globale Schnittstelle zu setzen. In der EU

**Spotify darf auf Abos im Web verweisen. Ein Link fehlt, weil Apple sonst mitverdienen würde.**

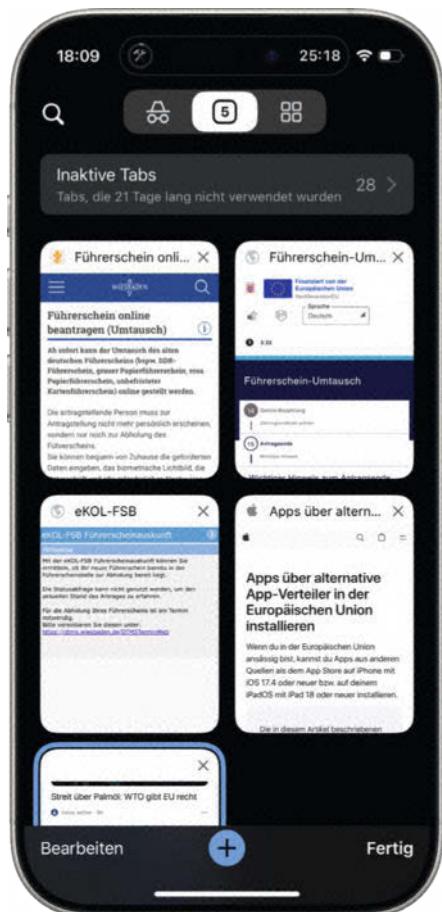


**Alle Browser für iOS – wie hier Chrome – mussten bisher auf Safaris WebKit setzen.**

kommt dafür die Technik „Host Card Emulation“ (HCE) zum Einsatz, die Android seit Langem unterstützt. Im Unterschied dazu können Dritt-Wallets in den USA – genauso wie Apple Pay – das „Secure Element“ des iPhones verwenden. Dabei handelt es sich um einen integrierten Spezialchip, auf dem branchenübliche Java-Applets laufen.

Ob das für Nutzer im Alltag einen nennenswerten Unterschied macht, ist noch nicht abzusehen. Unbequem: Die NFC-Öffnung beschränkt Apple auf das iPhone. Auf der Apple Watch führt für kontaktlose Zahlungen also weiterhin kein Weg an Apple Pay vorbei. Unklar bleibt, ob andere Wallets per HCE den sogenannten Expressmodus unterstützen können. Dieser erlaubt, etwa eine Fahrkarte oder einen digitalen Schlüssel zu verwenden, indem das iPhone einfach gegen ein Lesegerät gehalten wird – ohne sich dafür erst mit Face ID authentifizieren zu müssen.

Die Europäische Zentralbank (EZB) hat die hier fehlende Zugriffsmöglichkeit auf das Secure Element bereits kritisiert. Um den digitalen Euro „reibunglos und nutzerfreundlich“ auf iPhones zu bringen, sei der Spezialchip entscheidend, monierte ein Mitglied des EZB-Direktoriums im vergangenen



April. Neue Konfliktfelder zwischen EU und Apple zeichnen sich damit bereits ab.

### Regional gespaltenes iOS

Statt im Sinne der Nutzer zentrale Änderungen global umzusetzen, spaltet Apple die Betriebssysteme also immer stärker regional auf. Entsprechend sind wichtige Funktionen nicht mehr überall verfügbar: Die praktische iPhone-Synchronisierung (iPhone-Mirroring), mit der sich das iPhone vom Mac aus steuern lässt, sperrt Apple auf Geräten in Deutschland seit Monaten. Das

Unternehmen verweist diesbezüglich auf „regulatorische Unsicherheiten“ durch den DMA. Theoretisch müsste Apple den EU-Regeln zufolge eine solch grundlegende Funktion für andere Hersteller öffnen, so dass Microsoft es zum Beispiel in Windows integrieren könnte. Auch die ebenfalls nützliche Fernsteuerung eines iPhones oder iPads per FaceTime fehlt hierzulande immer noch. Im Unterschied zu Apple Intelligence will Apple sich bei diesen Funktionen nicht auf einen Starttermin festnageln lassen, sie fehlen womöglich also noch länger. Apples KI-Paket soll immerhin im April in der EU

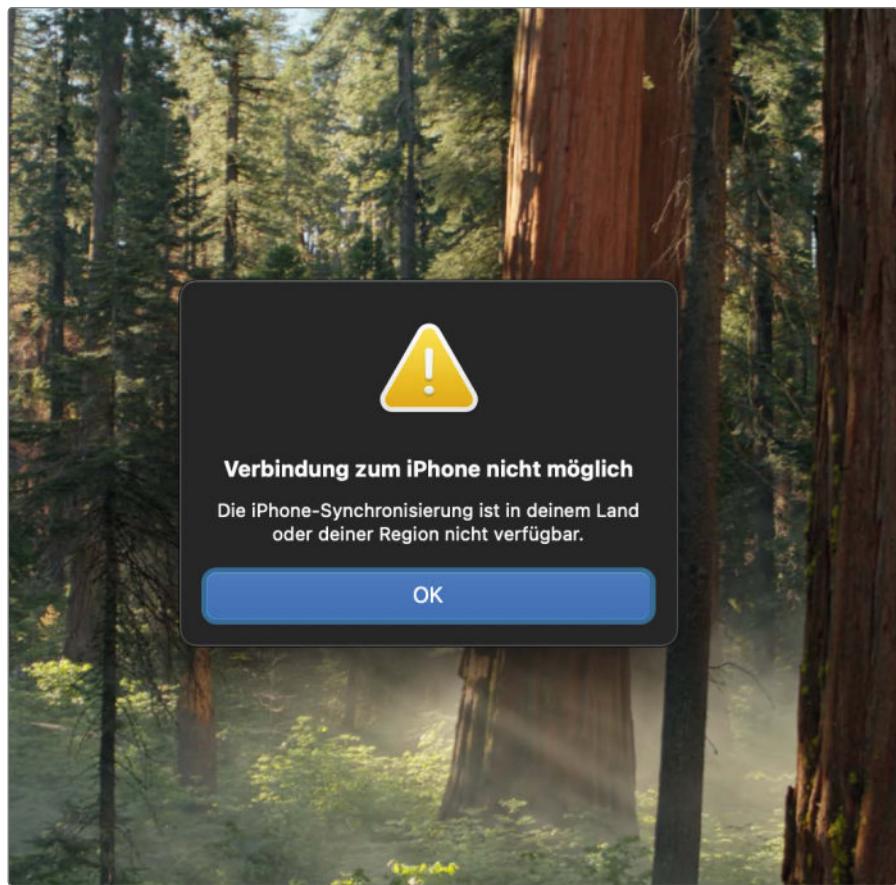
starten, dann funktioniert es voraussichtlich auch auf Deutsch.

Welche Funktionen auf iPhone und iPad jeweils verfügbar sind, entscheidet vorrangig das Land respektive die Rechnungsadresse des Apple-Accounts, den Nutzer für „Medien & Käufe“ verwenden. Als weiteres Signal nutzt Apple den vom Gerät erfassten Standort. Wer also die EU verlässt, kann auch mit deutschem Apple-Account plötzlich zu Hause gesperrte Funktionen wie Apple Intelligence und iPhone-Mirroring verwenden – solange er im Ausland weilt. Parallel erhalten aber die aus alternativen Quellen geladenen Apps nach 30 Tagen keine Updates mehr. Neue Apps aus anderen Ländern lassen sich außerhalb der EU nicht installieren. Umgekehrt können Nutzer mit US-Account bei einer Reise in EU-Mitgliedsstaaten weiterhin Apple Intelligence und iPhone-Mirroring nutzen, aber nicht auf alternative App-Läden zugreifen.

Nur einzelne durch den Digital Markets Act angestoßene Änderungen sind global verfügbar, etwa die seit iOS 18.2 zentrale Einstellung für Standard-Apps. Apple-Apps wie Fotos, Safari, Nachrichten, Kamera und App Store lassen sich aber bislang nur innerhalb der EU löschen, falls man denn möchte (siehe Mac & i Heft 6/2024, S. 26).

### iPhone- und iPad-Funktionen

	In der EU verfügbar	Außerhalb der EU verfügbar
Apple Intelligence	– (folgt im April)	✓
iPhone-Mirroring	–	✓
Remote-Zugriff	–	✓
Alternative App-Stores, Web-Downloads	✓	–
NFC-Zahlungen, Wallet-Apps	✓ (HCE)	✓ (Secure Element)
Browser mit eigener Engine	✓	–
Standard-Apps festlegen	✓	✓ (Umfang begrenzt)
Löschen aller vorinstallierten Apple-Apps	✓ (außer Einstellungen und Telefon)	–
Safari-Daten exportieren und importieren	✓	✓

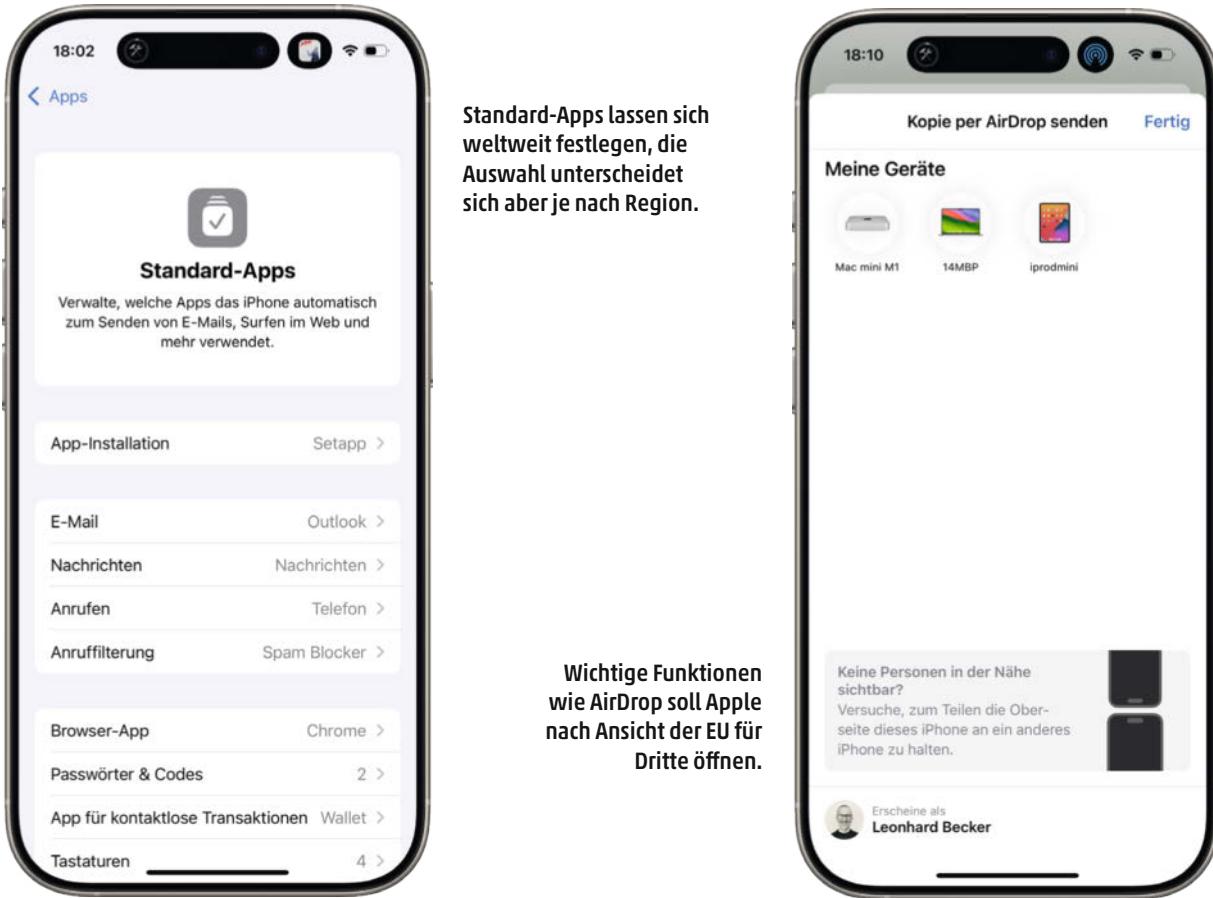


### Viel mehr Interoperabilität gefordert

Der nächste große für Apple höchst unangenehme Einschnitt zeichnet sich aktuell ab. Dabei geht es um die Interoperabilität, also das bislang eingeschränkte Zusammenspiel zwischen iPhone und den Geräten anderer Hersteller. Um dem DMA zu folgen, können Entwickler und Firmen bei Apple seit vergangenem Frühjahr die Öffnung von Schnittstellen anfragen. Passiert scheint hier konkret jedoch wenig, sodass die EU-Kommission jetzt eingreift, und zwar mit Nachdruck. Apple darf „verbundene Geräte“ anderer Hersteller künftig nicht mehr benachteiligen: Ob Garmin-Uhr, Bose-Kopfhörer oder Meta-Headset, solche Hardware muss nach dem Willen der EU-Kommission auf gleicher Basis mit dem iPhone kommunizieren können – so wie es derzeit nur Apple Watch, AirPods und Vision Pro möglich ist.

In einem ersten Entwurf haben die Regulierer Ende Dezember bereits haarklein festgelegt, welche Protokolle und Schnittstellen

**Frustrierend für Nutzer:  
Apple sperrt Funktionen wie  
iPhone-Mirroring in der EU.**



Apple künftig für Dritte freigeben muss. Dazu gehören vertraute Funktionen wie der simple Dateiaustausch mit AirDrop, das Streamen von Content über AirPlay sowie WLAN-Direktverbindungen zwischen zwei Geräten für schnellere Datenübertragungen. All das ist bislang rein Apple-Hardware vorbehalten. Was Nutzer bei der Apple Watch schätzen, sollen künftig auch andere Smartwatches im Zusammenspiel mit dem iPhone bieten: Dazu gehört dem Dokument zufolge die volle Darstellung von Mitteilungen und die Option, diese direkt zu beantworten. Außerdem müssen die Apps anderer Hersteller erweiterte Rechte bekommen, um auf dem iPhone länger im Hintergrund zu laufen – und so die Synchronisation sicherzustellen. Der bequeme automatische Wechsel der Audioverbindung zwischen Apple-Geräten, wie von den AirPods bekannt, soll künftig anderen Kopfhörerherstellern offenstehen.

Verbundene Geräte sollen vom iPhone überdies WLAN-Zugangsdaten erhalten, um sich einfach verbinden zu können. Auch muss es etwa möglich werden, Zahlungsdaten per NFC an Accessoires zu übertragen.

Bis Anfang Januar hatten Dritte und Apple noch Gelegenheit, Feedback zu dem

Entwurf zu geben. Sollten die unterbreiteten Vorgaben in den nächsten Monaten verbindlich werden, unterliegt Apple einem ambitionierten Zeitplan: Die meisten Funktionen respektive Schnittstellen sind laut EU schon mit iOS 19 und spätestens bis Ende 2025 zu öffnen. Mit diesen Schritten unterstreicht die Kommission zugleich, dass sie sich nicht davor scheut, technische Detailänderungen haarklein zu diktieren.

Apple hat sich zu der Angelegenheit bislang nicht konkret geäußert. Im Vorfeld griff der Konzern aber zu einer gängigen Taktik und warnte vor möglichen Datenschutzverletzungen. Als praktischer Buhmann diente die Facebook-Mutter Meta: Kein anderes Unternehmen habe so viele Interoperabilitätsanfragen gestellt, hieß es bei Apple. Würde man den Forderungen nachkommen, erhält Meta tiefen Einblick in Nutzerdaten.

## Fazit

Das große Seilziehen zwischen Apple und EU geht nun weiter – ausgetragen auf dem Rücken der Nutzer. Viele der durch den DMA erzwungenen Öffnungsschritte hat

Apple davor bewusst verbummt, statt das in Eigenregie umzusetzen. Jetzt gibt die Kommission die Marschrichtung vor. Apple zeigt sich trotzig und spaltet die Betriebssysteme immer weiter auf. Bei Nutzern treffen die fehlenden Funktionen auf wenig Verständnis – und sorgen für Frust.

In der EU hat sich seit dem DMA-Stichtag im März 2024 bei iOS zugleich alles und nichts geändert: Alternative App-Läden sind ein technisches Novum, doch bisher ein absoluter Randschauplatz geblieben. Daran dürfte sich vorerst kaum etwas ändern. Jetzt bleibt abzuwarten, ob Geräte anderer Hersteller bald besser mit dem iPhone kommunizieren dürfen – damit wäre viel gewonnen.

Während iPhone-Nutzer kaum Einfluss nehmen können, spielt die Politik eine immer gewichtigere Rolle: In der EU muss sich jetzt eine neue Wettbewerbschefin ihren Namen machen (siehe auch S. 116). Wachsender Gegenwind steht aus den USA bevor: Donald Trump deutete bereits an, Apple-Chef Tim Cook habe sich bei ihm über die Kommission beklagt. Er werde verhindern, dass die EU mithilfe des DMA US-Konzerne „ausnutzt“, polterte Trump jüngst (siehe S. 120). (lbe)



# Welches iPad soll es sein?

Wer sich ein Apple-Tablet zulegen will, steht vor Fragen nach passender Bildschirmgröße, Entspiegelung, Stiftwahl, Tastatur, Prozessor-Power, RAM oder Speicherausstattung. Unsere Kaufberatung gibt Orientierung.

Von Johannes Schuster



Die Frontkamera sitzt bei allen iPads außer dem mini auf der langen Gehäusesseite und damit im Querformat mittig oben.

Alle aktuellen iPads stattet Apple mit einer USB-C-Buchse aus, beim iPad Pro liegt dort zusätzlich Thunderbolt an.

**A**pples Sortiment an Tablets ist, positiv gesagt, recht vielfältig. Man könnte negativ auch sagen: verwirrend. Die Baureihen mini, Air und Pro konkurrieren mit dem einfachen iPad. Hinzu kommen beim Air und Pro zwei Bildschirmgrößen. Insgesamt stehen damit sechs Varianten zur Auswahl, wobei Farbe, Speicherausstattung und Mobilfunkvorbereitung noch nicht eingerechnet sind.

### Einstieg für 400 Euro

Billiger als jeder Mac, jedes iPhone und jedes andere iPad ist das einfache iPad zum Preis von 400 Euro. In der zehnten Generation bringt es einen recht flotten A14-Bionic-Prozessor mit, ebenso wie ein hochauflösendes 10,9-Zoll-Display, eine 12-Megapixel-Kamera und 64 GByte Flash-Speicher. Es eignet sich bereits für einen Apple Pencil und es gibt von Apple eine passende Tastatur.

Das iPad Air besitzt demgegenüber einen viel schnelleren Prozessor, einen besser entspiegelten Bildschirm, Unterstützung für den Pencil Pro und eine Tastatur mit einer zweiten USB-C-Buchse. Außerdem steht ein größeres Display mit 13-Zoll-Diagonale zur Wahl. Preislich liegt das iPad Air bei mindestens 700 Euro.

Ab 1200 Euro bekommt man das iPad Pro 11 Zoll oder ab 1550 Euro das iPad Pro 13 Zoll. Sie kamen als erste Geräte mit dem Apple-M4-Prozessor auf den Markt und bieten höchste Performance sowie einen wahlweise entspiegelten Bildschirm mit 120-Hertz-Technik.

Gerade im Oktober hat Apple das iPad mini renoviert und den Prozessor auf einen aktuellen Leistungsstand gebracht. Mit seinem 8,3-Zoll-Bildschirm ist es klein und leicht, aber mit mindestens 600

Euro Kaufpreis nicht eben billig. Immerhin unterstützt es den Pencil Pro, es gibt aber keine Tastatur von Apple dafür.

### Mobilfunk auf Wunsch integriert

Anders als bei den MacBooks gibt es sämtliche iPads mit einer Option für Mobilfunk, bei Apple „Cellular“ genannt. In den neuesten Baureihen von Air, Pro und mini gibt es lediglich eine eSIM, den klassischen Steckplatz für Nano-SIM-Karten bringt nur noch das einfache iPad mit. Die Vorbereitung für 5G-Mobilfunk lässt sich Apple mit stolzen 170 bis 250 Euro bezahlen; dafür bekommt man aber auch gleich noch GPS-Fähigkeiten gratis hinzu.

Bluetooth und WLAN ist überall integriert. Die jüngsten Modelle vom Air, Pro und mini bedienen auch das 6-GHz-Band (Wi-Fi 6E) und bringen Bluetooth 5.3 mit. Das nicht mehr ganz frische iPad 10 verharrt auf Wi-Fi 6 und Bluetooth 5.2. Wi-Fi 7 bleibt bisher dem iPhone 16 vorbehalten.

USB-C ist bei allen aktuellen iPads Standard. Es dient zum Laden und kann Videosignale und Daten übertragen – beim Air und mini mit USB-3-Geschwindigkeit von brutto 10 Gbit/s und beim

Pro sogar mit Thunderbolt 3. Das iPad 10 schafft lediglich USB 2.0 mit 480 Mbit/s. Man kann an USB-C unter anderem Cardreader, Mikrofone, Audiointerfaces, Monitore, Webcams oder Hubs anschließen.

### Einschalten und Authentifizieren

Den Fingerabdrucksensor hat Apple inzwischen überall von der Frontseite auf einen Knopf im Gehäuserahmen verlegt. Beim iPad Pro

# iPad: Günstiger Allrounder

Im Oktober hat Apple den Preis vom damals zwei Jahre alten iPad 10 (Test in Mac & i Heft 6/2022, S. 32) noch einmal gesenkt, nämlich auf 399 Euro. Dafür bekommt man ein vollwertiges iPad mit großem Bildschirm, ausreichend schnellem Prozessor, zwei 12-MP-Kameras und Verwendungsmöglichkeiten von Apple Pencil und Magic Keyboard Folio. Die meisten Apps laufen auf dem normalen iPad, vom Notiz- über das Musikprogramm bis zu gängigen Games. Wer ein Tablet für die Schule, zum Surfen, Streamen oder Lesen braucht, macht mit dem iPad 10 nichts verkehrt.

Natürlich muss man mit gewissen Unterschieden zu den teureren Geräten leben: Der Bildschirm ist nicht entspiegelt und nicht laminiert, WLAN unterstützt nicht das 6-GHz-Band und man kann nicht den Pencil Pro einsetzen. Außerdem reichen der aus dem iPhone 12 stammende A14-Bionic-Prozessor und 4 GByte RAM nicht für Apple Intelligence aus. Da es schon seit 28 Monaten auf dem Markt ist, wird es vermutlich demnächst abgelöst. Der Nachfolger dürfte dann teurer werden. Unterm Strich bekommt man mit dem iPad 10 aktuell die meiste Leistung für den Preis.



**Das iPad 10 ist ein vollwertiges iPad zu einem sehr günstigen Preis. Auch Stift und Keyboard kann man hinzukaufen.**

übernimmt ein Infrasensor neben der Frontkamera die Authentifizierung per Gesichtserkennung. Mit Touch ID oder Face ID kann man in vielen Fällen die Passworteingabe ersetzen oder Käufe freigeben. Durch die Abschaffung des Home-Button ist mehr Platz für das Display im Gehäuse und dessen Ränder wurden schmäler.

Eine Buchse für den Kopfhörer bringt kein aktuelles iPad mehr mit, hier muss man auf Modelle mit Bluetooth oder USB-C ausweichen oder Apples Adapter zwischenstecken.

## Kameras

Alle aktuellen iPads haben auf der Rückseite eine Weitwinkel-Kamera mit einem 12-Megapixel-Sensor, die 4K-Videos mit 60 Bildern pro Sekunde anfertigen kann. Nur das Pro und das mini bieten zusätzlich eine LED-Videoleuchte, die auch als Blitz fungiert. Das Pro besitzt zudem einen LiDAR-Scanner, der per Laser die Entfernung zu Objekten misst und so beim Fokussieren oder bei AR-Apps hilft.

Auch die Frontkameras der aktuellen iPads liefern Fotos mit 12 Megapixels, aber Videos nur mit Full HD, also 1080p-Auflösung bei 60 fps. Alle beherrschen den Folgemodus Center Stage, bei dem etwa in FaceTime-Videoanrufen der übertragene Bildausschnitt mitgeschwenkt wird, wenn sich die sprechende Person zur Seite bewegt. Natürlich nur so weit, wie die Ultraweitwinkel-Kamera das Bild erfasst. Beim iPad mini 7 sitzt die Kamera noch an der schmalen Seite des Gehäuses, weshalb beim Videochat mit quer gestelltem iPad der Anwender scheinbar zur Seite schaut. Bei den anderen Apple-Tablets befindet sich die Frontkamera praktischerweise auf der langen Seite.

## Geerbte Prozessoren

Die iPads besitzen mittlerweile die gleichen Prozessoren wie Macs oder iPhones. Das spart Apple Entwicklungs- und Fertigungskosten, hat aber keine Nachteile bei der Performance. Beim Pro und Air kommen M-Chips aus den Macs zum Einsatz, beim mini und normalen iPad solche von älteren iPhones. Das iPad Pro war übrigens

das erste Apple-Gerät mit dem M4-Chip. Im Detail handelt es sich um ein SoC (System on Chip), das neben der CPU auch die Grafik (GPU), eine KI-Einheit (Neural Engine), Bildprozessor (ISP) und einige Controller (SSD, USB, Thunderbolt) enthält. Die M-Chips bringen neben mehr Performance-Cores auch mehr GPU-Kerne und außerdem eine Media-Engine zur schnelleren Berechnung von Video mit.

## Unterschiede zu iPhones und MacBooks

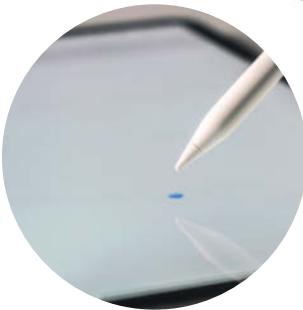
iPhones unterscheiden sich technisch abgesehen von der Bildschirmgröße nicht gravierend von iPads, allerdings fehlt letzterer die Funktion zum Telefonieren, weshalb sie sich auch für natives WhatsApp oder SMS nicht eignen. Die Cellular-Versionen bringen zwar eine SIM mit, diese dient jedoch nur der Datenübertragung. Folglich kommt man auch mit Mobilfunkverträgen ohne Telefonanteil aus. iPhones besitzen außerdem zwei oder drei Kameras mit unterschiedlicher Brennweite auf der Rückseite, die insgesamt bei gleichem Baujahr eine bessere Qualität abliefern als die der iPads. Inzwischen haben die 16er-iPhones schon zwei Sensoren mit 48 Megapixeln, bei sämtlichen iPads gibt es nicht mehr als 12 MP. Auf der anderen Seite eignen sich iPhones nicht zur Bedienung mit einem Apple Pencil oder einem vergleichbaren Stift.

Ähnliches gilt auch für die MacBooks, die zudem noch nicht einmal einen Touchscreen zur Bedienung mit dem Finger aufweisen. Es fehlt ihnen auch die Möglichkeit, eine SIM zu verwenden. Dafür haben die Apple-Notebooks serienmäßig eine Tastatur dabei und viel mehr Schnittstellen. Durch macOS kann man einfach externe Monitore sinnvoll nutzen und ist freier bei der Auswahl der Programme. Vom Gewicht her liegen MacBooks und iPads mit Tastaturhülle nah beieinander.

Im Bild sieht man gut, wie die Nanotextur auf dem Display des iPad Pro 13" die Lichtspiegelung vermindert.



Die Schwebefunktion vom Pencil Pro zeigt eine Live-Vorschau vom Zeichenergebnis.



Den Pencil 1 steckt man zum Laden am iPad 10 mit seinem Lightning-Stecker in einen Adapter auf USB-C.

Bis auf den A14 Bionic im iPad 10 sind alle Chips bereit für Apple Intelligence, deren Funktionen der Hersteller voraussichtlich ab April 2025 auch in Europa freischaltet.

## Performance und Akkulaufzeiten

In unseren Tests hob sich das iPad Pro mit seinem M4-Chip in sämtlichen Disziplinen deutlich ab. Es folgte das iPad Air mit M2. Das iPad mini 7 mit dem A17 Pro vom iPhone 15 Pro schlug interessanterweise das iPad Air 5 mit M1 in manchen Aufgaben, etwa dem KI-Test von Geekbench und dem Multicore-CPU-Score, aber nicht bei der GPU-Performance. Das iPad 10 liegt bei den Benchmarks weit abgeschlagen zurück, was allerdings nicht heißt, dass man im Alltag ständig auf den Prozessor warten müsste. Bei 3D-Spielen, Videobearbeitung oder großen Bilddateien kommt der A14 Bionic jedoch an seine Grenzen.

Grundsätzlich laufen die meisten iPadOS-Apps auf dem A14 Bionic, selbst Schnittprogramme wie DaVinci Resolve oder Logic Pro. Der A17 Pro und die M-Chips sind allerdings deutlich schneller, nur auf ihnen lassen sich aktuelle, anspruchsvolle Spiele oder Final Cut Pro betreiben. Hardwarebasiertes Raytracing gibt es auf dem iPad erst mit dem A17 Pro oder dem M4, was die Lichteffekte bei einigen neuen Spielen dramatischer erscheinen lässt.

Unser Test, der im Abspielen eines Videos in Dauerschleife bei 200 Candela/m<sup>2</sup> besteht, ist grob mit gemischten Alltagsanwendungen vergleichbar. Dabei hielt der Akku vom iPad 10 mit 8,8 Stunden einen ganzen Bürotag durch. Das iPad mini schaffte 10,4 h, das Air 13" 11,0 h und die beiden Pro-Modelle 16,4 respektive 17,0 h. Wer also deutlich mehr als einen Arbeitstag abseits der Steckdose am Gerät sitzt und keine Powerbank mitschleppen mag, sollte sich für ein iPad Pro entscheiden. Alle Performance-Werte und Akkulaufzeiten finden Sie im Balkendiagramm auf Seite 89.

## RAM und SSD

Apple schweigt sich zu der Bestückung mit Arbeitsspeicher bei den iPads meist aus, die Größe lässt sich aber einfach mit verschiedenen Tools auslesen. Zurzeit verfügt das iPad 10 über 4 und das iPad Pro ab 1 TByte Flash über 16 GByte RAM, alle anderen aktuellen iPads besitzen 8 GByte. Ein großer Arbeitsspeicher macht sich etwa bei KI, Videobearbeitung oder beim Surfen mit vielen offenen Tabs positiv bemerkbar.

Das Basis-iPad bringt einen Flash-Speicher von 64 GByte Größe mit, was für einfache Verwendungen ausreicht, sofern man nicht viele Videos, Fotos, Musikstücke oder Ähnliches auf dem Gerät vorhalten möchte. Beim Air und mini liegt die Einstiegskapazität bereits bei 128 GByte, mit der man beispielsweise auch sehr viele Apps und

Das iPad mini 7 ist fit für die Apple-KI und passt in so manche Tasche. Eine Tastatur bietet Apple dafür nicht an.



## iPad mini: Kleiner Allrounder

Das iPad mini (Test in Mac & i Heft 6/2024, S. 72) kostet 200 Euro mehr als das normale iPad und bringt dafür einige Komfortfeatures wie Antireflexbeschichtung, laminiertes Display, erweiterter Farbraum, Unterstützung für den Pencil Pro und WLAN 6E mit. Sein Prozessor stammt aus dem iPhone 15 Pro von 2023 und ist zusammen mit den 8 GByte RAM fähig, Apple Intelligence auszuführen. Auf der anderen Seite gibt es keine Tastatur von Apple und das Display ist mit 8,3 Zoll Diagonale recht klein, was etwa beim Lesen von PDFs und dem Zeichnen mit dem Pencil stört. Unschlagbar ist das iPad mini aber bei der Kompaktheit:

Es passt in die Taschen der meisten Jacketts oder Jeans und nimmt nicht viel Platz in Handtasche oder Rucksack ein.



Das neue Magic Keyboard besitzt Funktionstasten, eignet sich aber bisher nur für das iPad Pro.



**Das Magic Keyboard Folio für das iPad 10 bringt Funktionstasten und Scherenmechanismen mit.**

Offline-Karten gut verstauen kann. Beim Pro verbaut Apple mindestens 256 GByte.

Das iPad 10 kann man mit maximal 256 GByte Flash ordern, das mini mit 512 GByte, das Air mit 1TByte und das Pro mit 2 TByte. Billig ist das Speicherupgrade bei Apple aber nicht: 128 GByte mehr kosten bis zu 130 Euro. Die meisten Anwender benötigen auf dem iPad allerdings weniger Stauraum als auf dem iPhone oder dem Mac, außer sie nutzen das Tablet als ihr Hauptarbeitsgerät. Systembedingt kann man jedoch keine Apps auf externe Speichermedien auslagern, Dokumente aber sehr wohl.

### Große Bandbreite bei den Displays

Das einfache iPad hat auch das einfachste Display: Es handelt sich um ein Glossy-Panel mit IPS-Bauweise, feiner Retina-Auflösung und sRGB-Farbraum. Es ist nicht gegen Lichtreflexionen beschichtet und durch

den Luftspalt zwischen Bildschirm und vorgesetzter Scheibe kommt es zu zusätzlichen Brechungen mit Doppelspiegelungen. Demgegenüber versieht Apple die Displays der anderen mit einer Antireflexbeschichtung und laminiert die Scheibe auf die Panels (ohne Luftspalt).

Das Pro bringt als einziges iPad ein OLED-Display mit selbstleuchtenden Pixeln mit. Das verbessert den Kontrast wegen der besseren Schwarzwerte enorm. Außerdem schaffen die Panels nicht nur die üblichen 500 Candela/m<sup>2</sup>, sondern bis zu 1000, bei HDR-Inhalten punktuell sogar bis zu 1600. Als einziges Tablet von Apple kann es auch die Bildwiederholraten variieren: Bei statischen Inhalten spart man mit 10 Hertz Strom und mit 120 Hertz werden Bildinhalte beim Scrollen flüssiger dargestellt.

Statt einen matten Bildschirm anzubieten, offeriert Apple für das iPad Pro ab 1 TByte gegen Aufpreis Nanotexturglas, welches die Lichtspiegelungen durch eine fein geätzte Oberfläche diffus bricht. Air, Pro und mini können außerdem den erweiterten P3-Farbraum



Das iPad Air gibt es auch in der Größe 13 Zoll. Es bietet viele Features des Pro, kostet aber weit weniger.

## iPad Air: Das Semiprofessionelle

Ursprünglich hatte Apple das iPad Air als besonders dünne und leichte Alternative zum normalen iPad herausgebracht, zwischendurch zielte der Konzern mit bunten Farben auf ein stillbewusstes Publikum und aktuell kann man es als das semiprofessionelle Modell bezeichnen (Test in Mac & i Heft 4/2024, S. 26). Es besitzt schon einige Eigenschaften der ehemaligen Pro-iPads, allerdings sind die aktuellen Pros leichter und dünner als das iPad Air 11" und 13".

Mit einem Preis von 699 Euro kostet das iPad Air 11" satte 500 Euro weniger als das iPad Pro 11". Bei den 13-Zoll-Modellen beträgt der Unterschied sogar 600 Euro. Bei gleicher Ausstattung mit Flash-Speicher (256 GByte) bleiben immer noch Differenzen von 370 respektive 470 Euro. Verzichten muss man dafür auf einige Dinge, die ein Gerät teuer machen, wie 120 Hertz Bildwiederholrate (ProMotion), OLED-Bildschirm, große Helligkeit, HDR-Darstellung, die Nanotexturoption, die Fotoleuchte, den LiDAR-Scanner, Face ID, Thunderbolt und das neue Magic Keyboard. Das iPad Air bietet wie das Pro einen großen P3-Farbraum, Antireflexbeschichtung, zwei 12-MP-Kameras, den Folgemodus, WLAN 6E und Unterstützung für den Pencil Pro. Und der M2-Chip ist bei iPad-Apps nicht entscheidend langsamer als der M4.

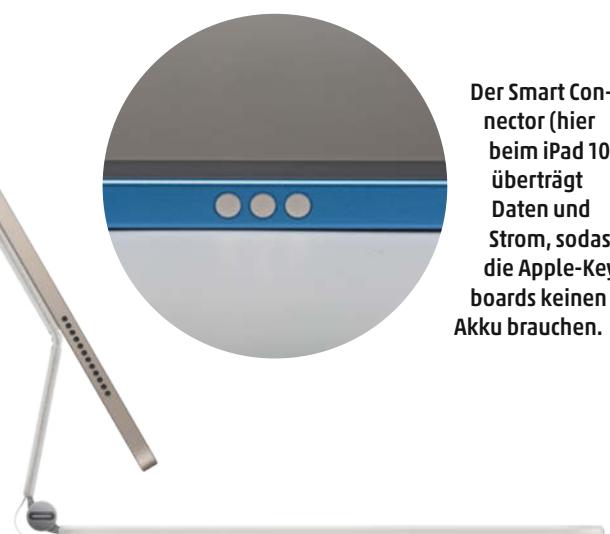
Wer ein großes oder weniger reflektierendes Display haben, die KI-Funktionen von Apple auf dem iPad nutzen oder bequem mit dem Pencil Pro zeichnen möchte, bekommt mit dem Air das günstigste Gerät. Es bietet sich als Einstieg für alle an, die das Tablet als ihr Haupt- oder Arbeitsgerät einsetzen wollen, etwa, weil sie keinen Mac haben. Bei gleicher Speicherausstattung (von 256 GByte) kostet es 260 Euro mehr als das einfache iPad.

## Gebrauchtkauf

Wie bei jedem Erwerb älterer Geräte gilt es zu beachten, dass diese einen Teil ihrer endlichen Lebens- und Garantiedauer schon hinter sich haben, sie außerdem weniger lang repariert und mit Updates versorgt werden. Hinzu kommt das Risiko, bei einem Privatverkauf an ein verdeckt defektes Gerät zu geraten und es nicht zurückgeben zu können. Als Alternative kann es sich lohnen, bei spezialisierten Refurbishern nach einem iPad zu schauen. Diese überprüfen die Gebrauchteräge und bieten neben einer Garantie auch Rücknahmezeiträume an.

Bei iPads gilt wie bei allen anderen Apple-Rechnern, dass die Preise vergleichsweise hoch liegen. Demgegenüber sind neue Geräte schneller und besitzen einen unverbrauchten Akku.

Trotzdem kann es sich manchmal lohnen, ein gebrauchtes iPad zu kaufen. Insbesondere die Pro-Modelle bieten eine gute Ausstattung und ordentliche Leistung. Das einfache iPad für 399 Euro besitzt hingegen ein so gutes Preis-Leistungs-Verhältnis, dass die Vorgängermodelle im Preis schon sehr weit gesunken sein müssen, um attraktiv zu sein.



Der Smart Connector (hier beim iPad 10) überträgt Daten und Strom, sodass die Apple-Keyboards keinen Akku brauchen.

darstellen. Manche Farbtöne können von geeigneten Programmen damit knalliger dargestellt werden.

## Stifte und Tastaturen

Alle aktuellen iPads unterstützen den 89 Euro teuren Pencil mit USB-C, der allerdings nicht kabellos geladen werden kann und dem die Druckstufenerkennung sowie die praktische Doppeltippfunktion zum Werkzeugwechsel fehlen. Das iPad 10 arbeitet außerdem mit dem Pencil 1 (119 Euro) zusammen, wenn man zum Laden zusätzlich einen (beiliegenden) Adapter von Lightning auf USB-C einsetzt. Die anderen neuen iPads unterstützen den 149 Euro teuren Pencil Pro, der magnetisch am Gehäuserand der Tablets hält und per Induktion geladen sowie gekoppelt wird. Er bietet Druckstufenerkennung, Doppeltipp, die Schwebefunktion, Rotation, haptisches Feedback und die Suchmöglichkeit „Wo ist?“. Geld sparen kann man mit Stiften von anderen Anbietern (siehe Mac & i 2/2021, S. 84).

Für das iPad mini bietet Apple keine Tastaturen an, für das iPad 10 das „Magic Keyboard Folio“ zum stolzen Preis von 300 Euro. Im-

merhin fungiert es gleichzeitig als Hülle oder flexible Stütze, wird über den Smart Connector mit Strom versorgt und bringt 14 F-Tasten mit. Anders als der Name vermuten lässt, arbeitet es nicht mit Folienschaltern, sondern mit den robusteren Scherenmechanismen. Sein Trackpad lässt sich überall auf der Fläche klicken und unterstützt Mehrfingergesten etwa zum App-Wechsel.

Für das iPad Air M2 (und ältere iPad Pros) beschränkt Apple das Angebot auf das vorherige Magic Keyboard ohne Funktionstasten. Immerhin schwimmt das Tablet durch die magnetische Halterung etwas über dem Keyboard, das einen eigenen USB-C-Anschluss bietet, über den das Muttergerät geladen wird. So bleibt die eigentliche USB-C-Buchse frei etwa für SSDs oder Adapter. In der Größe 11 Zoll kostet das Magic Keyboard 349 Euro, mit 13 Zoll 399 Euro.

Besitzer eines iPad Pro von 2024 können zum neuen Magic Keyboard greifen, das gleich teuer ist, aber die Esc- und Funktionstasten aufweist. Unterm Strich machen die happyen Preise der Apple-Keyboards (neben dem beschränkten iPadOS) die iPads als Ersatz für ein MacBook unnötig unattraktiv und schwer. Immerhin gibt es günstige Tastaturen von Drittanbietern, die wir in Mac & i Heft 6/2024, Seite 74, getestet haben.

## Leistungsvergleich aktueller iPads

	Geekbench 6		GPU (Metal)	GFX Bench 1080p Manhattan Offscreen (fps)	3DMark Wild Life Extreme (fps)	Geekbench AI Neural Engine, Half Precision Score	Browser JetStream 2 (Punkte)	Akku		
	Single-Core Score	Multi-Core Score						Surfen (h)	Video (h)	3D-Spiel (h)
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
iPad 9 10,2" (2021)	1736	3852	13604	175	11,7	3605	137	12,2	11,5	8,5
iPad 10 9,7" (2022)	1564	4027	16831	187	12,5	12595	200	9,5	8,8	7,3
iPad mini 6 (2021)	2151	5656	19979	245	16,8	4284	206	10,8	10,9	3,3
iPad mini 7 (2024)	2979	7401	25240	244	18,2	24987	330	11,5	10,4	6,9
iPad Air 5 (2022)	2282	8231	32064	380	30,0	15289	179	10,2	9,1	7,2
iPad Air 13" (2024)	2592	10083	41842	444	33,7	27125	326	12,5	11,0	8,0
iPad Pro 12,9" (2022)	2571	9777	45789	528	40,4	25700	272	10,8	10,8	7,1
iPad Pro 11" (2024)	3685	14690	53832	578	51,1	36293	452	15,1	16,4	12,0
iPad Pro 13" (2024)	3677	14520	53624	537	52,4	36230	429	16,4	17,0	19,9

## iPad Pro: Vom Feinsten

Mit dem neuesten Apple-Prozessor ausgestattet, bietet das iPad Pro M4 (Test in Mac & i Heft 3/2024, S. 8 und 4/2024, S. 32) satte Rechenleistung selbst für 4K-Videoschnitt oder Musikproduktionen. Schon allein das Display mit seinen 120 Hertz und der OLED-Technik ist für manche Grund genug, zum teuersten iPad zu greifen, denn hier läuft das Scrollen durch Webseiten butterweich. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal ist die Option für Nanotexturglas, das die Spiegelungen vom Umgebungslicht wirkungsvoll abbildert. Hinzu kommt die Helligkeit von bis zu 1000 Candela/m<sup>2</sup> im Normalbetrieb und 1600 mit HDR-Inhalten. Letztere kann unter den Apple-Tablets nur das Pro adäquat anzeigen.

Dank Thunderbolt lassen sich externe SSDs schneller anbinden, die Fotoleuchte hellt Videos im Nahbereich auf, der LiDAR-Scanner misst Entfernung, das neuere Magic Keyboard mit Funktions-tasten gibt es nur für das iPad Pro M4, der M4-Chip unterstützt hardwarebeschleunigtes Raytracing für aktuelle 3D-Spiele und der Arbeitsspeicher ist mit bis zu 16 GByte RAM doppelt so groß wie beim Air oder mini. Etwas enttäuscht sein kann man von den Kameras, die nicht viel besser sind als bei den anderen iPads und viel schlechter ausgestattet daherkommen als beim iPhone 16 Pro.

Die Vorgänger aus dem Jahr 2022 hatten bereits einen M2-Chip und viele Features eingebaut. Sie sind von den Funktionen attraktiver als das aktuelle Air. Hier lohnt es sich, nach gebrauchten oder im Abverkauf befindlichen Geräten zu schauen.



**Wer von allem das Beste, Leichteste und Schnellste haben will, muss zum leider sehr teuren iPad Pro greifen.**

### Audio

Alle iPads bieten Stereolautsprecher und zwei Mikrofone, von denen eins zur Geräuschunterdrückung eingesetzt wird. Beim Pro gibt es vier Lautsprecher für einen etwas besseren Sound und vier Mikrofone für „Studioqualität“, so Apple. Stereo liefern auch sie nicht.

Mit „Hey, Siri“ kann man dem iPad mündliche Befehle geben, etwa FaceTime-Anrufe tätigen, Nachrichten senden oder Kalender-einträge vornehmen. Die Sprachassistentin soll durch KI-Funktionen demnächst wesentlich besser Umgangssprache verstehen.

### Lieferumfang und Farben

Apple hat die Umstellung auf USB-C zum Anlass genommen, das Netzteil bei der Lieferung aktueller iPads wegzulassen. Geeignete Ladegeräte haben wir in der Mac & i Heft 1/2024, Seite 86, vorge stellt. Im Karton liegt jeweils neben dem iPad nur noch ein Lade kabel auf USB-C.

Das iPad 10 gibt es in Silber und den knalligen Farben Blau, Pink und Gelb. Deutlich gedeckter fällt die Optik bei Air und mini aus: Space Grau, Blau, Violett (Blasslila) und Polarstern (Elfenbein) stehen zur Auswahl. Das iPad Pro kommt in den Pro-Farben Space Schwarz oder Silber daher.

### Stage Manager und externe Monitore

Nur die iPads Air und Pro beherrschen die Funktion Stage Manager. Dabei schiebt sich die gerade aktive App in die Bildmitte und alle anderen werden rechts oder links mit Icons angezeigt. Das hilft beim schnellen Wechsel zwischen den Programmen und den Überblick zu behalten.

iPad Air und iPad Pro können auch als einzige einen externen Monitor treiben. Da dieser gemeinhin keinen Touchscreen hat, kann man Dinge darauf nicht einfach antippen. Externe Monitore werden deshalb von einzelnen Programmen wie Final Cut Pro lediglich wie ein Kontrollmonitor verwendet.

## Fazit

Wer ein iPad als Drittgerät neben Mac und iPhone möchte, um damit gelegentlich zu surfen oder zu lesen, ist mit dem iPad 10 gut bedient. Auch für die Schule reicht es aus. Etwas mehr Komfort bietet das iPad Air mit besserem Display und höherwertigem Zubehör. Das iPad Pro ist so teuer, dass es hauptsächlich Profis oder spezielle Zielgruppen wie Musiker und Videoproducer anlockt. Das iPad mini kauft, wer den Formfaktor mag. Nach älteren oder gebrauchten Versionen Aus-

schau zu halten, lohnt sich beim Air und besonders bei Pro. Leider schafft es Apple nicht, seine Tastaturen so leicht zu machen, dass sie zusammen mit dem iPad weniger wiegen als ein MacBook Air. Auch die Preise sind nicht deutlich günstiger. Ein iPad Pro 13" in Bestausstattung mit Magic Keyboard und Pencil Pro kostet 3687 Euro. Ein MacBook Pro 14" mit ebenfalls 2-TByte-SSD und Nanotextur schlägt „nur“ mit 2989 Euro zu Buche. (jes)

## iPad-Angebot 2025



	iPad 10 (2022)	iPad mini 7 (2024)	iPad Air 11" (2024)	iPad Air 13" (2024)	iPad Pro 11" (2024)	iPad Pro 13" (2024)
Farben	Silber, Blau, Gelb, Pink	Polarstern, Space Grau, Violet, Blau	Polarstern, Space Grau, Violet, Blau	Polarstern, Space Grau, Violet, Blau	Silber, Space Schwarz	Silber, Space Schwarz
<b>Ausstattung</b>						
Prozessor / Kerne / max. Takt	Apple A14 Bionic (Neural Engine mit 16 Kernen) / 6 (2+4) / 3,0 GHz	Apple A17 Pro (Neural Engine mit 16 Kernen) / 6 (2+4) / 3,8 GHz	Apple M2 (Neural Engine mit 16 Kernen) / 8 (4+4) / 3,5 GHz	Apple M2 (Neural Engine mit 16 Kernen) / 8 (4+4) / 3,5 GHz	Apple M4 (Neural Engine mit 16 Kernen) / 9 bis 10 (3 bis 4+6) / 4,4 GHz	Apple M4 (Neural Engine mit 16 Kernen) / 9 bis 10 (3 bis 4+6) / 4,4 GHz
Grafik / Kerne	Apple / 4	Apple / 5	Apple / 9	Apple / 9	Apple / 10	Apple / 10
Arbeitsspeicher	4 GByte	8 GByte	8 GByte	8 GByte	8 bis 16 GByte	8 bis 16 GByte
Flash-Speicher (Modelle)	64 / 256 GByte	128 / 256 / 512 GByte	128 / 256 / 512 / 1024 GByte	128 / 256 / 512 / 1024 GByte	256 / 512 / 1024 / 2048 GByte	256 / 512 / 1024 / 2048 GByte
WLAN / max. Durchsatz	Wi-Fi 6 / 1,2 GBit/s	Wi-Fi 6E (inkl. 6 GHz) / 2,4 GBit/s	Wi-Fi 6E (inkl. 6 GHz) / 2,4 GBit/s	Wi-Fi 6E (inkl. 6 GHz) / 2,4 GBit/s	Wi-Fi 6E (inkl. 6 GHz) / 2,4 GBit/s	Wi-Fi 6E (inkl. 6 GHz) / 2,4 GBit/s
Mobile Datenverbindung	5G	5G	5G	5G	5G	5G
Bluetooth / GPS	5.2 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)	5.3 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)	5.3 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)	5.3 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)	5.3 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)	5.3 / GPS+GNSS (nur 5G-Modell)
SIM	Nano-SIM, eSIM (nur 5G-Modell)	eSIM (nur 5G-Modell)	eSIM (nur 5G-Modell)	eSIM (nur 5G-Modell)	eSIM (nur 5G-Modell)	eSIM (nur 5G-Modell)
Akku / Kapazität	Lithium-Polymer / 28,6 Wh	Lithium-Polymer / 19,2 Wh	Lithium-Polymer / 28,9 Wh	Lithium-Polymer / 36,6 Wh	Lithium-Polymer / 31,3 Wh	Lithium-Polymer / 40,0 Wh
Abmessungen (H × B × T)	248,6 mm × 179,5 mm × 7,0 mm	195,4 mm × 134,8 mm × 6,3 mm	247,5 mm × 178,5 mm × 6,1 mm	280,6 mm × 214,9 mm × 6,1 mm	249,7 mm × 177,5 mm × 5,3 mm	281,6 mm × 215,5 mm × 5,1 mm
Gewicht	481 / 477 g (ohne 5G)	297/293 g (ohne 5G)	462 g	618 / 617 g (ohne 5G)	446 / 444 g (ohne 5G)	582 / 579 g (ohne 5G)
Anschlüsse	USB-C	USB-C	USB-C	USB-C	Typ-C mit USB 4 und Thunderbolt 3	Typ-C mit USB 4 und Thunderbolt 3
Audio	Stereolautsprecher, 2 Mikrofone	Stereolautsprecher, 2 Mikrofone	Stereolautsprecher, 2 Mikrofone	Stereolautsprecher, 2 Mikrofone	4 Lautsprecher, 4 Mikrofone	4 Lautsprecher, 4 Mikrofone
<b>Kameras</b>						
Hauptkamera-Auflösung Foto / Video	Weitwinkel 12 MPixel / 4K bei 60 fps	Weitwinkel 12 MPixel / 4K bei 60 fps	Weitwinkel 12 MPixel / 4K bei 60 fps	Weitwinkel 12 MPixel / 4K bei 60 fps	Weitwinkel, 12 MPixel / 4K bei 60 fps	Weitwinkel, 12 MPixel / 4K bei 60 fps
HDR / Panorama / Foto-leuchte	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Frontkamera-Auflösung Foto / Video	12 MPixel / 1080p bei 60 fps	12 MPixel / 1080p bei 60 fps	12 MPixel / 1080p bei 60 fps	12 MPixel / 1080p bei 60 fps	12 MPixel / 1080p bei 60 fps	12 MPixel / 1080p bei 60 fps
Sensoren	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht	Fingerabdruck, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht	Gesichtserkennung, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht, LiDAR	Gesichtserkennung, Barometer, 3-Achsen-Gyroskop, Beschleunigung, Umgebungslicht, LiDAR
<b>Display</b>						
max. Helligkeit (gemessen)	445 cd/m²	450 cd/m²	Laut Hersteller: 500 cd/m²	563 cd/m²	589 (874 in der Sonne, 1308 mit HDR) cd/m²	587 (965 in der Sonne, 1523 mit HDR) cd/m²
Farbraum	RGB	DCI-P3	DCI-P3	DCI-P3	DCI-P3	DCI-P3
Technik / Diagonale	IPS Glossy / 10,9 Zoll (27,69 cm)	IPS Glossy, laminiert, Anti-reflex / 8,3 Zoll (21,08 cm)	IPS Glossy, laminiert, Anti-reflex / 11 Zoll (27,69 cm)	IPS Glossy, laminiert, Anti-reflex / 13 Zoll (33,02 cm)	Tandem OLED Glossy, laminiert, Antireflex / 11 Zoll (27,94 cm), 120 Hz (optional mit Nanotextur)	Tandem OLED Glossy, laminiert, Antireflex / 13 Zoll (33,02 cm), 120 Hz (optional mit Nanotextur)
Auflösung	2360 × 1640 Pixel bei 264 dpi	2266 × 1488 Pixel bei 326 dpi	2360 × 1640 Pixel bei 264 dpi	2732 × 2048 Pixel bei 264 dpi	2420 × 1668 Pixel bei 264 dpi	2752 × 2064 Pixel bei 264 dpi
sonstiger Lieferumfang	USB-C-Kabel	USB-C-Kabel	USB-C-Kabel	USB-C-Kabel	USB-C-Kabel	USB-C-Kabel
Apple-Zubehör	Pencil 1 und Pencil USB-C, Magic Keyboard Folio mit F-Tasten	Pencil Pro und Pencil USB-C	Pencil Pro und Pencil USB-C, Magic Keyboard	Pencil Pro und Pencil USB-C, Magic Keyboard	Pencil Pro und Pencil USB-C, Magic Keyboard mit F-Tasten	Pencil Pro und Pencil USB-C, Magic Keyboard mit F-Tasten
<b>Bewertungen</b>						
Bedienung / Performance	○ / ○	⊕ / ⊕	nicht getestet	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung / Preis-Leistung	○ / ○ / ⊕	○ / ○	nicht getestet	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖
Display / Laufzeit	○ / ○	⊕ / ⊕	nicht getestet	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Kamera Fotos / Videos	○ / ○	○ / ○	nicht getestet	○ / ○	○ / ○	○ / ○
Preise	399/569 € (64 GByte/mit 5G), 569/739 € (256 GByte/mit 5G)	599/769 € (128 GByte/mit 5G), 729/899 € (256 GByte/mit 5G), 979/1149 € (512 GByte/mit 5G)	699/869 € (128 GByte/mit 5G), 829/999 € (256 GByte/mit 5G), 1079/1249 € (512 GByte/mit 5G), 1329/1499 € (512 GByte/mit 5G), 1579/1749 € (1 TByte/mit 5G)	949/1119 € (128 GByte/mit 5G), 1079/1249 € (256 GByte/mit 5G), 1449/1699 € (512 GByte/mit 5G), 1929/2179 € (1 TByte/mit 5G), 2409/2659 € (2 TByte/mit 5G)	1199/1449 € (256 GByte/mit 5G), 1449/1699 € (512 GByte/mit 5G), 1929/2179 € (1 TByte/mit 5G), 2409/2659 € (2 TByte/mit 5G), Nano-Textur +130 €	1549/1799 € (256 GByte/mit 5G), 1799/2049 € (512 GByte/mit 5G), 2279/2529 € (1 TByte/mit 5G), 2759/3009 € (2 TByte/mit 5G), Nano-Textur +130 €

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



# GAD GET Gadget-Inspector INS PEC TOR

Hersteller und Händler bieten allerlei Zubehör für Apple-Produkte an. Wir werfen in jeder Mac & i einen kritischen Blick auf Gadgets, von cool bis Kernschrott.

**A**pples AirTags eignen sich prima, um Koffer bei Flugreisen zu tracken, ein Fahrrad gegen Diebstahl abzusichern oder schlicht einen Schlüssel in der Umgebung zu finden. Allerdings muss man deren integrierte Knopfzellenbatterie vom Typ CR2032 regelmäßig austauschen. Die hält im Regelfall gut ein Jahr, bei einem viel bewegten Objekt können es aber auch einige Monate weniger sein. Trotz Batteriewarnung von iOS ist es jedoch oft nicht möglich, den Elektrizitätsspender rechtzeitig zu tauschen.

Die TimeCapsule von ElevationLab soll das Problem lösen: Dabei handelt es sich um eine robuste verschraubte Hülle für AirTags, in die man zwei AA-Batterien einstecken kann. Der AirTag wird dazu von seiner metallischen Unterseite und der Knopfzelle befreit auf einem passenden Einschub der TimeCapsule platziert. Die AA-Batterien sollen dafür sorgen, dass ein AirTag bis zu zehn Jahre am Stück läuft, ohne dass ihm der Saft ausgeht. Ob das wirklich so ist, wird erst eine längere Einsatzzeit zeigen. Die Konstruktion der rund 20 Euro teuren TimeCapsule gefällt jedoch und Ausfälle waren in den ersten Einsatzwochen nicht festzustellen. Obacht: Die AA-Batterien liegen nicht bei. Hier empfiehlt ElevationLab die Energizer Ultimate Lithium, die selbst eine maximale Lagerdauer von 25 Jahren haben sollen. (bsc)



## TimeCapsule

ElevationLab  
Batteriehülle für AirTags  
Maße: 11,3 × 3,9 × 1,9 cm  
Gewicht: 82 g

Preis: 19,99, 29,99 oder 39,99 US-\$  
(einzeln, 2er-Pack, 4er-Pack)

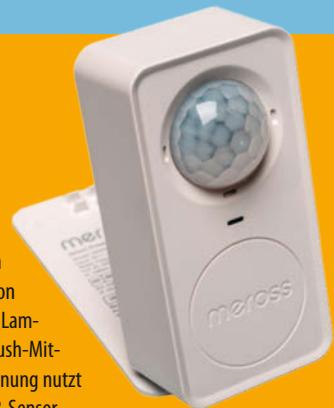
- ⊕ robuste Verarbeitung
- ⊕ moderater Preis
- ⊖ trägt auf
- ⊖ noch keine Langzeiterfahrung

**D**er Präsenzmelder von Meross erkennt zum einen Bewegung, zum anderen die Anwesenheit von Personen im Smart Home. Darüber hinaus kann er beispielsweise Lampen in Apple Home per Automation steuern oder dem Besitzer Push-Mitteilungen schicken, wenn jemand einen Raum betritt. Zur Erkennung nutzt der Sensor Radar im Mikrowellenbereich (mmWave), einen PIR-Sensor für Bewegungen sowie einen Lichtsensor. Die präsente Person erkennt der Sensor auf bis zu sechs Meter Entfernen, Bewegungen auf bis zu zwölf Meter. Im Test funktionierte die Erkennung reibungslos. Um den Radius einzuschränken oder damit Haustiere keine Fehlalarme auslösen, kann man eine kleine Abdeckung über dem gewölbten Sensor platzieren.

Strom zieht der MS600 über ein kurzes USB-C-Kabel von einem mitgelieferten Netzteil. Zur Kabelführung lässt sich eine Klappe auf der Rückseite herausdrehen, die auch als – leider recht wackelige – Standfuß dient. Für die Wandmontage liegen Klebefpads und Kabelklemmen bei. Der MS600 wird in ein 2,4-GHz-WLAN eingebunden. Dazu reicht es, den QR-Code auf der Seite mit dem iPhone und Apples Home App zu scannen. Der Sensor ist Matter-zertifiziert und unterstützt neben HomeKit auch Alexa, Google Home oder Smart Things.

Feineinstellungen sollen laut Anleitung eigentlich über die registriergpflichtige Meross-App möglich sein, wenn man den Sensor dort statt in Apple Home hinzufügt. Das klappte bei uns im Test erst nach mehreren Versuchen, zudem tauchte das Gerät dort mit mehreren Minuten Verzögerung auf. Über eine Lernfunktion lässt sich auch der Aufstellort einmessen. Die App gab während des Vorgangs an, dass sie die Verbindung verloren hatte. Nur in der Meross-App zeigt der Sensor auch Helligkeitswerte an.

33 Euro sind für einen HomeKit-fähigen Anwesenheitssensor ein guter Preis. Hersteller-App und Halterung empfanden wir aber als zu hakelig. (hze)



## Smart Presence Sensor MS600

Meross  
Präsenzsensor  
Maße: 7,6 × 3,5 × 3,8 cm  
Gewicht: 48 g  
Preis: 32,99 €

- ⊕ Matter
- ⊕ gute Erkennung
- ⊖ unpraktischer Fuß
- ⊖ umständliche App

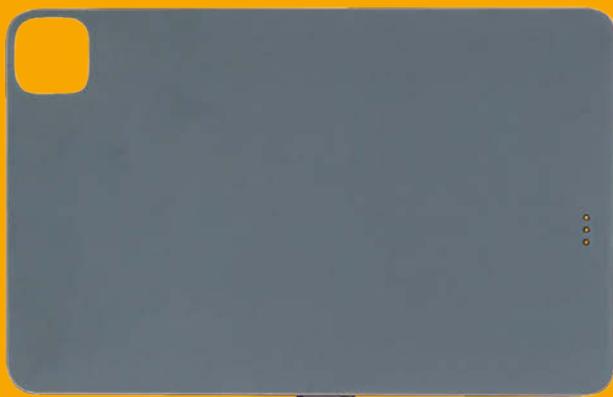
# B

ei dem X36 handelt es sich um einen Tablethalter mit Ladefunktion. Es gibt ihn für das iPad Pro mit USB-C sowie das iPad Air mit M2-Chip in 11 und 13 Zoll. Den Ständer von Kuxiu schraubt man mit einer Klemme an eine Tischplatte oder ein Regal. Seinen mehrgliedrigen Arm kann man um die eigene Achse drehen und auf knapp 60 Zentimeter ausklappen. So bringt man das Tablet für Konferenzen oder als Zweitdisplay auf Augenhöhe. Allerdings lässt der Arm sich nur mit viel Kraft und zwei Händen bewegen. Immerhin wackelt der stabile Ständer so gut wie nicht.

An seiner flachen Metallplatte haftet ein hüllenloses iPad Pro oder Air ähnlich wie bei Apples Smart Folios oder Magic Keyboards magnetisch an. Für die Kamera gibt es eine Aussparung, ein etwa daumenbreiter Streifen der iPad-Rückseite bleibt dennoch frei.

Auf der Halteplatte befinden sich drei Pins für den Smart Connector des iPads. Steckt man das mitgelieferte USB-C-Kabel in die Rückseite der Platte, lädt das iPad im Betrieb. Die Stripe lässt sich mit Klemmen am Arm befestigen. An einem Netzteil erreichten wir knapp 17 Watt Ladeleistung mit einem Apple-USB-C-Netzteil an einem iPad Pro M2. Wer Vorversionen auf seinem iPad nutzt, sei gewarnt: Mit der Beta von iPadOS 18.2 lädt das iPad nicht. Dem Hersteller ist das Problem bekannt, in fertigen Systemversionen soll es nicht auftreten.

Der Kuxiu X36 ist ein solider Ständer mit praktischer Ladefunktion und eigentlich sehr guter Verarbeitung. Allerdings zeigte das beschichtete, spacegraue Metall nach kurzer Zeit feine Kratzer. Das trübte den Eindruck ein wenig, insbesondere bei einem gehobenen Listenpreis von rund 120 Euro. (hze)



## X36 iPad Stand

Kuxiu

iPad-Ständer  
Armlänge: 24–58,5 cm  
Gewicht: 1,16 kg  
Preis: 119,95 €

- ⊕ massiv
- ⊕ Ladefunktion
- ⊖ teuer
- ⊖ iPad ohne Schutz



# W

er Ton von Fernseher, Streamingdienst, Plattenspieler, CD-Player und Smartphone zentral über Aktivboxen abspielen möchte, benötigt für gewöhnlich einen kleinen Gerätepark. Der Streamer und Vorverstärker Wiim Ultra vereint zahlreiche digitale und analoge Eingänge in einem kompakten Alugehäuse mit dem Formfaktor eines aufgeblasenen Mac mini. Das eingebaute 3,5-Zoll-Display zeigt primär den Namen laufender Musikstücke samt Cover. Per Touchbedienung wechselt man Ein- und Ausgang, wählt Favoriten aus oder scrollt durch die aktuelle Wiedergabeliste. Für die Ersteinrichtung und zum Stöbern benötigt

man die Wiim-Home-App für iOS/iPadOS oder Android respektive eine

Beta-Version für macOS oder Windows. Neben populären

Streaminganbietern wie Spotify, Tidal, Deezer und

Qobuz gibt es Internetradio und Podcasts via

Tuneln im Angebot – Apple Music fehlt. Au-

ßerdem lässt sich Musik vom lokalen Gerät mit

der App oder direkt vom Streamer via SMB,

DLNA, einer angeschlossenen USB-Platte sowie

über die Medienservert Plex und Roon wieder-

geben. AirPlay 2 fehlt ebenfalls, sodass man auf

Bluetooth mit AAC 256 zurückgreifen muss. Der

Streamer lässt sich über die Connect-Integration direkt

mit der Tidal- oder der Spotify-App sowie mit Roon steuern.

Klanglich machte das lüfterlose Gerät (rund 6 Watt Leistungsaufnahme,

5 Watt im Standby) auf allen Ausgängen einen ausgewogenen Eindruck. Der

zuschaltbare Equalizer gilt auch für die digitalen Ausgänge. Mit seiner Vielseitig-

keit, der guten Verarbeitung und anständigen Apps bietet der Wiim Ultra

erstaunlich viel für sein Geld. Wer sich ganz auf den Apple-Kosmos ein-

geschworen hat, muss jedoch mit Kompromissen leben. (wre)



## Wiim Ultra

Linkplay

Autarker Audio-Streamer

Maße: 21,1×20×7

Gewicht: 1,42 kg

Preis: 398 €

- ⊕ viele Anschlussmöglichkeiten
- ⊕ moderne App

- ⊖ kein AirPlay 2 und Apple Music

- ⊖ hohe Leistungsaufnahme im Standby



## Tastenvirtuose

Satechis mechanische SM1-Tastatur arbeitet per Kabel, Bluetooth oder Dongle unter macOS, Windows oder iOS.

Auf dem SM1-Keyboard von Satechi sind nicht nur die Tasten dicht gepackt, sondern auch die Funktionen. So lässt es sich mit zwei Bluetooth-Geräten koppeln, arbeitet mit einem beiliegenden USB-Funkempfänger (2,4 GHz) oder per Kabel. Bei Letzterem wird auch gleich der integrierte Akku über ein mitgeliefertes USB-C-Kabel geladen. Per Shortcut wechselt man zwischen den Hosts sowie zwischen

### SM1 schlanke mechanische Bluetooth-Tastatur mit Hintergrundbeleuchtung

**Hersteller:** Satechi // **Systemanforderungen:** macOS ab 10.6, Windows ab 8, iOS/iPadOS ab 10.2, Linux ab 2.6.14, Chrome OS // **Anschluss:** Bluetooth 5.0, USB-C, Funk-Dongle (USB-A) // **Maße:** 30,8 × 11,9 × 2,4 cm // **Preis:** 120 €

Mac- und Windows-Belegung. Im Karton befinden sich sogar noch sechs Tastenkappen, die man für den vorwiegenden Gebrauch am PC selbst tauschen kann. Bei eingeschalteter Tastenbeleuchtung soll eine Akkuladung nur 16,5 Stunden ausreichen, ohne 2 Monate. Die Illumination lässt sich abschalten oder zwischen 14 vorwiegend sinnlosen Mustern umschalten.

Der sehr exakte, mechanische Mechanismus der braunen Schalter besitzt einen angenehm strammen Hub von 4,5 Millimetern, klappert aber laut. Somit bekommt man akustisches und taktiles Feedback, was viele Gamer mögen. Von der Seite blickt man unter die Kappen, was vermutlich in der gleichen Zielgruppe beliebt ist. Im Mac-Modus liegen auf den oberen Tasten Funktionen für Fn-Sperre, 2 × Display-

helligkeit, Mission Control, Spotlight, 3 × Tastenbeleuchtung, 3 × Mediensteuerung, 2 × Lautstärke und Löschen nach rechts. Ein Ziffern- und ein abgesetzter Cursorblock fehlen. In der dunklen Version gibt es schwarze und dunkelgraue Tasten, deren durchleuchtete Beschriftung sich nicht gut ablesen ließ. Außerdem sind die Buchstaben unnötig klein. Mit einem Preis von 120 Euro kostet die Satechi SM1 mehr als andere Alternativtastaturen (siehe Mac & i Heft 5/2024, Seite 74), aber weniger als die Magic Keyboards von Apple. Gamern und Freunden taktilen Feedbacks kann man sie empfehlen, aber ergonomisch besser wäre die ebenfalls von Satechi angebotene helle Variante. (jes)



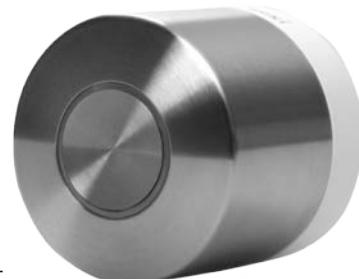
## Schlüsseldienstleister

Nukis Smart Lock Ultra sperrt die Haustür schneller auf und nimmt weniger Platz ein.

Das in Edelstahl gewandete Smart Lock Ultra ist wesentlich kompakter und eleganter als bisherige Nuki-Türschlösser, benötigt allerdings einen eigenen Schließzylinder, der praktischerweise gleich im Karton liegt. Er wird mit mehreren Ergänzungsteilen geliefert, sodass er innen 67,5 und außen 55 Millimeter (gemessen von der Mitte des Schließriegels) dicke Türblätter passt. Die sehr kleinteilige Montage wird in der nicht kontopflichtigen App grob erklärt, brauchte aber auch bei einem

erfahrenen Bastler eine halbe Stunde. Die Einbindung ins WLAN (statt Bluetooth) muss man extra anstoßen, eine Bridge benötigt man nicht. Nach etwa 20 Minuten ließ sich das Gerät auch aus dem Mobilfunknetz erreichen. Innerhalb von fünf Sekunden war die Tür dann jeweils geöffnet und die Schnappfalle blieb für drei Sekunden eingezogen. Alternativ beherrscht das Ultra auch Matter via Thread. Nur mit ihm und einem entsprechenden Thread-Hub konnten wir das Gerät Apples HomeKit hinzufügen.

Das Schloss lässt sich alternativ von außen mit einem von drei mitgelieferten Schlüsseln drehen. Von innen dient es selbst als Drehknopf oder man drückt den mittleren Button. Den digitalen Schlüssel kann man anderen Personen auch auf Zeit zuteilen. Automatisches Aufschließen bei Annäherung (Auto Unlock) und Zuschliefen



bei beim Weggehen (Auto Lock) funktionierten einwandfrei. Die App bietet zahlreiche Detaileinstellungen, darunter die

Schließgeschwindigkeit und die Reaktionszeit. Beide Faktoren beeinflussen die Laufzeit des eingebauten Akkus, die im Normalfall mehrere Monate betragen soll. Man kann ihn mit einem zwei Meter langen USB-C-Kabel samt magnetischem Schnappverschluss auch im montierten Zustand innerhalb von zwei Stunden laden. Ein Netzteil fehlt im Lieferumfang. Dazu zählen noch zwei Ringe in Weiß und Schwarz, die man alternativ aufsetzt, damit das Ultra farblich besser zur Haustür passt. Als Zubehör gibt es unter anderem noch ein Keypad mit Zahlenfeld zu kaufen. Der Preis von 350 Euro liegt nicht höher als bei gleichwertigen Konkurrenten und man bekommt dafür ein gut funktionierendes und konto-freies Produkt. (jes)

### Smart Lock Ultra (Smartes Türschloss)

**Hersteller:** Nuki // **Systemanforderungen:** iOS 15 oder Android 14 // **Kompatibilität:** Apple HomeKit, Alexa, Google Home, Samsung SmartThings // **Maße:** 57 × 57 × 58 mm // **Funk:** WLAN 2,4 GHz, Thread 2,4 GHz, Bluetooth Low Energy // **Preis:** 349 €

# Tippen und Drehen

Logitechs MX Creative Console ersetzt Tastenkombinationen in ausgesuchten Kreativprogrammen.

**B**ei der MX Creative Console handelt es sich um eine zweiteilige Makro-Konsole mit programmierbaren Tasten und einem kabellosen Drehregler. Sie soll vor allem bei Arbeiten mit Kreativprogrammen helfen, etwa beim Videoschnitt oder der Bildbearbeitung.

## Tastenfeld und Drehregler

Der erste Teil der Creative Console ist eine kleine Tastatur, die man per USB-C-Kabel mit dem Mac verbindet. Das MX Creative Keypad genannte Modul verfügt über neun quadratische Tasten, von denen jede einzelne mit einem kleinen farbigen LC-Display mit je 116 × 116 Pixeln ausgestattet ist. Die Tasten lassen sich mit Befehlen frei belegen und zeigen je nach verwendeter App und Funktion andere Symbole an. Zwei weitere Buttons unter dem Tastenfeld dienen zum Vor- und Zurückblättern, wenn man mehr als neun Befehle vergibt. Das Ganze erinnert an Produkte wie Elgatos Stream Deck oder Konsole vom Hersteller Loupedeck, den Logitech 2023 übernommen hatte. Für das Keypad liegt ein kleiner Standfuß bei, mit dem man es hochkant hinstellen kann.

Aus der Mitte des zweiten Moduls, dem Creative Dialpad, ragt ein großer Drehregler aus Aluminium. Der Regler dreht nicht nach, ist aber recht leichtgängig. Dazu gibt es noch ein kleines, geriffeltes, horizontales Drehrad und wieder weitere Buttons. Der Drehregler kann beispielsweise systemweit die Lautstärke verändern oder in Schnittprogramm-



## MX Creative Console (Makro-Konsole)

**Hersteller:** Logitech // **Maße:** 9,2 × 7,8 × 2,6 cm (Keypad) / 9,2 × 9,4 × 3,4 cm (Dialpad) // **Gewicht:** 96 g / 128 g // **Farben:** Hellgrau oder Grafit // **Lieferumfang:** Batterien, Standfuß // **Systemanforderungen:** macOS 13, Windows 10, USB-C, Bluetooth // **Preis:** 229 €

men durch die Timeline scrollen. Das Drehrad kann man beispielsweise verwenden, um in Bildbearbeitungsprogrammen zu zoomen.

Das MX Creative Dialpad braucht zwei AAA-Batterien und wird via Bluetooth mit dem Mac gekoppelt. Die Laufzeit soll bei bis zu 18 Monaten liegen. Warum Logitech das Dialpad per Funk und das Keypad per Kabel anbindet, erschließt sich uns allerdings nicht. Beide Module gibt es nur als Set für 230 Euro, einzeln bietet Logitech sie derzeit nicht an.

## Softwarekatalog mit Lücken

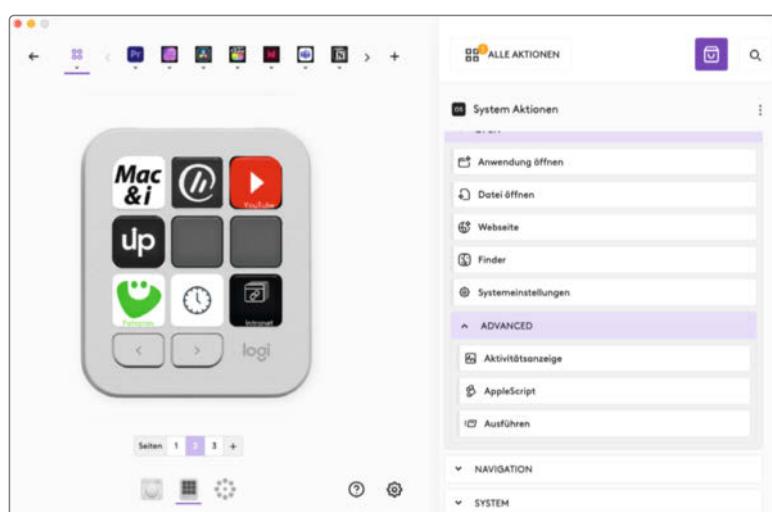
Beide Geräte werden über die kostenlose Software Logi Options+ konfiguriert. Nutzer können darüber Tasten und Schalter relativ frei belegen, wenn sie sich ein wenig einführen. Logitech listet hier zum einen Aktionen auf, die systemweiten Befehlen entsprechen. zieht man die passende Aktion auf eine Taste, öffnet sie etwa die Wunsch-

webseite im Browser, startet ein Programm, steuert Medien oder schießt einen Screen- shot. Zusätzlich lassen sich Befehlssätze (Plugins) für ausgewählte Programme installieren. Die Plugins halten etwa spezifische Aktionen für Photoshop & Co. bereit. Bei Teams lässt sich beispielsweise das Mikrofon stummschalten oder die Kamera aktivieren und deaktivieren.

Fehlen solche Plugins, können Nutzer Profile für jede Anwendung anlegen und eigene Tastenkürzel speichern. Das braucht allerdings einige Zeit. Für jeden Befehl kann man eigene Bilder hochladen, die die Taste anzeigt. Die eingebaute Symbolbibliothek, die Icons für die Tasten liefern soll, funktioniert zum Testzeitpunkt nicht.

Vorgefertigte Profile und Plugins kann man über einen eigenen Markt in Options+ herunterladen, der etwas versteckt ist. Das Angebot dort war zum Testzeitpunkt ziemlich übersichtlich: Von 28 verfügbaren Plugins funktionierten gerade mal 18 unter macOS. Dazu zählt etwa die gesamte Creative Cloud, CaptureOne, Ableton, Discord, OBS, Hue und Spotify. Plugins für DaVinci Resolve, Final Cut, Logic oder die Affinity-Reihe gab es nicht.

Die MX Creative Console ist gut verarbeitet und könnte ein praktisches Helferlein sein, wenn es nicht an der Software hapern würde. Zum Testzeitpunkt erschien uns die App-Unterstützung ziemlich dürftig, gerade bei einem stolzen Preis von 230 Euro. Auch die händische Konfiguration war nicht ganz einfach. Konkurrenten wie Elgatos Stream Deck oder auch Logitechs Tochterfirma Loupedeck haben durch die vielfältigere Softwareunterstützung die Nase vorn. Wer ohnehin nur wenige Tastenkürzel braucht, bleibt weiterhin bei Tastatur und Maus. (hze)



In der Software Options+ lassen sich die Tasten konfigurieren.

# Mehr KI beim Schnitt

Final Cut Pro 11 erlaubt schnelleres Maskieren, erstellt automatisch Untertitel und bereitet Videos für die Vision Pro auf.

**A**pple ändert die Versionsnummer seines Mac-Videoschnittprogramms von 10 auf 11. Das Update bringt zwar nur wenige, dafür mächtige Verbesserungen mit. Auch auf dem iPad gibt es Neuerungen.

Die neue Funktion „Magnetische Maske“ erlaubt es, Objekte oder Personen vom Hintergrund schnell zu isolieren. So lassen sich etwa Farbanpassungen nur auf maskierte Bereiche beschränken oder eine Person ohne Greenscreen per Chroma-Key-Filter freistellen. Nach Aufruf der Funktion selektiert man den Sprecher oder einen Gegenstand mit einer Pipette wie in einem Grafikprogramm per Linksklick. Final Cut hebt die Auswahl dann farbig hervor. Fällt der Bereich zu groß oder zu klein aus, lässt sich dieser mit wenigen Klicks verändern. Die automatische Auswahl sorgt mitunter für recht harte Schnittkanten, die sich mittels Schiebereglar absoften lassen. Per Klick analysiert Final Cut den

Clip und wendet die Maske dann auf alle Frames an. Die Analysedauer hängt von der Videolänge und der Rechenleistung ab: Auf einem Mac mit Apple Silicon lief sie deutlich schneller als auf einem Intel-Mac. Im Test arbeitete die magnetische Maske mit gut ausgeleuchteten iPhone-Aufnahmen sehr

**Die neue magnetische Maske legt man auf ein Objekt, anschließend analysiert Final Cut für jeden Frame ihre Position.**

gut, selbst komplexe Formen oder bewegte Objekte maskierte die Software nahezu fehlerfrei.

## Untertitel und Spatial Video

Um aus einer Audiospur Untertitel zu generieren, benötigt Final Cut Pro 11 einen Mac mit M1 oder höher. Anders als Konkurrenzprodukte wie Adobes Premiere Pro unterstützt es jedoch bislang nur englische Texte. Mit einem Rechtsklick auf die Spur gefolgt von einem Klick auf „Zu Untertitel transkribieren“ analysiert Final Cut den Ton und erstellt automatisch Texte im Apple-eigenen iTT-Format (iTunes Timed Text). Das eignet sich unter anderem für die Plattformen YouTube und Vimeo. Die Untertitel erscheinen in einer eigenen Spur auf der Timeline und werden mit den zugehörigen Clips verbunden. Führt man die Funktion erstmalig aus, lädt Final Cut einmalig ein Sprachmodell herunter.

Spatial Videos für die Vision Pro bearbeitet Final Cut Pro 11 ebenfalls nur auf Apple-Chips. Die räumlichen Videos dürfen vom iPhone (ab dem 15 Pro), der Vision Pro oder anderen Kameras wie Canons EOS R7 stammen. Dabei muss es sich um Clips mit dem MV-HEVC-Codec handeln, bei denen die Bilder für das linke und das rechte Auge mit zwei Objektiven leicht versetzt aufgenommen wurden. Da Mac-Displays keine 3D-Bilder darstellen, zeigt der Viewer stereoskopisch

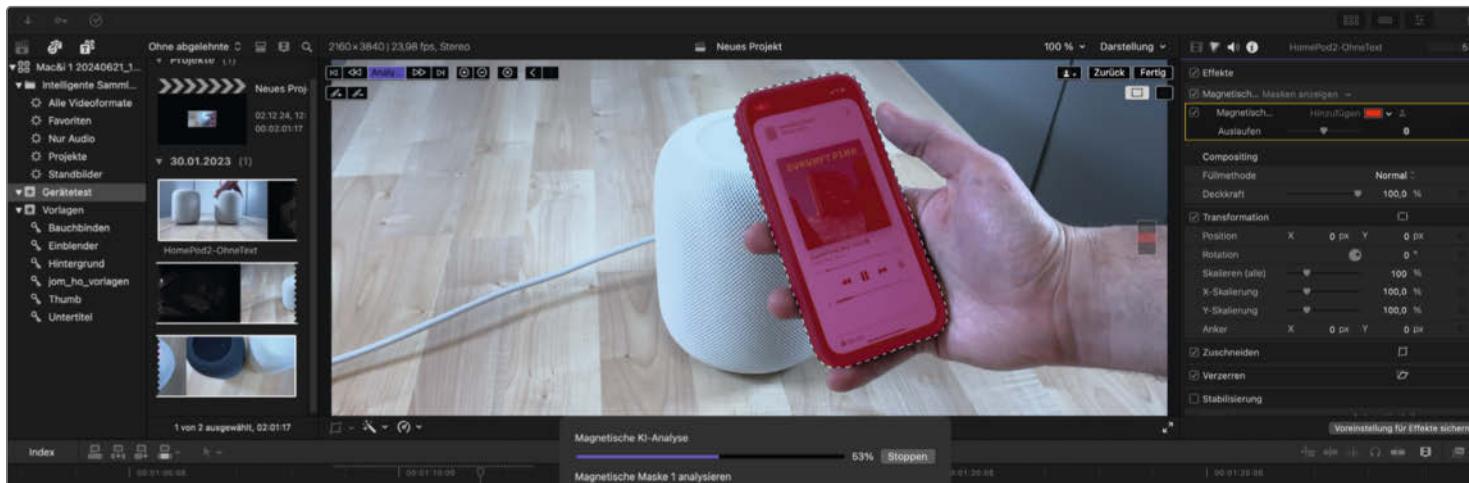
sche Aufnahmen nebeneinander an oder für jedes Auge separat. Eine anaglyphe Ansicht, die zwei Kamerabilder farblich überlagert, gibt es ebenfalls. Die fertigen Spatial Videos kann man direkt in die Fotomediathek exportieren und auf der Vision Pro ansehen.

## Update für die iPad-Version

Die Tablet-Variante Final Cut Pro 2.1 verbessert nun Farbbalance, Kontrast und Helligkeit von Clips automatisch mit einem Fingertipp. Projekte unterstützen bei 4K-Auflösung höhere Bildraten mit 90, 100 und 120 fps. Die Funktion „Live-Zeichnung“ hat der Hersteller um Aquarell-, Kalligraphie-, Monoline- und Buntstift-Werkzeuge erweitert, die man bereits von Apps wie Notizen oder Freeform kennt. Wer einen Apple Pencil Pro nutzt, erhält haptisches Feedback. Die Inhaltsbibliothek hat Apple um Übergänge mit Formen (etwa Stern und Kreis), um Effekte wie Bild-in-Bild sowie weitere Soundtracks ergänzt. In Kombination mit einem iPhone 16 Pro erfasst die Aufnahme-App Final Cut Camera jetzt 4K-Aufnahmen mit bis zu 120 fps.

## Gelingene Neuerungen

Bestandskunden erhalten das Update auf Final Cut Pro 11 gratis. Auch wenn Intel-Macs nicht an die Performance von modernen Arm-Macs heranreichen, ist es loblich, dass sie noch ein paar Funktionen erhalten. Cutter dürften sich über die magnetische Maske freuen. Die Integration von Spatial Video hat Apple gut gelöst, sie ist aber nur mit neuen Macs nutzbar.  
(hze)



# Menüleisten-Musikant

CoverSutra bietet schnellen Zugriff auf die lokale Musikmediathek.

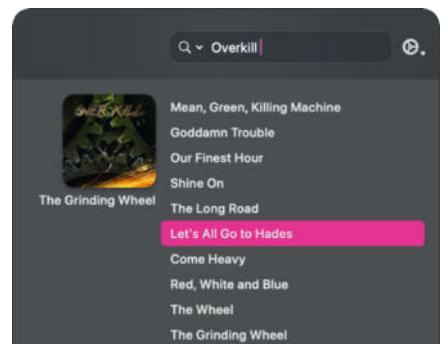
**B**eiem ersten Start erbittet sich CoverSutra Zugriff auf die lokale Mediathek der Musik-App und Apple Music, einen freien Ordnerzugriff gibt es jedoch nicht. Die Berechtigung ist auch nötig, um vom Streamingdienst geladene Offline-Inhalte wiedergeben zu können. Anschließend klinkt sich der Medioplayer als Herz-Symbol in die Menüleiste ein.

Per Klick öffnet sich ein Suchfenster, über das man nach Interpret, Album oder Titel suchen kann. Kombinierte Anfragen, die

etwa Titel und Interpret einschließen, sind nicht möglich. Auch eine Suche nach Genre oder Playlists bleibt erfolglos.

Die Treffer listet CoverSutra nach einer kurzen Bedenkzeit zweispältig auf: Neben Cover und Name eines Albums stehen alle darin enthaltenen Songs, auch wenn nur einer mit dem Suchbegriff übereinstimmt. Auch beschränkt sich die App auf eine Auswahl der zum Suchbegriff passenden Werke und zeigt nicht alle möglichen Treffer. Weiterhin störte im Test, dass CoverSutra die Alben weder nach Erscheinungsjahr noch nach Namen sortiert.

Nach der Titelauswahl startet CoverSutra die Wiedergabe und arbeitet dann die folgenden Positionen der Trefferliste ab. Die Musik-App von macOS muss dazu nicht geöffnet sein, ist aber zur Verwaltung der Mediathek weiterhin nötigt. Der Mini-Player am unteren Ende des länglichen Fensters zeigt



das Cover mit der aktuellen Laufzeit und bietet drei Schaltflächen zur Bedienung.

Alternativ zum Mini-Player steuert man die Wiedergabe über das Zahnrad-Menü. Darüber erreicht man auch die Zufallswiedergabe und Wiederholungen. Als dritten Weg bietet CoverSutra eine Bedienung über sechs frei konfigurierbare, global verfügbare Tastenkombinationen an.

Mit CoverSutra haben Musikverliebte mit wenig Bildschirmspace eine hübsche Ergänzung zur Musik-App an der Hand. Das auch hinsichtlich des Speicherbedarfs schlanke Helferlein konzentriert sich aufs Wesentliche, sodass man im Nu neue Hintergrundmusik ausgewählt hat. (Joachim Kläschen/wre)



CoverSutra 4.0.3  
(Musik-Player)

**Entwickler:** Sophiestication Software

**Systemanforderung:** macOS 15.1 // **Preis:** 5,99 €

Ihre Meinung, Zusatzmaterial, Webcode: [mac-and-i.de/wqdn](http://mac-and-i.de/wqdn)



## Die Konferenz für Machine Learning und KI

20.-21. Mai 2025 • Karlsruhe

### Highlights aus dem Programm:

- ✓ Generative AI: Aktuelle Forschungstrends und was das für uns bedeutet
- ✓ Praxisbericht: KI-gestützte Bereinigung fehlerhafter Daten
- ✓ Lass LLMs die Arbeit erledigen – eine Einführung in Agentensysteme
- ✓ Von Sensordaten zu einer KI-basierten Echtzeitanwendung – ein technischer Deep Dive
- ✓ Klassisches ML – Vergessene Helden des Alltags



Workshops am 19. Mai zu RAG und MLOps

[m3-konferenz.de](http://m3-konferenz.de)

Veranstalter



© Copyright by Heise Medien.

# Vielseitiger Ordnungshelfer

Hazel verräumt und manipuliert Dateien regelbasiert.

**D**as altgediente Tool überwacht im Hintergrund beliebige Ordner auf Änderungen. Das können etwa der Downloads-Ordner oder der Schreibtisch sein, die bei vielen Nutzern besonders zur Dateivermüllung neigen. Nach dem Wodiktieren man dem nur auf Englisch verfügbaren Hazel im zweiten Schritt durch Regeln, wonach es Ausschau halten soll, etwa nach Dateinamen mit bestimmten Zeichenfolgen oder Dateitypen. Im dritten Schritt legt man eine Handlungsanweisung fest, wie das Verschieben in einen Ordner. So finden dann künftig Zeitschriften-Downloads automatisch ihren Weg in das nach Verlag, Publikation und Erscheinungsjahr hierarchisch strukturierte Archiv auf der externen Festplatte. Mit solch eher trivialen Aufgaben ist das mächtige Tool allerdings bei Weitem nicht ausgeschöpft.



Hazel 6.0.3  
(Automatisierung)

**Entwickler:** Noodlesoft // **Systemanforderungen:** macOS ab 12 // **Preis:** 42 US-\$; Upgrade: 20 US-\$

## Intelligente Regeln

Um sicherzustellen, dass die Regeln wirklich nur erwünschte Dateien wegräumen, lassen sich mehrere Kriterien für die Auswahl definieren – so wie bei den intelligenten Ordern des Finders oder den intelligenten Wiedergabelisten der Musik-App. Kriterien können unter anderem Dateityp oder -endung sein. Hazel reagiert auch auf zahlreiche

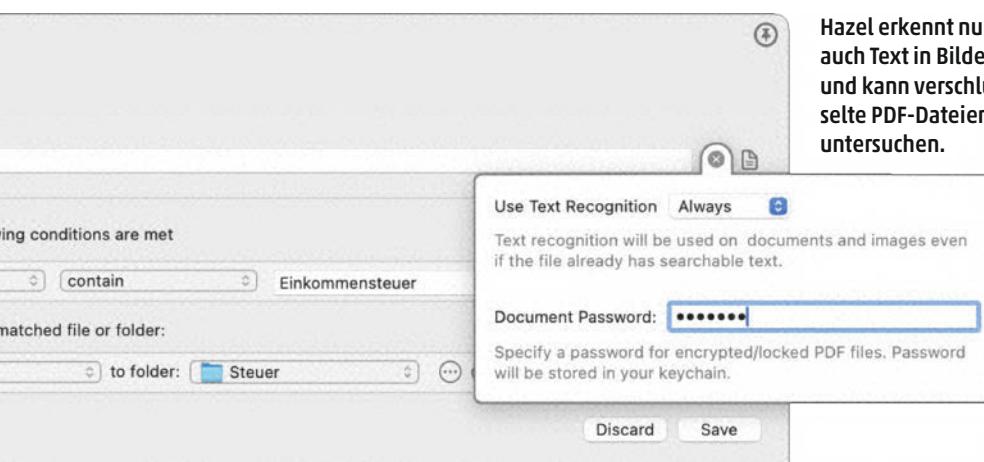
weitere Metadaten, um beispielsweise Dokumente zu verarbeiten, die eine bestimmte Größe über- oder unterschreiten. Oder es wird tätig, wenn eine Datei innerhalb eines absoluten oder relativen Zeitfensters bearbeitet und mit bestimmten Tags oder farbigen Markierungen versehen wurde.

6.0.3  
matisierung)

---

**Systemanforderung:**  
5-\$; Upgrade: 20 US-\$

per optischer Zeichenerkennung (OCR) Text nun auch in Dokumenten, die eigentlich gar keinen enthalten – etwa gescannte PDF-Dokumente oder Bildschirmfotos. Das gelingt auch mit verschlüsselten PDF-Dateien, wenn das benötigte Passwort im macOS-Schlüsselbund hinterlegt ist. Die neuen „Custom List Attributes“ erlauben das Erstellen von ganzen Schlagwortlisten, deren Einträge Hazel dann anschlagen lassen.



Auch bei den möglichen Handlungsanweisungen herrscht Vielfalt. Neben dem Verschieben beherrscht Hazel Kopieren, Löschen, Umbenennen, zu einem Archiv hinzufügen, auf einen Server hochladen oder an Skripte weiterreichen. Mehrere solcher Aufgaben lassen sich miteinander kombinieren, sodass zum Beispiel ein Download einen ordentlichen Dateinamen sowie ein Etikett enthält, bevor er schließlich in den gewünschten Ordner wandert.

## Segensreiches Sicherheitsnetz

Weil mächtige Automatisierungen auch viel Schaden anrichten können, lassen sich Regeln vor dem Scharfschalten testen. Hazel simuliert dann, was im Ernstfall passieren würde. Zudem bietet Version 6 eine neue „Revert“-Funktion. Über das Kontextmenü des Finders lassen sich von Hazel durchgeführte Änderungen wie das Verschieben oder Umbenennen rückgängig machen.

Fast jede Aufgabe, die man widerwillig zum x-ten Mal erledigt, lässt sich mit Hazel automatisieren. Auch kreative Workflows sind denkbar: Im Zusammenspiel mit der Kurzbefehle-App auf einem iPad, iPhone oder einem anderen Mac kann es beispielsweise als Mac-Fernbedienung dienen. Dazu ändert ein Kurzbefehl eine Datei in einem von Hazel überwachten Ordner im iCloud Drive. Sobald das Tool die Änderung registriert, führt es etwa ein AppleScript aus, das den Mac schlafen legt oder die Musikwiedergabe steuert.

Erscheint Hazel zunächst nur als praktischer Ordnungshelfer, erweist es sich bald als mächtiges Multitool. Beim Erstellen von anspruchsvollen, mehrstufigen Aufgaben kann die unerbittliche Logik zwar eine Herausforderung sein. Der Lohn der Mühe zeigt sich jedoch, wenn Hazel unauffällig und zuverlässig seine Arbeit macht und viel Zeit spart. (Joachim Kläschen/wre)

# Eleganter Präsentator

Bezel bringt Bildschirminhalte von iPhone, iPad und Apple TV auf den Mac.

**D**as englischsprachige Programm läuft im Hintergrund und öffnet automatisch ein Fenster, sobald man ein iPhone oder iPad per Lightning- oder USB-C-Kabel mit dem Mac verbindet. Das Live-Bild erscheint in einem zur Hardware passenden Gehäuserahmen (Device Bezel).

Bezel reagierte im Test flink auf Änderungen der Geräteausrichtung und drehte entsprechend das Fenster. Das Live-Bild brachte Bezel selbst bei der Videowiedergabe oder mit aktivierter Kamera flüssig und mit nur minimaler Verzögerung auf den Schreibtisch.

Wirklich nützlich wird Bezel nach dem Freischalten der Vollversion – im App Store nur als Abo, über die Website auch als Einmalkauf erhältlich. Dann lässt sich der Ton des verbundenen Geräts zum Mac durchschleifen und man darf den Bildschirminhalt per Screenshot oder als Video mit einer

Auflösung von bis zu 4K aufzeichnen. Damit etwa kein rotes Batteriesymbol des schwindenden Akkus das Material verhunzt, passt Bezel einige Statusinformationen in der Kopfzeile des Geräts an. Mobilfunk und WLAN zeigen unbeirrbar die beste Signalstärke und der Akku volle Ladung. Datum und Uhrzeit verbleiben auf dem 9. Januar um 9:41 Uhr – dem Zeitpunkt, als Steve Jobs das erste iPhone vorstellte.

## Anpassbares Ambiente

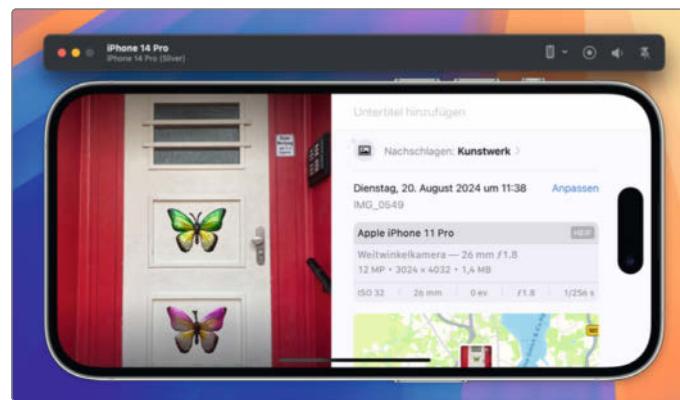
Die Vollversion erlaubt es, das Aussehen der Live-Vorschau anzupassen. So darf man die Farbe des Gehäuserahmens entsprechend den von Apple angebotenen Modellvarianten ändern. Zudem lässt sich der Rahmen auch ausblenden und Bezel stellt dann den Bildschirminhalt wahlweise mit spitzen oder abgerundeten Ecken dar.

Bildschirmfotos und Videos speichert die App wahlweise vor einem Hintergrundbild, einer Volltonfarbe oder freigestellt mit transparentem Hintergrund. Praktisch:

Diese Voreinstellung lässt sich spontan umkehren, wenn man während der Aufnahme die Umschalt-Taste gedrückt hält. Für fast alle Aktionen gibt es zudem Tastenkürzel.

Über das Menüleistensymbol holt Bezel auch den Bildschirminhalt von einem im Netzwerk erreichbaren Apple TV auf den Desktop; bei iPhone und iPad ist eine Kabelverbindung nötig. Im Test stockte allerdings wiederholt die Darstellung im WLAN und der Ton setzte

**Mit Bezel erstellte Videos und Bildschirmfotos lassen sich direkt bei der Aufnahme mit Hintergrundbildern individualisieren.**



gelegentlich aus. Im Zusammenspiel mit dem Apple TV verzichtet Bezel auf die Anpassung der Uhrzeit.

Das Spiegeln und Aufzeichnen des Bildschirminhalts der durch den Developer Strap angeschlossenen Vision Pro ist ebenfalls mit Bezel möglich. Wer sich daran stört, dass Bezel angeschlossene Geräte automatisch auf dem Desktop zeigt, kann dies global oder nur für bestimmte Geräte unterbinden.

## Vergleich zu Bordmitteln

Bereits mit dem macOS-Bordmittel QuickTime Player lässt sich der Bildschirminhalt von iPhones, iPads und Apple-TV-Geräten aufzeichnen. Er ist allerdings nicht so schnell einsatzbereit, zeigt nur das nackte Bild ohne hübsche Geräterahmen und Screenshots lassen sich lediglich durch Aufnehmen des Mac-Fensters anfertigen. Bezel hingegen erfasst diese grundsätzlich unabhängig von der Fenstergröße in der vollen Auflösung des Geräts.

Auch die mit macOS Sonoma eingeführte App „iPhone Synchronisierung“ bietet Zugriff auf den Bildschirminhalt eines iPhones. Im Unterschied zu Bezel lässt sich das Gerät darüber sogar direkt vom Mac aus bedienen. iPads und das Apple TV bleiben jedoch außen vor. Zudem ist die Funktion in der EU bislang nicht freigeschaltet.

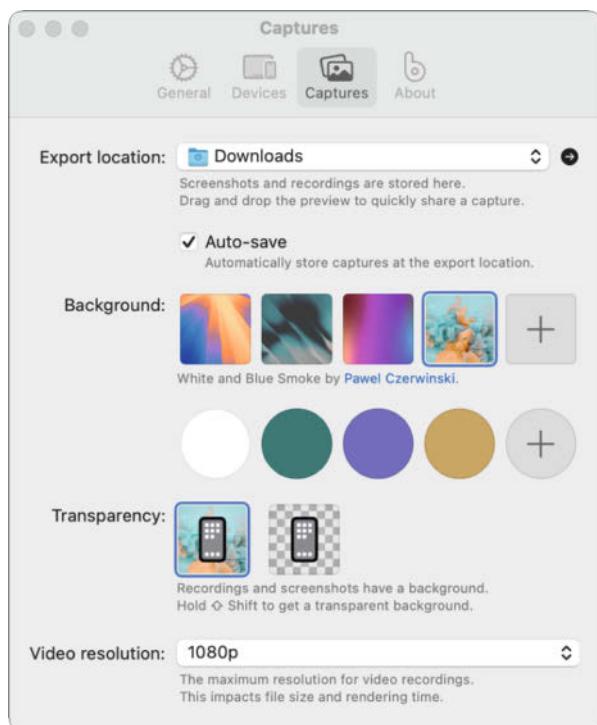
## Fazit

Wer regelmäßig ansprechende App-Screenshots oder Bildschirmaufnahmen in Präsentationen, Werbematerial oder Anleitungen abbilden möchte, kann mit Bezel viel Zeit sparen. Auch für Live-Präsentationen des Bildschirminhalts von Mobilgeräten – etwa bei einer Videokonferenz – bietet die nahezu konfigurationsfreie App eine stressfreie und professionell wirkende Lösung. Für gelegentliche Aufnahmen dürften die kostenlosen Bordmittel von Apple jedoch ausreichen. (Joachim Kläschen/wre)



## Bezel 2.5.1 (Bildschirminhalt spiegeln)

**Entwickler:** Nonstrict // **Systemanforderung:** macOS ab 13.0 // **Preis:** 34,51 € oder 4,99 €/Monat



# Bibliothek-Digitalisierer

Book Track hilft, die eigene Büchersammlung digital zu verwalten

Wer eine große Hausbibliothek pflegt, dürfte irgendwann den Überblick verlieren. Abhilfe verspricht die Datenbank Book Track für Macs und Mobilgeräte. Bücher fügt man komfortabel über den Barcode-Scanner hinzu. Das klappt auch auf Macs mit Webcam. Die Zuordnung der Bücher läuft mit beeindruckender Geschwindigkeit ab, wobei sich mehrere Werke auf Mobilgeräten besonders schnell scannen und hinzufügen lassen. Fehlt ein Barcode, hilft die integrierte Online-Suche in der Datenbank von Google Books. Diese versteht sich auf ISBNs ebenso wie auf Autor und Werk. Gibt es keine Ergebnisse, wie bei von Autoren selbst verlegten Büchern, trägt man die Daten per Hand nach.

Häufig ist ohnehin Nacharbeit gefragt, um etwa unterschiedlich geschriebene Autoren wie „Dürrenmatt“ und „Durrenmatt“ oder „Bukowski“ und „BUKOWSKI“ zusammenzuführen. Dies gelingt recht komfortabel in der Liste aller erkannten Autoren mit Suchfunktion.

Neben Titel und Autor übernimmt Book Track weitere Metadaten wie Verlage und Kategorien. Auch hier darf man Korrekturen vornehmen sowie fehlende Umschlagillustrationen nachpflegen. Das ist aufgrund der vielfach schlechten Bildqualität bei Google

Books häufig erforderlich – sofern man Wert darauf legt.

Book Track exportiert Buchlisten als PDF- oder CSV-Datei und importiert Sammlungen aus anderen Buchverwaltungen mit CSV-Export wie Goodreads, Reading List und BookBuddy.

## Vielfältige Darstellungsoptionen

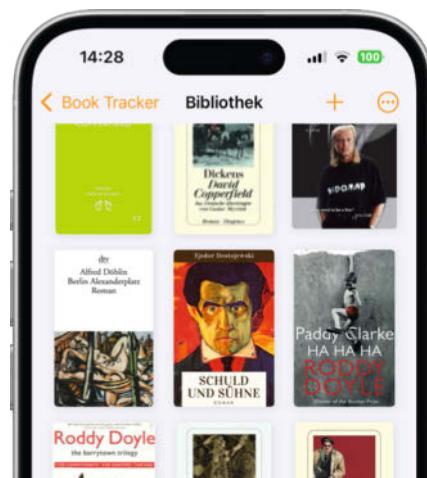
Die eigene Bibliothek stellt die App in einer Ansicht aus Umschlagillustrationen dar. Weitere Layouts zeigen die Bücher etwa als Kacheln mit Titel und Autor. Zahlreiche Sortieroptionen ordnen den Bestand etwa nach Autor, Erscheinungsjahr oder Titel. Auch mehrstufige Sortierregeln sind möglich, um Bücher beispielsweise zunächst nach Autor und dann nach Kaufdatum zu gruppieren. Per Filter beschränkt man die Liste auf Werke, die den gewünschten Kriterien entsprechen.

Stößt man bei der Lektüre auf Bemerkenswertes, nimmt BookTrack Notizen und Zitate entgegen. Toll: Auf dem iPhone klappt das auch mittels Foto- und Zeichenerkennung. Nach der Lektüre lassen sich Werke als gelesen markieren und bewerten. Fehlt jedoch der Seitenumfang in den Metadaten, muss man diesen zwingend nachtragen.

Wer seine Bücher gerne an Freunde und Bekannte verleiht, kann dies samt Name, Verleihdatum und Rückgabefrist in Book Track vermerken. Ein intelligenter Ordner zeigt auf einen Blick, was gerade außer Haus ist. Auch eigene „Smart Lists“ lassen sich anlegen, um etwa die bestbewerteten Bücher eines Autors aufzulisten. Neben der Verwaltung des Bestandes eignet sich die App auch dazu, eine Wunschliste mit interessanten Werken zu pflegen.

Mithilfe von Schlagworten führt man persönliche Kategorien ein.

**Der mehrstufige Filter fördert in Book Track in großen Sammlungen gewünschte Inhalte zutage.**



Book Track 4.1.2  
(Bücherverwaltung)

Entwickler: Simone Montalto

Systemanforderungen: macOS ab 12, iOS / iPadOS ab 15

Preise: 19,99 € (macOS); 17,99 € (iOS / iPadOS)

So lässt sich die Bibliothek dann etwa nach Comics, Romanen und Sachbüchern filtern, lassen sich die eigenen Bücher von denen weiterer Personen im Haushalt trennen.

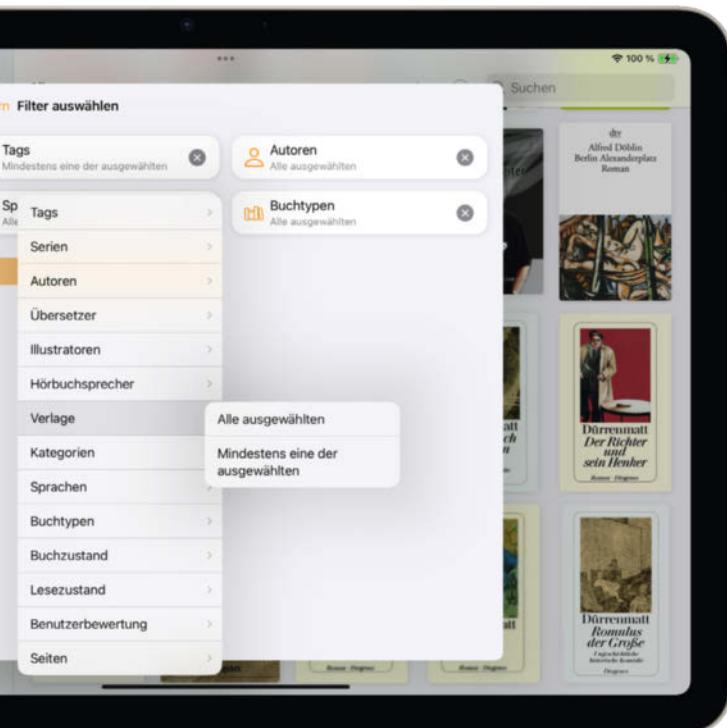
## iCloud-Synchronisation

BookTrack speichert die Bibliothek optional in der iCloud und gleicht darüber Inhalte sowie Schlagworte zwischen den separaten für Mac und Mobilgeräte verkauften Versionen ab. Einstellungen zur Darstellung in der Seitenleiste muss man aber auf jedem Gerät separat vornehmen.

Während sich die Version für iOS und iPadOS tadellos bedienen lässt, merkt man der macOS-App an, dass es sich um eine Catalyst-Portierung handelt. Insbesondere die Navigation durch Listen und der Austausch von Bildern fühlen sich auf dem Mac unständlich an.

Dafür haben alle Versionen nette Gimmicks an Bord: Widgets halten verschiedene Aspekte der Sammlung auf dem Desktop oder Homebildschirm im Blick. Eine Stoppuhr kann die Lesezeit aufzeichnen und Statistiken zeigen beispielsweise, wie viele Seiten pro Tag gelesen wurden.

Book Track eignet sich hervorragend, um seine persönliche Bibliothek auf allen Apple-Geräten zu verwalten. So kann man beim nächsten Besuch in einer Buchhandlung stets nachschlagen, welche Werke eines Autors man schon besitzt oder nicht. Wer seine Bibliothek möglichst ansehnlich und mit korrekten Angaben digitalisieren möchte, muss allerdings vielfach Nacharbeit leisten. (Joachim Kläschen/wre)



# Teste Mac Life im exklusiven Schnupperabo!



**3 Ausgaben  
inkl. E-Paper  
nur 5,90 €  
statt 27 €**

## Das Schnupperabo im Überblick:

- ✓ **3 Ausgaben für nur 5,90 € statt 27 €**
- ✓ **Inklusive E-Paper**
- ✓ **Sichere dir einen Rabatt von 80%\***
- ✓ **Portofrei direkt zu dir nach Hause**

**Jetzt bestellen:  
[maclife.de/schnupperabo](http://maclife.de/schnupperabo)**



Oder telefonisch mit Bestellnummer **ML23PAE** unter **0431 200 766 0**



# Freeware-Perlen für das iPad

Mit diesen 18 kostenlosen Apps für Apples Tablet sammeln Sie etwa Notizen, bleiben auf dem Laufenden und genießen Medien – ohne In-App-Sperren oder nervige Werbung.

Von Joachim Kläschen

# 1 Hörbücher wiedergeben

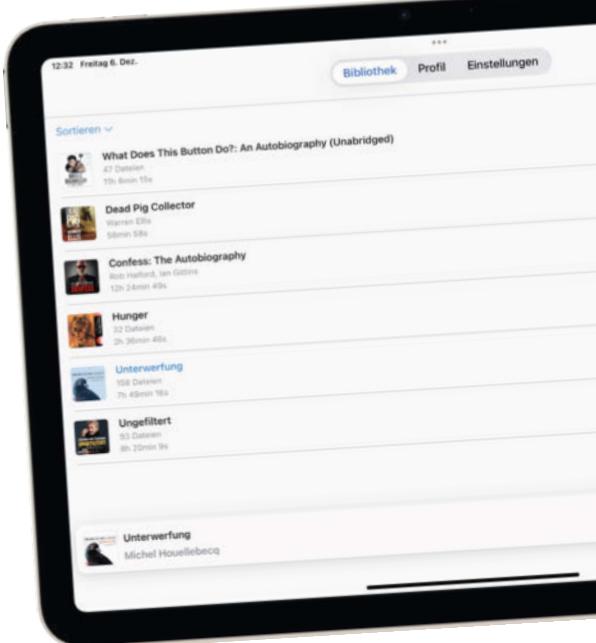
Über die Dateien-App nimmt BookPlayer (alle Links siehe Webcode am Ende des Artikels) Hörbücher im AAC-, MP3- und FLAC-Format entgegen, die etwa auf einem Mac oder NAS im Netzwerk liegen. Zudem lädt der Player Inhalte wie einzelne Podcast-Episoden per URL von einem Webserver. Metadaten wie Name, Autor oder Cover-Artwork können Sie direkt in der App editieren. Während der Wiedergabe lassen sich Lesezeichen setzen und Kommentare hinzufügen. Ein Einschlaf-Timer stoppt die Wiedergabe am Ende eines Kapitels oder zu einer bestimmten Zeit. Wem ein Hörbuch zu langsam vorgetragen wird, der erhöht mit der App das Wiedergabetempo. Wie weit der Player mit den entsprechenden Buttons vor- und zurückspringen soll, bestimmen Sie in den Einstellungen. Die Open-Source-App funktioniert kostenlos uneingeschränkt, enthält aber ein Pro-Abo für Cloud-Sync, alternative App-Symbole und weitere farbliche Akzente für die Bedienoberfläche.



**BookPlayer 5.4.2**

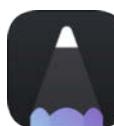
Gianni Carlo  
iOS/iPadOS 14, watchOS 7

Die Open-Source-App BookPlayer bietet alles für komfortablen Hörbuchgenuss.



# 2 Zeichnungen anfertigen

Werkzeuge und Farbpaletten rahmen die Zeichenfläche der englischsprachigen Mal-App Charcoal ein. Sie sind großzügig dimensioniert, sodass sie sich auch mit dem Finger komfortabel bedienen lassen. Sieben Malwerkzeuge in je drei Stärken sowie ein Lineal erfüllen einfache Ansprüche. Per Cuttermesser markieren Sie einzelne oder mehrere Pinselstriche, um diese zu kopieren, zu verschieben oder zu löschen. Die 22 eher pastelligen Farben können Sie in den Einstellungen anpassen. Dort lassen sich auch gepunktete, karierte oder linierte Hintergründe einrichten. Charcoal empfiehlt sich für Einsteiger und Kinder, die auf Funktionen wie Ebenen (noch) verzichten können.



**Charcoal 1.5.1**

Susanne Volk-Augustin  
iOS/iPadOS 15, visionOS 1.1

Charcoal ist ein aufgeräumtes und gut bedienbares Mal- und Zeichenprogramm.

# 3 Großformatig drucken

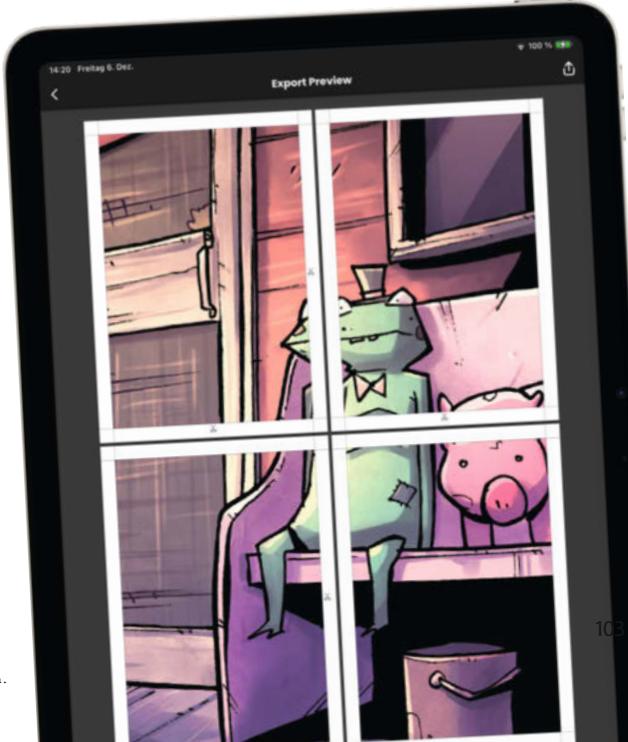
Wenn Sie ein großes Poster drucken wollen, aber keinen entsprechend dimensionierten Drucker besitzen, hilft die englischsprachige App Docuslice. Aus den Vorlagen wählen Sie beispielsweise einen aus vier A4-Blättern zusammengesetzten DIN-A2-Druck oder ein Banner aus zehn Bögen. Anschließend fügen Sie fertige PDF-Dokumente oder Fotos hinzu. Sie können diese frei platzieren und skalieren sowie mit Texten versehen – oder Sie gestalten damit einfache Banner direkt in der App. In der Druckvorschau dürfen Sie noch Schnittmarken und Breite der Überlappungen der einzelnen Blätter anpassen. Damit die App das Wasserzeichen in der rechten unteren Ecke weglässt, müssen Sie eine 30-sekündige Video-Werbung über sich ergehen lassen. Zudem erfordert das Programm ein Benutzerkonto, wobei es das anonyme „Mit Apple anmelden“ unterstützt.

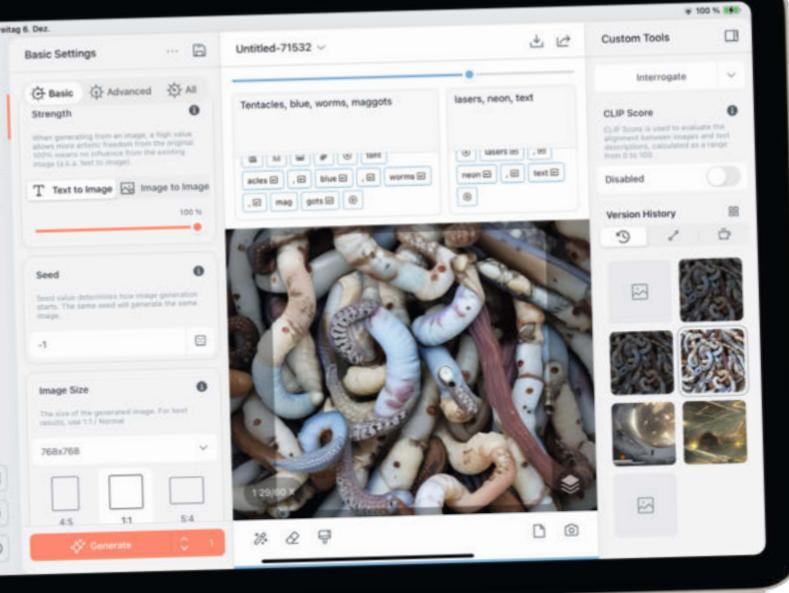


**Docuslice 2.1**

Jeremiah Lachica  
iOS/iPadOS 12.4

Für Großformatdrucke teilt Docuslice Fotos auf mehrere Blätter auf.





Aus englischen Stichworten erstellt Draw Things mittels wählbarer KI-Modelle Illustrationen oder auch fotorealistische Bilder.

## 4 KI-Bilder erstellen

Manche iPad-Modelle von 2019 sowie alle aktuelleren haben ausreichend Rechenpower, um per lokaler künstlicher Intelligenz Bilder zu generieren. Beim Einrichten von Draw Things laden Sie ein KI-Modell auf der Basis von PixArt Sigma, FLUX.1, AuraFlow oder Stable Diffusion auf das Gerät. Einige belegen dabei mehr als zwei GByte Speicher. In zwei Textkästen teilen Sie durch englische Stichworte mit, was auf dem zu erstellenden Bild zu sehen sein soll – und was nicht. Nach einer niedrig aufgelösten Vorschau erscheint das erste Ergebnis, das Sie durch Anpassen der Stichworte weiter verfeinern können. Die Zwischenschritte merkt sich die App und zeigt sie in der Seitenleiste. Schließlich lässt sich auch Text auf dem Bild platzieren, wobei der Grafik-Generator Ebenen beherrscht.

Leider ist die Bedienoberfläche des mächtigen Tools recht unübersichtlich und weitergehende Möglichkeiten verstecken sich hinter Schaltflächen.



**Draw Things**  
1.20241210

Liu Liu  
iOS/iPadOS 15.4, macOS 12.4

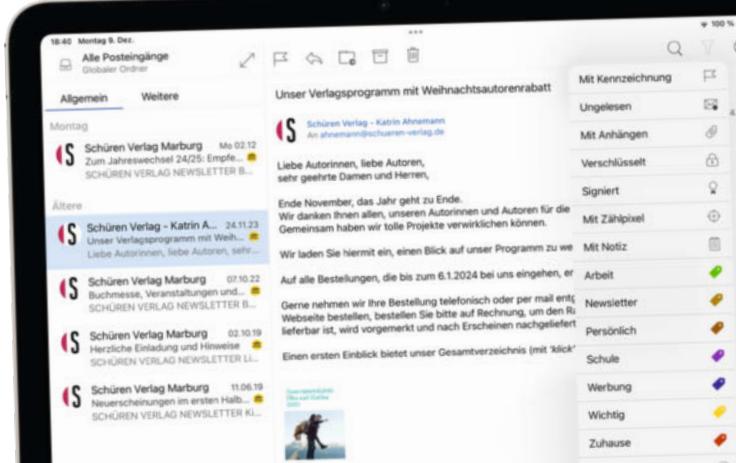
## 5 E-Mails mit PGP verschlüsseln

eM Client unterstützt neben IMAP- auch Gmail- und Exchange-Konten. Für eine verschlüsselte Kommunikation können Sie Ihre PGP-Schlüssel importieren oder neue erstellen. Die App erleichtert die Einrichtung der Konten über bereits hinterlegte Serverdaten von vielen Anbietern. Häufig benötigte Textbausteine (QuickTexte) können Sie verwalten und in Nachrichten einfügen. Eingegangene E-Mails lassen sich zurückstellen, um sie später zu beantworten. Die Suchfunktion kann dezidiert nach Betreff, Absender oder enthaltenem Text suchen und dabei auch E-Mails nach bestimmten Kriterien ausschließen. Die von der Mac-Version bekannte Integration von Kalender und Kontaktverwaltung fehlt derzeit leider. Bislang gibt es die App gratis, die Entwickler behalten sich jedoch vor, in Zukunft eine kostenpflichtige Version anzubieten.

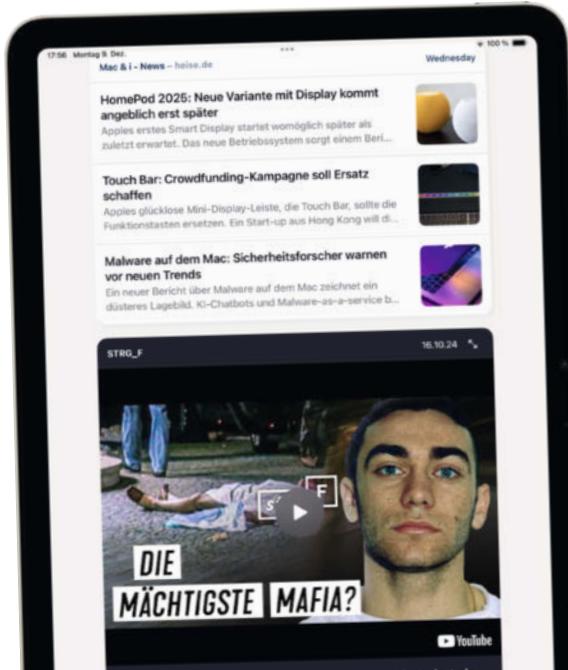


**eM Client**  
10.0.3530

eM Client  
iOS/iPadOS 15, macOS 10.14



Die Mail-App eM Client versteht sich auf PGP-Verschlüsselung und Textbausteine.



## 6 Themen und Autoren verfolgen

Der englischsprachige RSS-Reader feeeeD importiert Abos aus anderen Apps als OPML-Datei. Alternativ fügen Sie über die Suchfunktion etwa Feeds von Websites, YouTube-Kanälen, Mastodon-Accounts und Subreddits zur Abo-Liste hinzu. Die Beiträge listet die App in einem langen vertikalen Band mit Vorschaubildern auf. Stammen viele Nachrichten aus einer Quelle, werden diese gebündelt. Ein nettes Alleinstellungsmerkmal: Der persönliche Nachrichten-Feed kann auch auf die Geburtstage von Kontakten hinweisen, die täg-



**feeeeD**  
James Parrott  
iOS/iPadOS 16

Neben RSS-Feeds kann feeeeD auch Inhalte von YouTube, Reddit und aus anderen Quellen anzeigen.

lich absolvierte Schrittzahl anzeigen oder zufällige Bilder aus der Fotos-App einblenden. Die Nachrichten-Zentrale nutzt den iPad-Bildschirm allerdings nur im Hochformat gut aus; quer gehalten bleibt viel Platz ungenutzt. Eine KI-Anbindung fasst längere Texte in englischer Sprache zusammen. Aktiviert man die Offline-Funktion, lassen sich die jüngsten Textbeiträge auch ohne Internetverbindung lesen.

## 7 Notizen ansprechend gestalten

Zahlreiche Vorlagen – etwa für Tagebücher oder Meeting-Notizen – sorgen für einen produktiven Einstieg in Freenotes. Die an einem beliebigen Rand des Programmfensters platzierbare und nach persönlichen Erfordernissen konfigurierbare Werkzeugpalette bietet Gestaltungswerkzeuge, die Apples Notizen-App alt aussehen lassen. Neben Handschrift können

Sie Bilder oder Text in verschiedenen Schriftarten und -größen sowie virtuelles Washi-Tape und Sticker einfügen. Farbe, Muster und Dicke bestimmen Sie über ein Ausklappmenü. Mit dem intelligenten Lasso markieren Sie Teile einer Notiz, um sie zu löschen, zu verschieben oder zu kopieren. Die Notizen können Sie als ein-



Freenotes  
2.12.0

Free Notes  
iOS/iPadOS 14

Mit Freenotes erstellte Notizen können Aufkleber und andere Gestaltungsmittel enthalten.



## 8 Wikipedia-Wissen offline nutzen

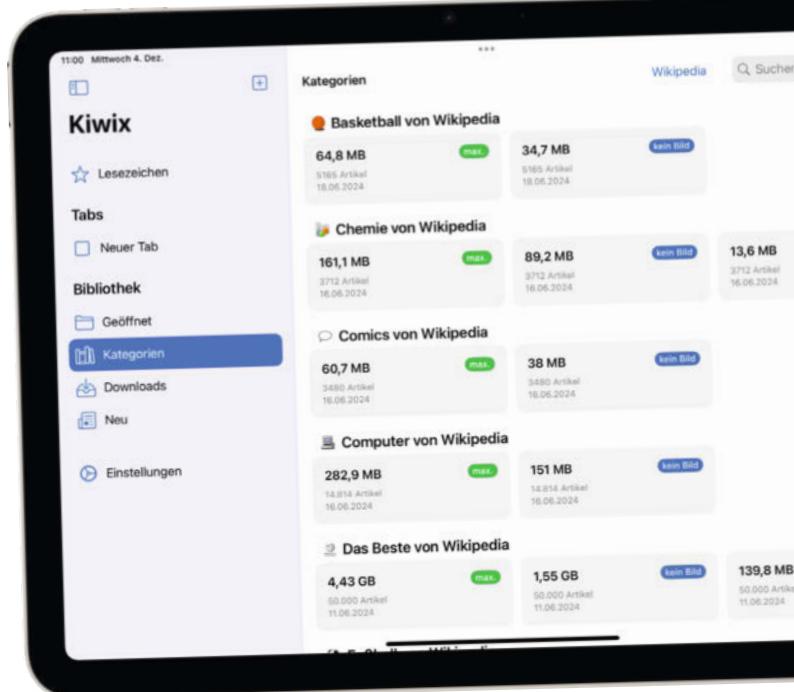
Um auch bei schlechter oder fehlender Internetverbindung auf Wikipedia-Wissen zugreifen zu können, bannt Kiwix die Enzyklopädie auf das iPad. Weil die Offline-Version der kompletten Wikipedia mit dem Stand vom 10. Mai 2024 knapp 44 GByte Speicherplatz belegt, bietet Kiwix auch den Download ohne Bilder sowie eine Mini-Version an, die unter 5 GByte benötigt. Darüber hinaus können Sie auch kompakte themenbezogene Ausschnitte wie Comics, Chemie, Sport oder Physik zur Offline-Nutzung laden. Deren Größe bewegt sich vielfach im MByte-Bereich. Eine Themen-Sektion begrüßt Sie mit einem zum Erkunden einladenden Startbildschirm. Über die Symbolleisten rufen Sie einen zufälligen Artikel auf, setzen Lesezeichen oder springen direkt zu bestimmten Sektionen.



Kiwix 3.6.0

Wikimedia CH  
iOS/iPadOS 16, macOS 13

Ihnen wichtige Themenbereiche der Wikipedia haben Sie mit Kiwix stets dabei – unabhängig vom Internetzugang.



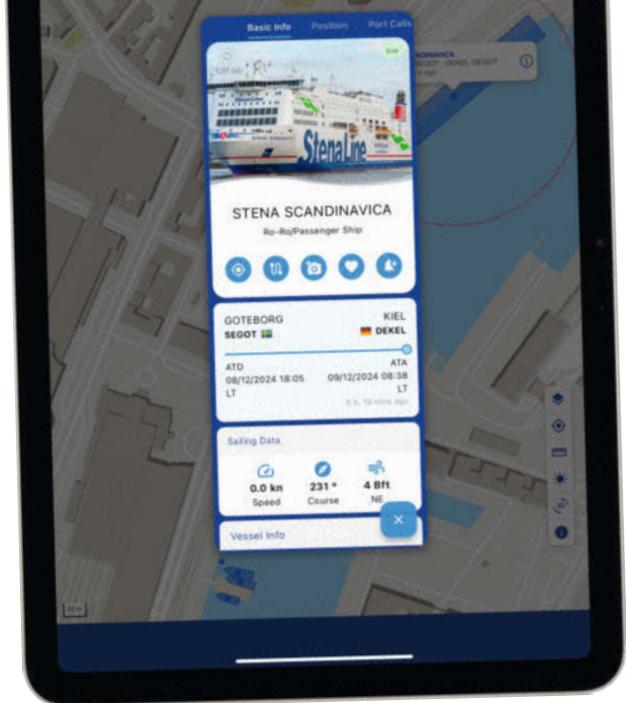
## 9 Weltweiten Schiffsverkehr beobachten

Auf einer Weltkarte zeigt MyShipTracking, wie sich Frachtschiffe über die Ozeane schleppen. Wenn Sie näher heranzoomen, zeigt die App sogar Personenfähren und in Häfen angedockte Schiffe. Durch Antippen eines Schiffs erhalten Sie vielfach Detailinformationen wie technische Daten und Fotos sowie die Flagge, unter der das Schiff unterwegs ist. Auch woher es kommt und wohin die Reise geht, zeigt MyShipTracking vielfach an. Diese Informationen werden von den Schiffen selbst per UKW in das Automatic Identification System (AIS) eingespeist. Zu ausgewählten Häfen erfahren Sie, welche Schiffe wann einlaufen sollen, und Sie können direkt zu diesen springen. Alternativ finden Sie Schiffe über eine Suchfunktion. Mit einem kostenlosen Nutzerkonto dürfen Sie weltweit Areale zur Beobachtung abstecken und Favoriten zur persönlichen Flotte hinzufügen.



**MyShip  
Tracking 2.0.2**

Nativity  
iOS/iPadOS 12



Bei vielen der verfolgbaren Schiffe liefert MyShipTracking technische Daten und Fotos.

## 10 Fernsehprogramme streamen

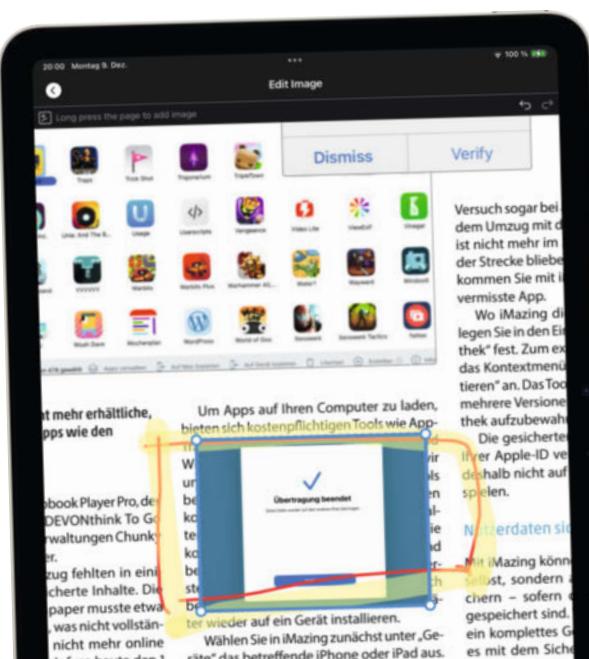
Um Live-Inhalte wiedergeben zu können, müssen Sie OttPlayer zunächst mit einer M3U8-Wiedergabeliste füttern, die die URLs der Sender-Streams enthält. Diese finden Sie beispielsweise mit dem Suchbegriff „IPTV“ bei GitHub. Besonders empfehlenswert ist das Angebot von Kodinerds (siehe Webcode). Nach dem Einrichten stellt die englischsprachige App die Sender in einer Liste oder als Kacheln dar. Daneben steht das Live-Video des ausgewählten Angebots. Die Wiedergabe darf man pausieren sowie im Stream vor- und zurückspringen. Die Integration von Programmdaten (EPG) im XMLTV-Format etwa von xmtv.info klappte im Test nicht. So trüben unansehnliche Fehlermeldungen über fehlende Titel und Beschreibungen das aufgeräumte Aussehen der Bedienoberfläche.



**OttPlayer 9.0.7**

OttPlayer  
iOS/iPadOS 12, tvOS 12.1

Der OttPlayer streamt die Angebote frei empfangbarer Fernsehsender.



## 11 PDF-Dateien bearbeiten

Mit PDFgear bearbeiten und korrigieren Sie Ihre PDFs – oder versehen sie mit Anmerkungen. Auch Bilder dürfen Sie hinzufügen, wobei sich diese beim Platzieren lediglich in 90-Grad-Schritten drehen lassen. Für das Ausfüllen von Formularen können Sie etwa Namen, Anschrift oder eine Unterschrift hinterlegen. Die Änderungen speichert PDFgear im Original, in einer Kopie oder als Bilddatei exportiert. Die App wandelt PDFs



**PDFgear 2.12**

PDF Gear Tech  
iOS/iPadOS 14, macOS 10.14

Mit PDFgear bearbeiten und kommentieren Sie PDF-Dateien.

auch in MS-Office-Formate um, verwendet dazu jedoch einen Online-Dienst. Zudem besteht die Möglichkeit, PDF-Dateien von Grund auf zu erstellen. Zwar begeistert der Funktionsumfang; die schludrige deutsche Übersetzung und die wiederholten Bitten, die App zu bewerten, nerven jedoch.

## 12 Lieblingsfotos auf dem Homescreen

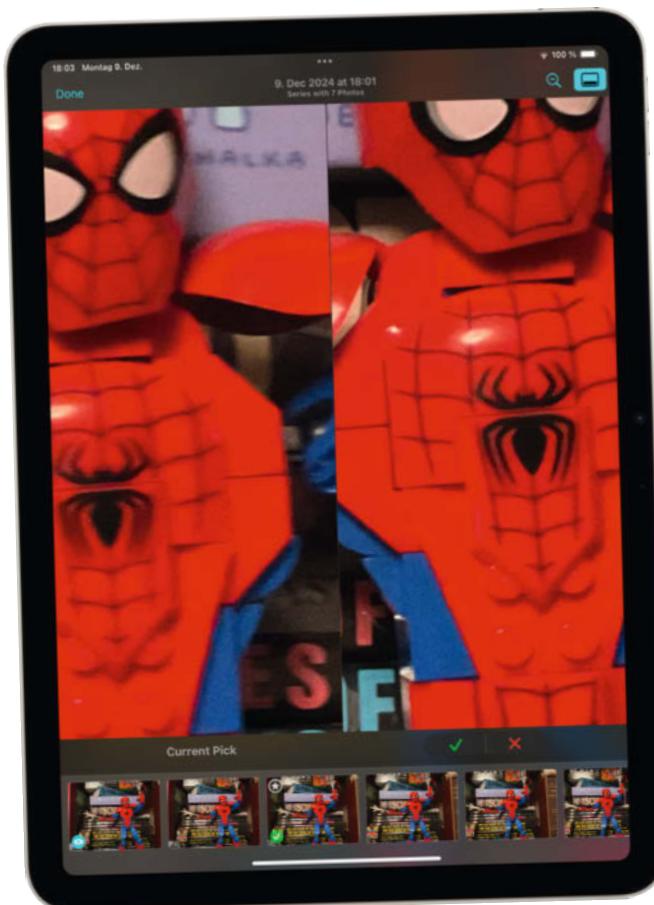
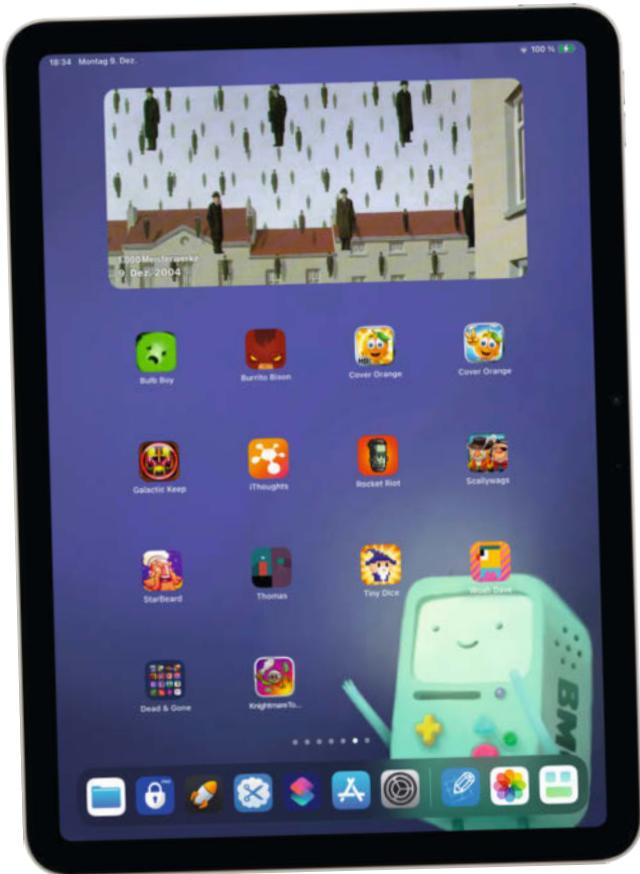
Apples mitgelieferte Fotos-Widgets lassen sich nur eingeschränkt konfigurieren. Mehr Einfluss bietet Ihnen Photo Widget. Die nur auf Englisch verfügbare App unterstützt Widgets in vier Größen. In diesen zeigt sie entweder die Inhalte bestimmter Alben der Fotomediathek oder eine handverlesene Auswahl von bis zu 100 Fotos, die auch aus einem beliebigen Ordner der Dateien-App stammen können. Wie häufig das Motiv wechselt, legen Sie in den Einstellungen mit einer Frequenz von einer Minute bis 24 Stunden fest. Das Widget ist interaktiv – per Tipp zeigt es wahlweise das Motiv vergrößert an, springt zum nächsten, öffnet eine URL oder startet einen Kurzbefehl. Zudem lassen sich Metadaten wie Ort oder Zeitpunkt der Aufnahme einblenden.



**Photo Widget 2.1.3**

Sindre Sorhus  
iOS/iPadOS 17.5

**Mit Photo Widget gestalten Sie Ihren Homebildschirm persönlicher.**



## 13 Bildersammlung aufräumen

Photoscope durchsucht die Fotomediathek gezielt nach Serienaufnahmen. Nach der Auswahl eines Motivs müssen Sie aus den ersten beiden Bildern der Serie das Gefälligere auswählen. Das abgelehnte Foto verschwindet und die App präsentiert das nächste Bild der Serie zur erneuten Abstimmung. Eine Zoomfunktion hilft bei der Beurteilung. Über den ausblendbaren Filmstreifen am unteren Rand springen Sie schnell zu bestimmten Fotos der Serie. Das schönste Bild der Serie dürfen Sie als Favoriten auszeichnen und mit anderen teilen. Den Rest können Sie entsorgen, um die Mediathek zu entschlacken.



**Photoscope 1.3.1**

Leitmotif  
iOS/iPadOS 17, visionOS 1

**Im Bild-mit-Bild-Vergleich misten Sie mit Photoscope Serienaufnahmen aus.**

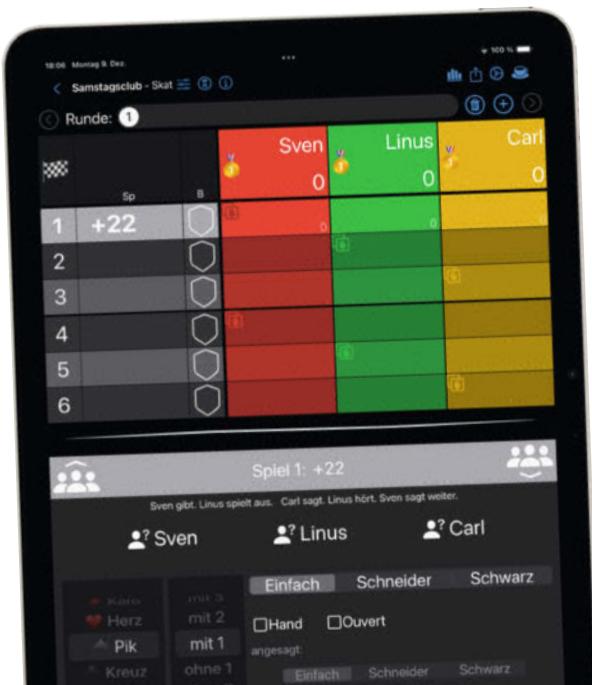
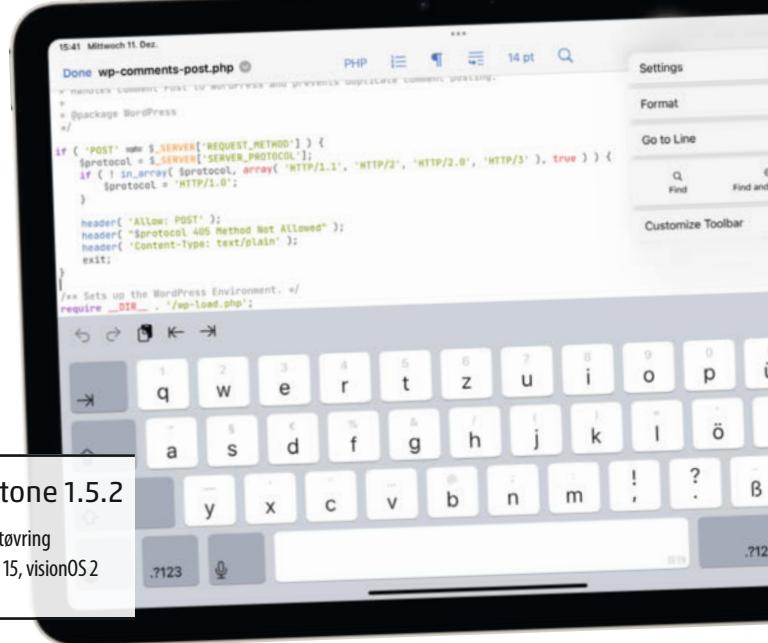
## 14 Quellcode bearbeiten

Der moderne Texteditor Runestone richtet sich vorrangig an (Web-)Entwickler. Er versteht sich auf eine Vielzahl von Programmiersprachen und bietet entsprechendes Syntax-Highlighting an. Aber auch andere Formate wie Markdown unterstützt der Editor. Die mächtige Suchen-Ersetzten-Funktion beherrscht reguläre Ausdrücke (RegEx) und zeigt Fundstellen bereits während der Eingabe des Begriffs an. Font und Schriftgröße lassen sich anpassen, zudem bietet Runestone zahlreiche Themes. Die kostenlose Grundversion hat bereits alles Nötige an Bord. Wer mehr will, schaltet für einmalig 10 Euro weitere Funktionen wie Zeilenummern und Anzeige von Umbrüchen, Leerzeichen und Tabs ein. Zudem dürfen Sie eigene Themes erstellen.



**Runestone 1.5.2**

Simon B. Størring  
iOS/iPadOS 15, visionOS 2



## 15 Brettspiele einfacher auswerten

Der digitale Spieldaten dient sich als nützlicher Assistent bei Spieleabenden an. Zunächst bestimmen Sie die Art des Spiels – etwa Brett-, Würfel- oder Kartenspiel. Für jede dieser Kategorien hat die App zahlreiche Vorlagen parat – neben Klassikern wie Kniffel, Rummikub und Skat auch Exotisches wie Tichu oder Die Insel der Katzen. Anschließend

geben Sie die Zahl der Mitspieler und deren Namen ein. Auf dem nun einsatzbereiten Spielzettel notieren Sie in jeder Runde die Punkte der Spieler oder wer gewonnen hat. Die App summiert die Ergebnisse automatisch auf, sodass Sie bei Ende des Spiels nicht mehr selbst rechnen müssen. Spieldaten können Sie um eigene Vorlagen erweitern, um etwa beim Dart die Punkte zu notieren.



**Spieldaten 1.28**

Jörg Ortmann  
iOS/iPadOS 14.5

Mit Spieldaten notieren Sie bei einem Spieldatenabend den Punktestand und ermitteln den Sieger.

## 16 Fokussiert YouTube schauen

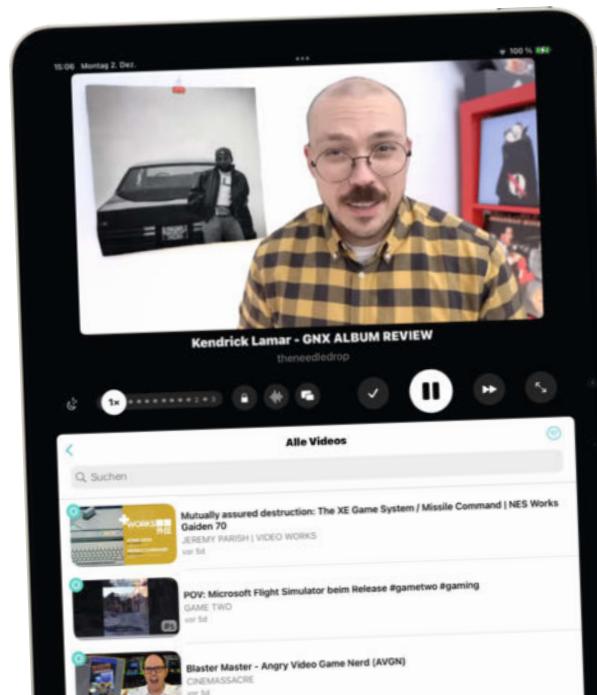
Unwatched bietet einen ablenkungsfreien YouTube-Genuss. Es gibt keine Shorts, keine Werbung, keine Kommentare und keine Empfehlungen vom Algorithmus. Der integrierte Einschlaf-Timer beendet die Wiedergabe nach einer bestimmbarer Zeit. Auch die Wiedergabegeschwindigkeit können Sie steuern. Links zu Videos gelangen über die Teilen-Erweiterung zu Unwatched. Alternativ fügen Sie URLs aus der Zwischenablage ein oder wählen Videos im integrierten Browser aus. Darauf lassen sich auch Kanäle direkt in der App abonnieren. Neue Inhalte landen in der Inbox. Auch im YouTube-Konto hinterlegte Inhalte kann Unwatched über einen Datenexport einlesen.



**Unwatched 1.4.1**

Pentland Firth Software  
iOS/iPadOS 17, tvOS 17.6

Mit Unwatched genießen Sie YouTube-Videos ohne Ablenkungen.



Runestone richtet sich mit seinen Features in erster Linie an Webentwickler, ist aber auch ein guter Markdown-Editor.

## 17 Wochentermine im Blick behalten

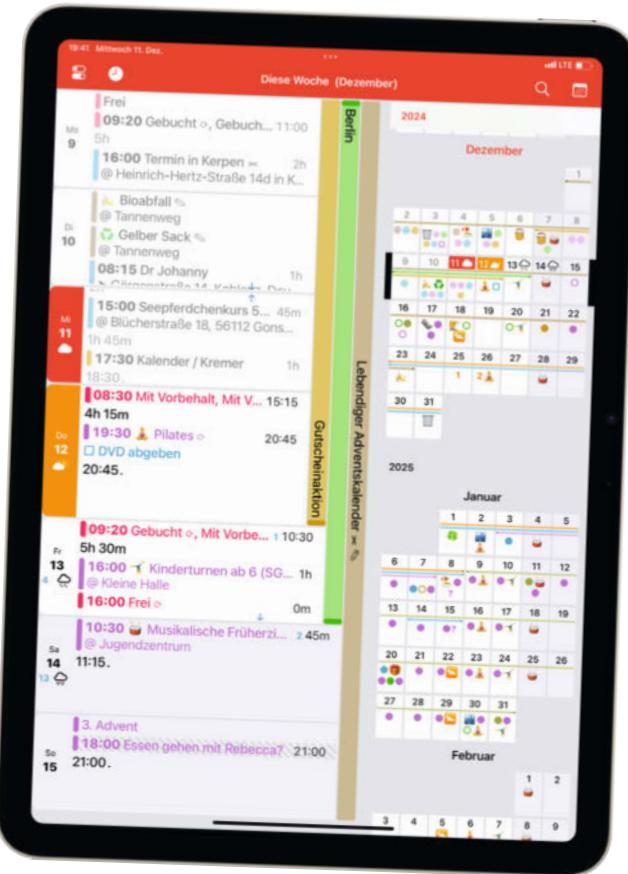
Der Wochenplan Kalender greift auf die Kalender- und Erinnerungen-Datenbanken von iPadOS zu. Eine vertikal geteilte Ansicht zeigt neben Terminen von sieben Tagen einen Monatskalender. Die Tage gliedert die App in gleich große Streifen. Mit einer Wischgeste scrollen Sie durch die Termine des Tages. Alternativ zeigt der Planer auch eine bildschirmfüllende Übersicht. Farbige Symbole vermitteln in den Monatsübersichten ein Gefühl dafür, wie viel los ist. Auch hier sorgt die Vollbildansicht für mehr Überblick. Neben vielfältigen Einstellungsmöglichkeiten für die Darstellungen punktet die App mit originellen Widgets, die visualisieren, wie verplant der Tag ist. Für 3 Euro / Jahr integriert der Kalender auch Informationen zum Wetter.



### Wochenplan Kalender 2.3.2

Michael Höreth  
iOS/iPadOS 16, watchOS 9.2

Bei Wochenplan Kalender stehen Wochen- und Monatsübersicht stets nebeneinander.



## 18 Listen und Texte strukturieren

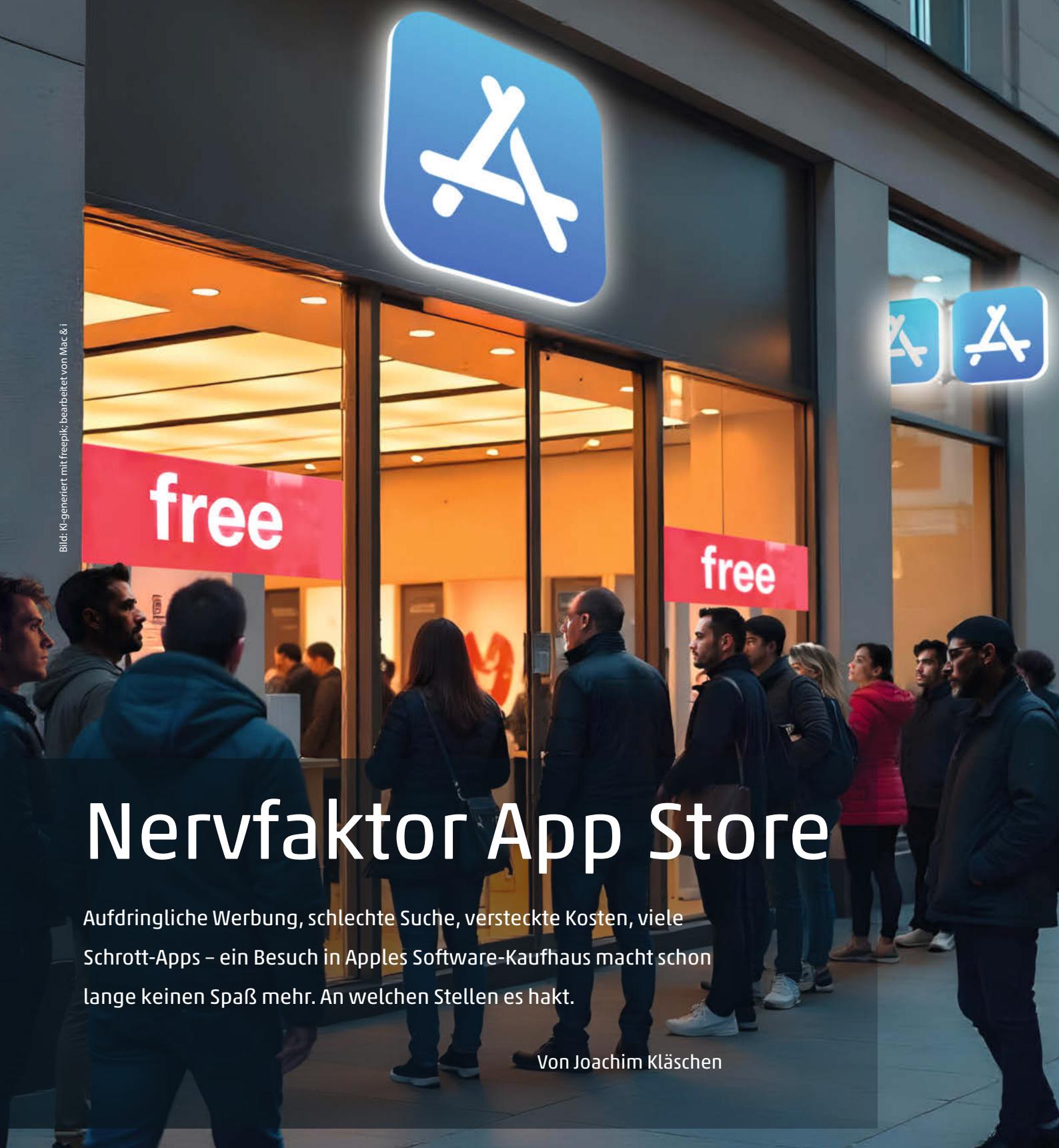
In Zavala gliedern Sie Inhalte hierarchisch. So ordnen Sie Textabschnitte und auch Bilder etwa einem Thema zu oder bringen Aufgaben in eine sinnvolle Reihenfolge. Jede Ebene lässt sich ein- und ausfalten, sodass darunter eingesortierte Elemente verschwinden oder sichtbar werden. So behalten Sie stets das Ganze im Blick und managen selbst komplexe Vorhaben. An in der iCloud abgelegten Projekten können Sie auch mit anderen Nutzern gemeinschaftlich arbeiten. Gegliederte Inhalte – auch Outlines genannt – im- oder exportiert Zavala im OPML-Format.



### Zavala 3.0.5

Vincode  
iOS/iPadOS 17, macOS 14

Mit dem Outliner Zavala erstellen Sie verschachtelte Listen und gliedern Dokumente.



# Nervfaktor App Store

Aufdringliche Werbung, schlechte Suche, versteckte Kosten, viele Schrott-Apps – ein Besuch in Apples Software-Kaufhaus macht schon lange keinen Spaß mehr. An welchen Stellen es hakt.

Von Joachim Kläschen

**S**tellen Sie sich vor, Sie gehen in einen Supermarkt. Sie erwarten übersichtliche, nach Warengruppen sortierte Gänge, doch der Blick auf die Produkte wird immer wieder von Empfehlungen des Geschäftsführers versperrt, die für Kunden gar nicht infrage kommen. Das Personal weist auf Fragen nicht den Weg zum Wunschprodukt. Fragen Sie explizit nach einer Marke, empfehlen die Mitarbeiter nur andere Waren. Fast alle Produkte sind mit dem gleichen Preisschild ausgezeichnet. Auf einer kaum lesbaren Unterzeile steht lediglich, dass später Kosten entstehen könnten. Wie teuer der Einkauf wird, findet man erst beim Auspacken daheim heraus.

So ähnlich wirken inzwischen typische Besuche in Apples Software-Kaufhaus, dem App Store. Während Mac-Nutzer die Möglichkeit haben, Anwendungen und Spiele auch direkt von den Herstellern zu beziehen, muss die Kundschaft mit iPhones und iPads schon seit Jahren im App Store einkaufen. Dabei stellt sich der Eindruck ein, dass der Kunde bei Apple keinesfalls König ist. Wo einst eine sichere Quelle für geprüfte, handverlesene Programme zu finden war, dominieren vermeintliche Gratis-Apps, die den Nutzer schnell zur Kasse bitten. Mac & i zeigt auf, wo es beim App-Store hakt.

### Vom Krämerladen zum Megastore

Seit der App Store am 10. Juli 2008 seine Pforten öffnete, ist er von einem Tante-Emma-Laden zu einer gigantischen Mall gewachsen. Gestartet mit 500 Apps für iPhone und iPod Touch umfasste das Angebot im Spitzenspiel 2017 mehr als 2,2 Millionen Anwendungen und Spiele. Stand 2023 sind es laut Apple knapp 1,9 Millionen Apps.

Trotz fortwährenden Jubels über das jahrelang anhaltende Wachstum war Apple von dieser Entwicklung zumindest überrascht. Angesichts des gegenwärtigen Zustands des App Store könnte man allerdings auch sagen: überfordert.

### Unklare Verbote

Apple hat Hausrecht im eigenen App Store und entscheidet darüber, was in das Angebot kommt und was nicht. Apple-Gründer Steve Jobs stellte noch 2010 pointiert klar, dass Anzügliches nicht vertrieben werden soll: „Wer Pornos will, kann ein Android-Handy kaufen.“ Daran hat sich – trotz einer vorhandenen Alterskontrolle – bis heute nichts geändert.

Hinsichtlich anderer Verbote ist Apple weniger klar. Vor allem gab es in der Vergangenheit immer wieder Änderungen, die plötzlich dafür sorgten, dass gestern noch für gut befundene Apps heute verpönt waren.

So erging es beispielsweise 2012 einer beliebten Kategorie von Anwendungen, mit deren Hilfe die Nutzer Listen von interessanten Apps erstellen konnten. Die Programme informierten sie, wenn Titel im Preis fielen. Mit einer Regeländerung verbot Apple solche Angebote jedoch, da diese angeblich mit dem App Store verwechselt werden könnten. Das bedeutete das Aus für AppShopper und kurze Zeit später für weitere Anwendungen wie AppGratis. Vermutlich wollte Apple die Kontrolle darüber behalten, welche Apps im eigenen Store beworben werden. AppShopper kehrte 2013 für viele Jahre zurück. Den App-Preiswächter und -Promoter AppRaven (siehe S. 112), der Ähnliches wie AppShopper leistet,

### kurz & knapp

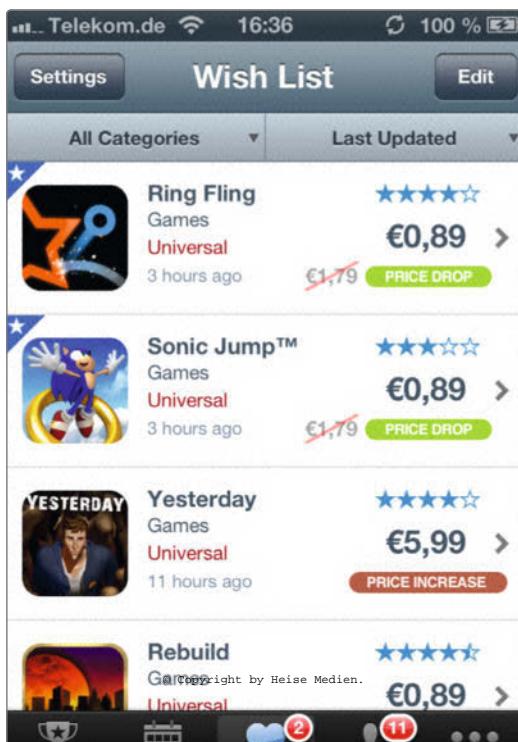
- Im App Store dominieren Programme mit In-App-Käufen. Was man dafür bekommt, ist nicht immer transparent.
- Der Store ist schlecht strukturiert und die Suche liefert oft unpassende Treffer.
- Entwickler beklagen schlechte Verdienstmöglichkeiten, aber auch ungerechte App-Überprüfungen.
- Aufgrund des Digital Markets Act muss sich Apple öffnen, etwa für alternative App-Stores.

gibt es nach wie vor im App Store. So inkonsequentes Vorgehen ist für Kunden wie Entwickler ziemlich unverständlich.

### Zweierlei Maß beim Streaming

Selbst wenn etwas technisch möglich und sowohl vom Anbieter als auch von seinen Kunden gewollt ist, bedeutet das nicht, dass es einen Platz im App Store haben darf: Dieser ist voll von Programmen, die Videostreaming anbieten – allen voran Apples eigene Apple-TV-App. Auch das Angebot für Audiostreaming, wo Apple neben Spotify, Deezer & Co. ebenfalls mitmischt, ist umfangreich. Spielestreaming hatte dagegen lange Zeit nichts im Store zu suchen. So wollte Microsoft 2020 seinen für den Dienst Xbox Game Pass zahlenden Kunden ein Spiele-Portfolio über eine App zugänglich machen. Apple bestand darauf, dass Microsoft für jeden im Streaming-paket enthaltenen Titel eine eigene App einstellt. Zudem wollte man gerne mit 30 Prozent an den Abogebühren für Game Pass beteiligt werden. Microsoft verzichtete daraufhin auf die App und bot sein Cloud Gaming 2021 über den Browser plattformübergreifend an. Ein Kollateralschaden des Streits war die App Shadow, die ebenfalls Cloud Gaming ermöglichte. Apple warf das Angebot aus dem Store, als Microsoft es als Argument ins Feld führte, seine App zuzulassen.

Seit Anfang 2024 hat Apple seine Haltung zum Cloud Gaming geändert und erlaubt solche Streaming-Apps unter iOS. Apple argumentierte damit, auf Entwicklerfeedback reagieren zu wollen. Vermutlich bewegte auch der Druck von Regulierungsbehörden den Konzern zu dieser Öffnung. Möglicherweise fürchtete Apple, dass Kunden zu Drittanbieterstores abwandern, um dort per Cloud Gaming zu spielen. Durch die Vorgaben des Gesetzes über digitale Märkte (Digital Markets Act) hat Apples Monopol seit dem Frühjahr 2024 ein Ende. Andere Anbieter dürfen ihre Anwendungen in eigenen App Stores anbieten, wenngleich Apple es den potenziellen Mitbewerbern möglichst schwer macht (siehe Mac & i Heft 3/2024, S. 22).



AppShopper bot Wunschlisten und stellte App-Schnäppchen in den Fokus – Apple warf die App dafür zeitweise aus dem Store.

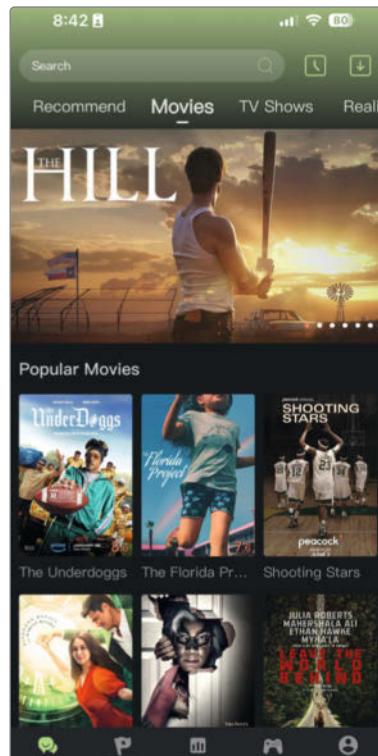
## Schlechte Kontrollen

Apple preist den App Store als „sicheren und vertrauenswürdigen Ort“ an. Das stimmt insofern, als der App Store weitestgehend frei von Viren und Malware ist. Schließlich macht der Konzern den Entwicklern strenge Vorgaben und kontrolliert Apps vor Veröffentlichung. Allerdings scheint Apple bei der Überprüfung zu schludern: Es finden sich im Angebot immer wieder Apps, die dort nicht hingehören. Apps, die nicht nur Urheberrechte verletzen, sondern sogar darauf abzielen, Unbedarfe abzuzicken – und bei denen man sich fragen muss, wie sie es durch Apples strenge Kontrollinstanzen schaffen.

Mit einem cleveren Trick schaffte es UniverNote durch die App-Store-Kontrolle. Offensichtlich eine Notizen-App, eröffnete sie bis in den November 2024 die Möglichkeit, aktuelle Filme wie Venom: The Last Dance, Terrifier 3 oder Joker: Folie à Deux zu streamen. Die Entwickler versteckten diese Funktionalität; so erschien das Streamingangebot für urheberrechtlich geschützte Filme nicht auf Geräten in den USA, sehr wohl jedoch auf solchen in Kanada, Frankreich und den Niederlanden.

Trotz der Cleverness war das kein neuer Trick. Zuvor eröffnete bereits die App Collect Cards: Store box Nutzern außerhalb der USA Zugriff auf illegales Streaming. Diese App war ein knappes Jahr erhältlich und schaffte es bis zum Sommer 2024 sogar bis auf den zweiten Platz der Charts für die beliebtesten Gratis-Apps in Brasilien. Die kostenlose App Kimi gab vor, ein Sehtest zu sein, servierte aber ebenfalls illegale Streams und Downloads von Filmen. Sie schaffte es in einem halben Jahr immerhin auf Platz 45 der Charts für Gratis-Apps, bevor sie im Februar 2024 aus dem Store flog. In allen drei Fällen brauchte es Berichterstattung in den Medien, bis Apple einschritt.

Ein richtig großer Patzer unterlief Apple im Oktober 2024, als das Unternehmen eine App namens „Gta V: Grand theft auto 5“ in den App Store einziehen ließ. Dass eines der weltweit bekanntesten Spiele ohne Vorankündigung für das iPhone erscheint, hätte Apples Kontrolleure hellhörig werden lassen müssen. Gleches gilt für den Umstand, dass nicht der Publisher Rockstar Games für die Veröffentlichung verantwortlich zeichnete, sondern ein vergleichsweise unbekannter Entwickler. Auch, dass es sich bei dieser vermeintlichen Umsetzung um einen Gratisdownload handelte – wenngleich Rockstar Games andere Teile der Serie zu Premium-Preisen vertreibt –,



Die App Kimi erlaubte illegales Streaming und flog erst später aus dem Store.

hätte Alarmglocken schrillen lassen können. Erst nach einigen Tagen entfernte Apple den Titel dann aus dem Store – und den Konten der Kunden, die ihn bis dahin geladen hatten.

Immer wieder schafft es auch sogenannte Fleeceware durch Apples Zugangskontrollen. Dabei handelt es sich um Anwendungen, die die in der Beschreibung versprochene Leistung nicht erbringen. Im Jahr 2020 waren das unter anderem Beetle VPN, Buckler VPN und Hat VPN Pro, die nach einer Testphase gegen eine wöchentliche Abgebühr in Höhe von knapp 10 Euro keinen echten Gegenwert boten.

Auf der anderen Seite ärgern sich viele Entwickler, dass es selbst kleine Updates ihrer lange etablierten Apps nur sehr langsam durch die App-Store-Kontrollen schaffen. Für Aufsehen sorgte im September 2024 Apples Entscheidung, ein Update der seit sieben Jahren erhältlichen Foto-App Halide nicht zuzulassen. Die Erklärung der Entwickler, die App erbitte Zugriff auf die iPhone-Kamera, um damit Fotos machen zu können, war Apple

nicht deutlich genug. Im sozialen Netzwerk Mastodon teilte Entwickler Ben Sandofsky augenzwinkernd mit, dass Apple die App schließlich durchgewunken habe, nachdem er eine Beschreibung in Gedichtform eingereicht hatte. Apple hatte Sandofsky gegenüber später Fehler eingeräumt; normalerweise müssten nur Apps, bei denen der Kamerazugriff nicht offensichtlich ist, detailliertere Angaben machen.

## In-App-Käufe und Apps

Im Juni 2009 eröffnete Apple Entwicklern die Möglichkeit, aus kostenpflichtigen Apps heraus In-App-Käufe (IAP) zu verkaufen. Über solche Mikrotransaktionen konnten sie etwa Zusatzfunktionen anbieten, ohne dafür extra eine separate Pro-Version ihrer App pflegen zu müssen.

Apples Folgeentscheidung im Oktober 2009, IAP auch auf kostenlose Apps auszudehnen, war womöglich gut gemeint – Entwickler konnten nun auch darauf verzichten, neben einer Vollversion



AppRaven benachrichtigt Nutzer bei App-Schnäppchen und bietet umfangreiche Filterfunktionen.

## Vorbild AppRaven

Dass man Apps auch übersichtlich und kundenfreundlich präsentieren kann, beweist AppRaven. Die App bietet nutzergenerierte Listen mit Empfehlungen zu verschiedenen Themen, die durchaus spannend wirken. Die Basisversion ist kostenlos, eine Pro-Version gibt es im Abo oder als Einmalkauf. Die detaillierte Suche bietet gute Filter, die etwa In-App-Käufe oder Titel von Apple Arcade ausblenden. Die Startseite listet aktuelle Rabatte und Gratis-Apps auf und informiert zahlende Kunden, wenn Apps oder sogar In-App-Käufe im Preis fallen. Zudem scheinen Empfehlungen deutlich treffender, nachdem man einmal gekaufte Apps eingegeben hat.

eine kostenlose Demo zu pflegen. Doch diese Konstruktion entpuppte sich schnell als Alpträum für Teile der Kundschaft.

Viele Entwickler bieten über solche Mikrotransaktionen vor allem Spielelemente für echtes Geld an. Teils handelt es sich um dekorative Gegenstände, teils erkaufen sich Gamer damit ein schnelleres Vorankommen. Manche kostenlos ladbaren Free-to-Play-Spiele zielten fortan darauf ab, den Spieler einzulullen und dann, nachdem er viel Zeit in das Spiel investiert hatte, durch IAPs zur Kasse zu bitten. Dazu gehörten das Bauspiel Roblox oder zahlreiche Minecraft-Klonen. Im berüchtigten kostenlosen Titel Das Schlumpfdorf bot sich Spielern die Möglichkeit, bis zu 80 Euro in „Schlumpfbeeren“ zu investieren, um im späteren Spielverlauf auftretende nervige Wartezeiten zu verkürzen. Viele Kinder gingen unbedarf auf Einkaufstour und belasteten die elterlichen Kreditkarten. Und das in einem App Store, den Apple nach wie vor als sicheren Ort bewirbt.

Immerhin verschärfte Apple im Jahr 2017 die Entwicklerrichtlinien für umstrittene Lootboxen. Dabei handelt es sich um zufällige Überraschungsinhalte, die Spieler gegen echtes Geld kaufen können. Solche Boxen stehen in der Kritik, da sie wie Glückspiel Suchtmechanismen auslösen können. Allerdings hat der Konzern sie nicht gänzlich verboten, Entwickler müssen aber vor dem Kauf offenlegen, wie hoch die Gewinnchance für Gegenstände ist. Immerhin blieben Lootboxen in iOS-Apps relativ selten.

Apple muss sich dennoch den Vorwurf gefallen lassen, den Trend mit Freemium- und Free-to-Play-Titeln befeuert zu haben, der klar zulasten der App-Store-Kunden geht. Das heißt nicht, dass Apple in die Preisgestaltung der Entwickler eingreifen soll – schließlich müssen diese kostendeckend arbeiten. Allerdings sollte der Konzern die In-App-Käufe bei der Zulassung genauer unter die Lupe nehmen und bei extremen Preisen für Spiel-Elemente ein Veto einlegen.

## Gepflegtes Chaos

Im Februar 2011 integrierte Apple nach einmaligen In-App-Käufen die Möglichkeit für In-App-Abonnements in iOS. Damit folgte der Konzern dem Zeitgeist, denn auch Unternehmen wie Adobe und Microsoft kehrten vom Einmalkauf für ihre Anwendungen ab und setzten auf Software-as-a-Service. Apple wollte damit Entwicklern entgegenkommen, die Zeitschriften oder Streamingdienste im App Store verkaufen möchten.

Mittlerweile ist der App Store überflutet von Apps, die sich kostenlos laden lassen, aber hinterher (laufend) zur Kasse bitten. Mit welchen Kosten das verbunden ist, kommunizieren die Entwickler im App Store nicht ausreichend. Selbst die Detailseiten der fraglichen Apps listen nur einen Teil der In-App-Käufe auf; häufig erklären sie nicht, was man für einen Kauf erhält.

Ist eine kostenlos ladbare App ein vollwertiges Gratisfelperlein? Eine Testversion? Eine Basisversion mit der Möglichkeit, optionale Funktionen freizuschalten? Das wird oft erst nach der Installation klar. Kunden sind beim Stöbern im App Store nicht mehr in der Lage, sachlich fundierte Kaufentscheidungen zu fällen.

**Apples Kontrollmechanismen schlagen gelegentlich fehl. So tauchte eine gefälschte Version von Grand Theft Auto 5 im App Store auf ...**

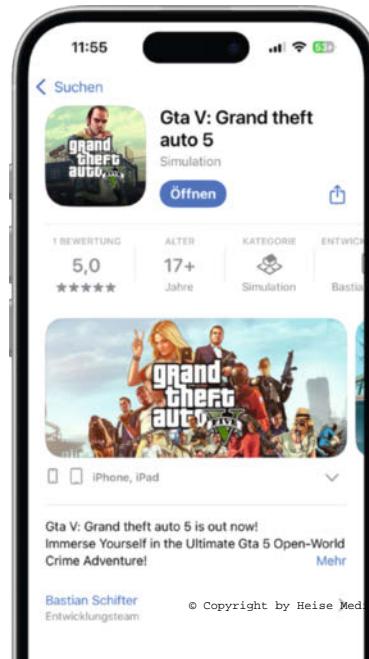


**Ein Update für die etablierte Foto-App Halide wollte Apple nicht zulassen. Entwickler Ben Sandofsky reichte eine Funktionsbeschreibung in Gedichtform ein.**

Indes hält Apple daran fest, im App Store separate Verkaufscharts für „gratist“ und „gekauft“ Apps zu führen. Bis heute sieht der Konzern jedoch davon ab, eine Sektion für Premium-Apps einzurichten, die etwa ausschließlich kostenpflichtige und leistungsstarke Tools versammelt. Diese drohen daher, in der Flut der Freemium-Apps unterzugehen. Viele Nutzer tragen diesen Trend mit

und probieren sich mittlerweile lieber durch vermeintliche Gratis-Apps zur Bildbearbeitung, als 2 Euro für eine App auszugeben. Eigentlich zahlungswillige Kunden geben die Suche auf, weil sie im Chaos nichts Passendes finden. Auch das hat den Freemium-Trend immer weiter befeuert.

Apple hat versäumt, das Freemium-Modell vernünftig und transparent in sein Software-Kaufhaus zu integrieren. Dabei könnte der Konzern jede App vor der Zulassung intensiver kontrollieren und Entwicklern strengere Vorgaben machen; etwa, dass für sämtliche In-App-Käufe transparent aufgelistet wird, was man dafür erhält. Kundenfreundlich und übersichtlicher wäre auch, Free-to-Play-Spiele und Freemium-Apps in eigene Kategorien auszulagern.



... bei der es sich um einen dreisten und schlechten Nachbau des erfolgreichen Spiels handelte.



lassen sich auf das Modell münzen oder nachträglich umstellen. Und nicht alle Entwickler wollen dem Geschäftsmodell folgen. Sie müssen ihr Glück in der Nische suchen.

Für Oliver Breidenbach, CEO von Boinx Software, eröffnen sich Entwicklern mittlerweile nur drei Wege, um im App Store Geld zu verdienen: „Entweder sie werden von einer Marke dafür bezahlt, deren App zu entwickeln. Oder ihr eigener Titel geht viral und wird von Apple aus strategischen Gründen gefeatured. Oder sie schaffen Spiele mit Suchtpotenzial und verkaufen virtuelle Goldmünzen.“ Für ihn verdient vor allem Apple richtig gut am App Store: „Wenn man bedenkt, dass jeder der Millionen Entwickler mindestens einen Mac und ein iOS-Device benötigt, um eine App veröffentlichen zu können, kann man sich leicht ausrechnen, dass von dem Geld [für App-Verkäufe; Anmerkung d. Red.], das Apple an die Entwickler zahlt, ein Großteil wieder als Erlöse aus dem Hardware-Verkauf zurückkommt.“

Ein Opfer der Preisspirale ist Polara von Hope This Works Games. Der von der Fachpresse gelobte Titel generierte als kostenpflichtige App keinen nennenswerten Umsatz mehr. Auch Preissenkungen, Gratisaktionen und eine nachgeschobene kostenlose Lite-Version mit eingeschränktem Spielumfang halfen nicht: „Mehr als 120.000 Spieler haben Polara geladen, als es kostenlos war. Zum regulären Preis haben es anschließend 10 Kunden pro Tag gekauft“, sagte Entwickler Dennis Dunn. Daher sah er nur noch Free-to-Play als letzten Ausweg: „Wir werden Polara in Freemium umwandeln und sind sehr unsicher bei diesem Schritt. Aber wir sind an einem Punkt angekommen, an dem wir nichts mehr zu verlieren haben.“ Doch es half nichts. Mittlerweile gibt es die App nicht mehr im App Store.

## Öde Geschichten statt Wegweiser

Apple stellt ausgewählte Programme prominent im App Store vor. Der Konzern ist stolz auf seine „Geschichten und Sammlungen“, die App-Store-Kunden auf der Startseite grüßen, in der Regel täglich wechseln und „informieren, helfen und inspirieren“ sollen.

In den Geschichten schildern meist Entwickler populärer Apps ihren Werdegang: Wie sie ein alltägliches Problem dadurch lösen konnten, dass sie zu leidenschaftlichen App-Entwicklern wurden.

Sporadisch schildern auch der Kreativwirtschaft Zugehörige, wie eine App ihnen in ihrem Beruf geholfen hat. Originelle Wendungen und Apps abseits des Mainstreams sind hierbei jedoch Mangelware.

Für die Stories wagen sich die von Apple engagierten Redakteure nicht allzu weit in die Tiefen des App Store. So findet man in den Listen immer wieder die gleichen Apps – die sich meist ohnehin in den oberen Rängen der Verkaufs- und Downloadlisten festgesetzt haben. Auch die thematische Bandbreite lässt zu Wünschen übrig – Bildbearbeitung, Selbstorganisation und Fitness gehören zur Tagesordnung. Obendrein landen immer wieder fragwürdige Spiele im Rampenlicht, die aggressiv auf In-App-Käufe setzen. Freeware-Perlen oder kostenpflichtige Apps, die ihr Geld wert sind, finden sich hingegen nur äußerst selten.

## Erfolglose(s) Suchen

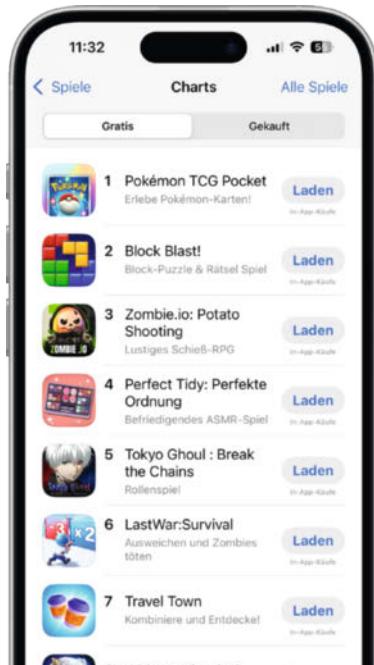
Wer etwas im App Store sucht, sollte das mithilfe von Google, DuckDuckGo und Co. tun. Mit dem Zusatz „App Store“ im Suchfeld liefern Suchmaschinen Treffenderes als die Suchfunktion des App Store. Verwendet man dennoch die App-Store-Suche, präsentiert Apple in der Regel als erstes Suchergebnis eine Anzeige, wobei die gezeigte Werbung obendrein meist nicht zum Nutzer und nicht zur Anfrage passt.

Die Reihenfolge der Suchergebnisse ist zudem befremdlich. So zeigt die Suche nach „gta“ – der Abkürzung für Grand Theft Auto – nach der Anzeige für die App des Online-Preisvergleichs idealo zunächst den Eintrag für GTA: San Andreas – NETFLIX, der allerdings ein Abo des Dienstes voraussetzt. An dritter Stelle das von der GTA-Reihe inspirierte Spiel Gangstar Vegas – Mafia-Action, bevor an vierter Stelle dann GTA: Liberty City Stories erscheint. Die Apps Grand Theft Auto: San Andreas, Grand Theft Auto: The Trilogy und GTA: Chinatown Wars finden sich auf den Plätzen acht, neun und zehn – vor denen Apple die Freemium-Apps MadOut 2: Grand Auto Racing und Dude Theft Wars FPS Open World sowie eine Sammlung zu „80er-Feeling pur“ einschiebt. Weitere Titel der GTA-Reihe finden sich auf den Plätzen 13, 15, 26, 33, 37, 38 der Suchergebnisse. Zudem streut die Suche weitere, irrelevante Free-to-Play-Titel ein.

Der App Store soll ein vertrauenswürdiger Ort sein. Manche In-App-Käufe wirken aber zwielichtig.



In den Charts listet der App Store Apps mit Einmalkäufen und Gratis-Apps. Letztere haben aber oft In-App-Käufe.



# Geschichten und Sammlungen, die informieren, helfen und inspirieren. Jeden Tag neu.

Mit kuratierten Sammlungen und Stories stellt Apple Apps ins Rampenlicht. Allerdings tauchen hier oft alte Bekannte auf.

Canva, ChatGPT, LinkedIn und Things aus dem Uni-Toolkit dürften fast allen Studenten bereits bekannt sein.

Entwickler Jay Lyerly von SonicBunny Software beschwert sich im sozialen Netzwerk Mastodon zudem darüber, dass die Suchfunktion des App Store neue Inhalte nur langsam indexiert. „Immer wenn wir eine App veröffentlichen, dauert es Tage, bis sie unter den Suchergebnissen auftaucht“, so Lyerly. Und selbst dann würde diese unter den Suchergebnissen nur auf hinteren Rängen erscheinen, auch wenn man dezidiert nach dem Namen suche. „Erst etwa eine Woche nach der Veröffentlichung“, so Lyerlys Erfahrung, „ist das Gesuchte dann möglicherweise auch der Top-Treffer.“

## Plötzlich verschwundene Programme

Wer eine App kauft und denkt, er könne diese beliebig lange auf seinen Geräten verwenden, der irrt. Einmal vom iPhone oder iPad gelöscht – etwa weil der Speicherplatz gerade knapp war –, sollte man sich nicht darauf verlassen, eine App zu einem späteren Zeitpunkt wieder auf das Gerät laden zu können. Solcher App-Schwund tritt häufig auch dann auf, wenn Nutzer von einem Gerät auf ein anderes umziehen (siehe Mac & i Heft 6/2024, S. 52). Auf dem neuen Gerät fehlen unter Umständen Apps mit der Begründung, sie seien nicht mehr im App Store verfügbar. Tatsächlich vermisst man auch beim Blick in den „Meine Apps“-Bereich des App Store jede Spur von den fraglichen Anwendungen und Spielen.

Die Gründe für das Verschwinden von Apps sind vielfältig. Apple wirft Apps nachträglich aus seinem Angebot und den Kundenkonten, weil bei der Zulassung womöglich nicht auffiel, dass sie gegen Nutzungsbedingungen verstößen. Möglicherweise geben Entwickler ihre Produkte mangels Rentabilität auf oder schmeißen ganz hin. Am Ende ist jedoch stets der Kunde der Dumme, der schließlich keine Sicherheit hat, langfristigen Nutzen aus Bezahltem ziehen zu können.

## Fehlende Nachhaltigkeit

Apple schneidet rigoros alte Zöpfe ab. Aber während der Konzern unter macOS beim Architekturwechsel von Intel auf Apple Silicon eine Emulationslösung wie Rosetta angeboten hat, tat er beim Wechsel von einer 32-Bit-Architektur auf 64 Bit nichts zum Erhalt alter Apps. Mit einem Legacy-Modus hätte Apple dafür sorgen können, dass die Kundschaft auch nach dem Wechsel zumindest eine Zeit lang weiter geschätzte 32-Bit-Apps verwenden kann. Stattdessen

wurde die Arbeit auf Entwickler abgewälzt, die ihre Apps für iOS 11 fit machen mussten, sollten ihre Anwendungen nicht aus dem Angebot fliegen.

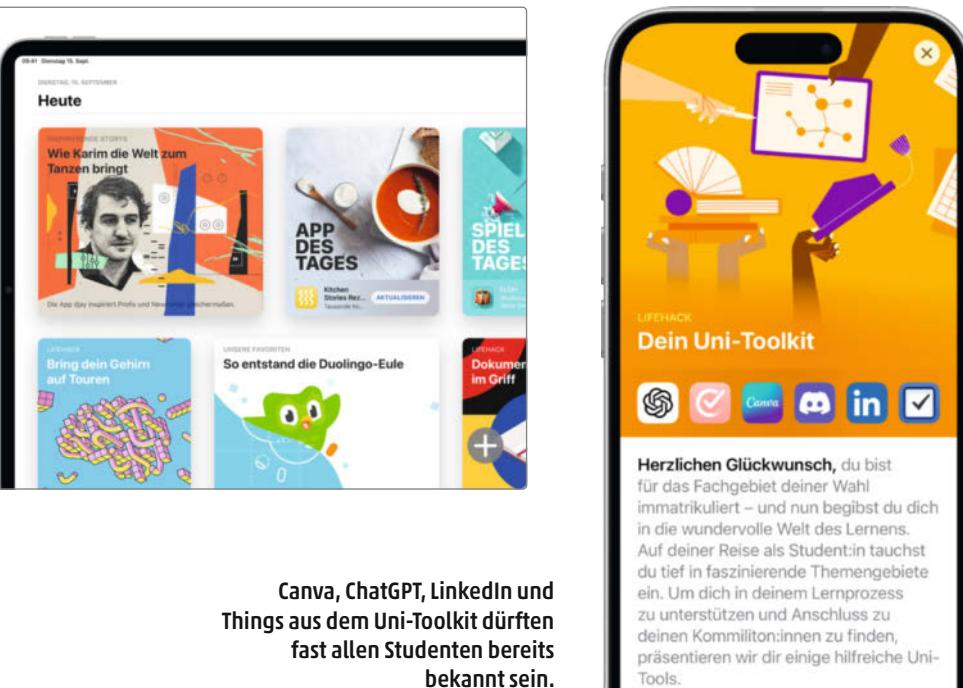
Dass Apple seine Entwickler anhält, ihre Produkte regelmäßig zu aktualisieren, auch wenn es dafür eigentlich keinen Grund gibt, verschärft die Lage – als würden Brett- und Kartenspiele in echten Läden aus dem Verkauf genommen, wenn die Hersteller nicht alle zwei Jahre die Verpackung änderten. Mit den oftmals angebotenen Updates ohne neue Features oder zumindest ohne Fehlerbereinigungen stehen die Apps den Anwendern Zeit und Bandbreite für den Download. Man hat den Eindruck, manche Entwickler posten nur Updates, damit ihre Apps mal wieder im Blickfeld der Anwender auftauchen.

## Unter Strich

Der App Store ist aktuell kein Kaufhaus mit attraktiven Angeboten. Apple hat ihn darauf hin optimiert, der Kundschaft über einen langen Zeitraum Geld abzunehmen. Investoren dürfen sich dennoch über den App Store freuen, steigt der Konzern doch durch In-App-Käufe, Abos und Anzeigen Jahr für Jahr die Umsätze seiner „Services“-Sparte.

Zugegeben: In Ermangelung einer Blaupause musste Apple beim Aufbau des Stores experimentieren, im laufenden Betrieb Strukturen etablieren und Richtlinien anpassen. Doch das ging anderen Software-Kaufhäusern wie der 2003 gestarteten und ebenfalls nicht perfekten Spieleplattform Steam ähnlich. Viele Nutzer – Kunden wie Entwickler – sind unzufrieden mit der Richtung, in die Apple den App Store entwickelt hat. Entsprechend haben die Äußerungen von Apple-Chef Tim Cook über die hohe Kundenzufriedenheit einen faden Beigeschmack. Schließlich hatten die Anwender doch bislang keine andere Wahl, als Software zu Apples Bedingungen einzukaufen.

Immerhin scheint der Digital Markets Act langsam Bewegung in die virtuelle Einkaufsmeile zu bringen: So gibt es inzwischen alternative App-Stores wie den AltStore oder Setapp, die das Angebot für Kunden erweitern. Es bleibt zu hoffen, dass die nun zulässigen alternativen Einkaufsmöglichkeiten es besser machen und schaffen, im übermächtigen Schatten des App Store zu wachsen. Apple hat bereits reagiert und öffnet den App Store zumindest teilweise: So erlaubt der Konzern mittlerweile neben Cloud Gaming auch Emulatoren, die lange Zeit verboten waren. Konkurrenz belebt also das Geschäft. (hze)



# EU vs. Apple

Der iPhone-Hersteller fühlt sich durch das EU-Digitalgesetz DMA gegängelt, das tief in iOS eingreift. Apple muss sich auf weitere Bußgelder in Milliardenhöhe einstellen, aber auch bei der EU-Kommission gibt es einen Umbruch.

Von Christoph Dernbach



Wenn Apple offizielle Post von europäischen Institutionen bekommt, kann es teuer werden. Im vergangenen März erhielt der Konzern einen Strafbescheid in Höhe von 1,8 Milliarden Euro, weil die EU-Kommission den Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung im Bereich des Musikstreamings festgestellt hat. Davon unabhängig beendete der Europäische Gerichtshof (EuGH) im September einen langjährigen Rechtsstreit um illegale Steuerregeln und verdonnerte Apple zu einer Nachzahlung in Höhe von 13 Milliarden Euro an Irland – plus Zinsen. Bis März 2025 droht die nächste Milliardenstrafe, weil Apple nach Ansicht der Kommission nicht alle Bestimmungen des Digital Markets Act (DMA) umgesetzt hat.

Der Konflikt zwischen Apple und der Europäischen Union hat eine jahrelange Vorgesichte: Wettbewerbskommissarin Margrethe Vestager ordnete bereits 2016 an, dass Apple 13 Milliarden Euro an Steuern nachzuzahlen muss, da das Unternehmen von Irland illegale Vergünstigungen erhalten habe. Tim Cook bezeichnete diese Entscheidung damals – überraschend undiplomatisch – als „politischen Unsinn“ und warf der EU vor, Steuerregeln rückwirkend zu ändern.

Formell saß in dem Steuerstreit gar nicht Apple auf der Anklagebank, sondern Irland. Schließlich hatte die Regierung in Dublin dem US-Konzern die günstigen Steuerkonditionen eingeräumt. Vestager rechnete vor, dass Apple damit von 2004 bis 2014 nur extrem niedrige effektive Steuersätze von rund 0,005 Prozent für einen Teil der Auslandsgewinne zahlen musste. Diese Praxis wurde

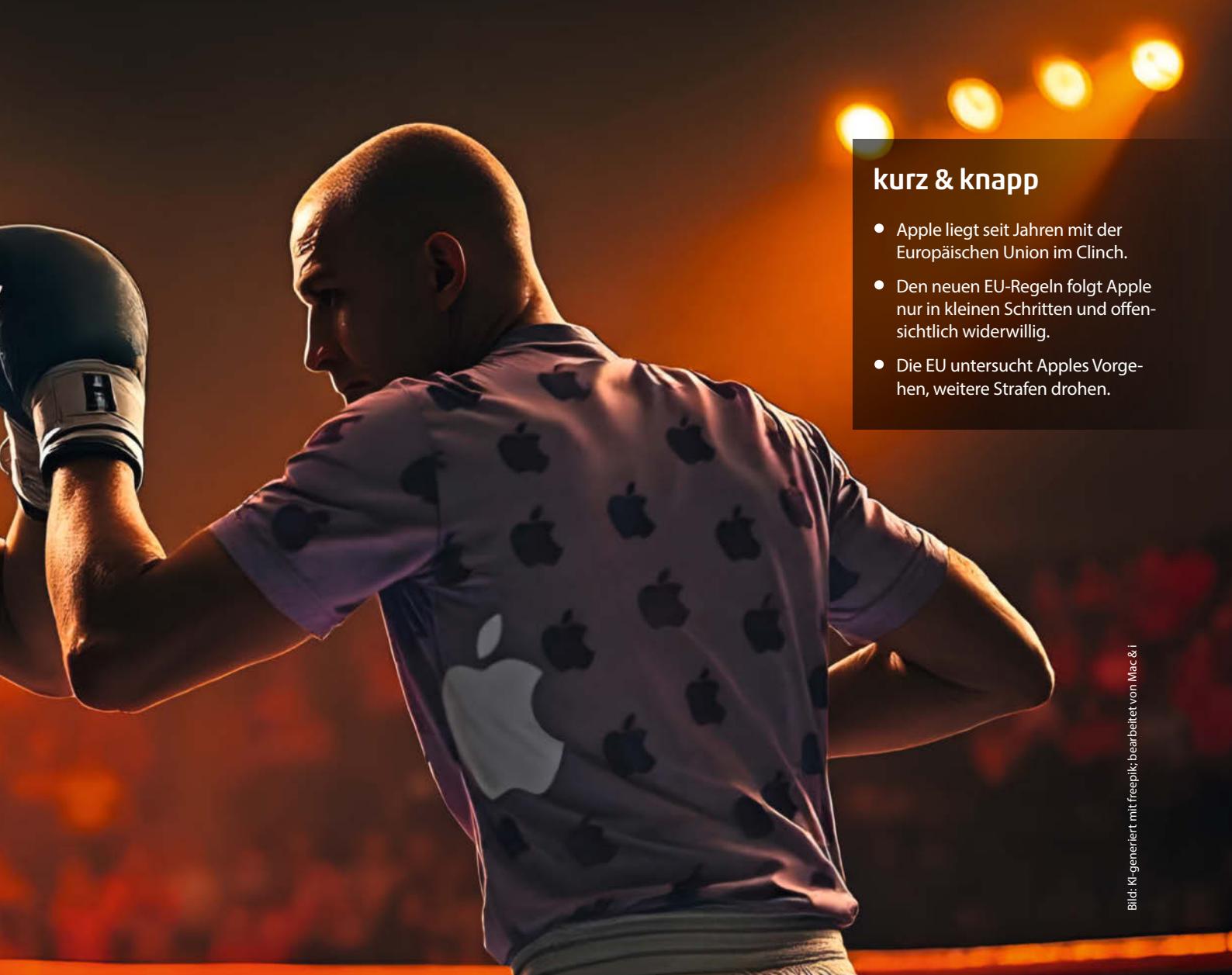
als unzulässige Subvention gewertet, da andere Unternehmen nicht dieselben Bedingungen erhielten.

Kein „Double Irish with a Dutch Sandwich“ mehr

In dem Steuerkonflikt ging es auch um die Frage, welche Einnahmen überhaupt in Irland zu versteuern sind. Apple setzte dabei – wie andere US-Konzerne auch – auf ein damals noch legales Steuervermeidungskonzept, das unter dem Namen „Double Irish with a Dutch Sandwich“ in die Geschichte eingegangen ist. Diese Strategie ermöglichte es Apple, über zwei Tochtergesellschaften in Irland und eine in den Niederlanden sowie durch die Übertragung von Gewinnen in Steueroasen wie Bermuda die Steuerlast erheblich zu reduzieren. Das Schlupfloch wurde erst 2020 endgültig geschlossen.

Die milliardenschwere Steuerforderung der EU hat Apple inzwischen beglichen. Selbst solche Riesensummen bringen Apple nicht aus dem Takt: Der Konzern vermeldete für das jüngste Geschäftsquartal – trotz der Sonderbelastung – einen ordentlichen Gewinn von 14,7 Milliarden US-Dollar, auch wenn der nicht so üppig ausfiel wie die 23 Milliarden Dollar im Vorjahresquartal. In dem Steuerstreit kann Apple jedenfalls keine Rechtsmittel mehr einlegen. Das Thema ist damit erledigt – zumindest juristisch.

Völlig offen aber bleibt der Konflikt zwischen Apple und der EU-Kommission um die Auswirkungen des DMA. Die Regeln sind



## kurz & knapp

- Apple liegt seit Jahren mit der Europäischen Union im Clinch.
- Den neuen EU-Regeln folgt Apple nur in kleinen Schritten und offensichtlich widerwillig.
- Die EU untersucht Apples Vorgehen, weitere Strafen drohen.

Bild: K!-generiert mit freepik; bearbeitet von Mac & i

im November 2022 in Kraft getreten, um das Verhalten von sogenannten Gatekeepers zu regulieren und fairen Wettbewerb zu fördern. Die Gatekeeper – das sind vorrangig die US-Riesenkonzerne Google, Amazon, Microsoft, Meta und Apple – hatten bis zum März 2024 Zeit, ihre Geschäftspraktiken an die neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen anzupassen.



### Milliardenstrafe zur Abschreckung

Ein wichtiger Akt in diesem Drama reicht bis ins Jahr 2019 zurück. Damals hatte sich der Streaming-Marktführer Spotify bei der Europäischen Kommission über Apple beschwert. Die Vorwürfe richteten sich vor allem gegen Apples „Anti-Steering“-Praktiken. Diese untersagten es App-Anbietern, ihre Kunden innerhalb der App über günstigere Abos außerhalb des App Store zu informieren. Das mündete schließlich in einer Geldstrafe von 1,8 Milliarden Euro gegen Apple im Frühjahr 2024 – kurz vor dem DMA-Stichtag.

Ein interessantes Detail aus dem Bußgeldbescheid: Lediglich 40 Millionen Euro der Strafe beziehen sich auf mutmaßlich illegales Verhalten von Apple. Den Großteil bildet ein Pauschalbetrag zur Abschreckung, den die Kommission verhängt hat. Die 40 Millionen seien für Apple nicht mal ein Strafzettel für zu schnelles Fahren, erläuterte EU-Kommissarin Vestager damals. Apple habe seine beherrschende Stellung zudem über ein Jahrzehnt

Die ehemalige EU-Kommissarin Margrethe Vestager, hier bei der Ankündigung erster DMA-Untersuchungen – auch gegen Apple.

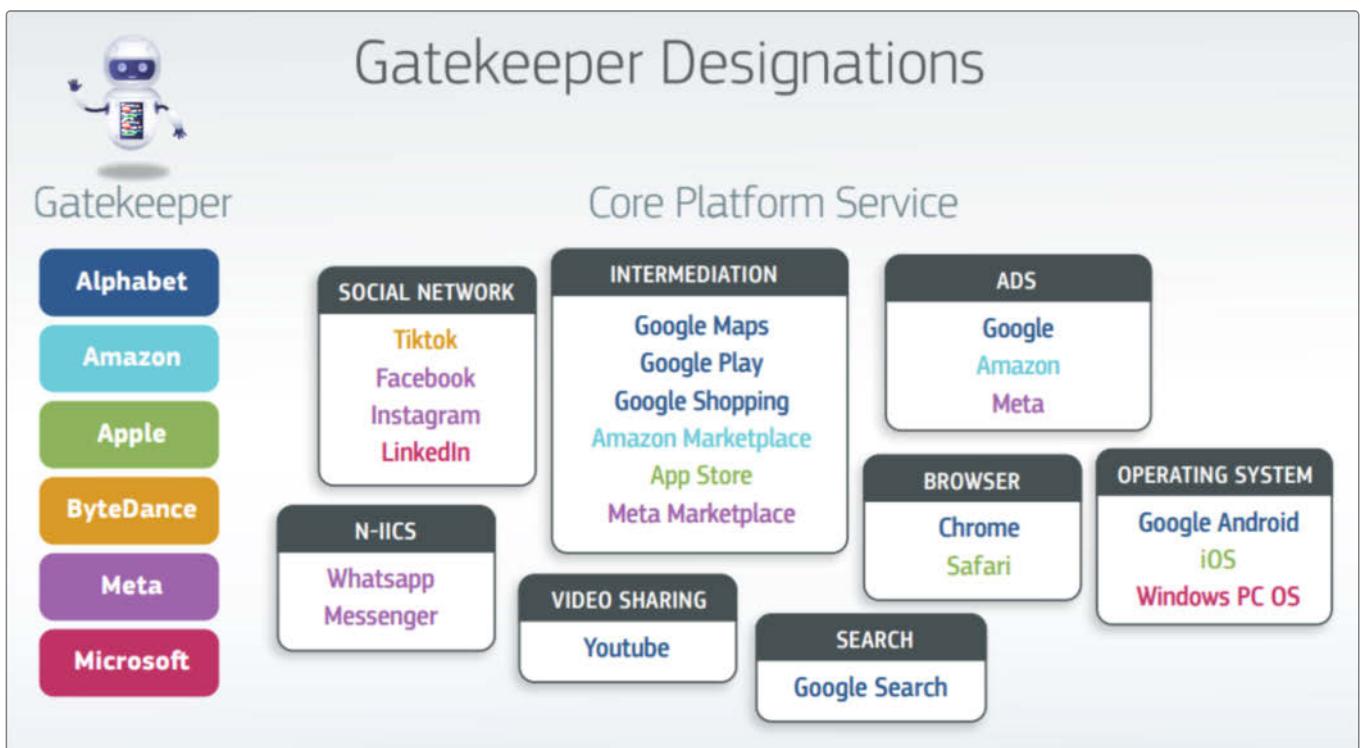


Bild: EU-Kommission

Unter den Gatekeepern finden sich keine europäischen Unternehmen.

lang missbraucht. Dabei hinderte das Unternehmen Entwickler daran, Verbraucher über alternative, günstigere Kaufmöglichkeiten zu informieren. „Dies ist nach den EU-Kartellvorschriften illegal“, erklärte Vestager. Mittlerweile ermöglicht Apple den Hinweis auf Streamingabos außerhalb des App Store. Daran sind aber neue Bedingungen geknüpft und Apple fordert eine nur geringfügig reduzierte Provision für Käufe außerhalb von Apps ein. Anbieter wie Spotify sind deshalb immer noch unzufrieden.

Die rechtliche Grundlage dieser 1,8-Milliarden-Euro-Strafe gegen Apple wegen Missbrauchs der Marktstellung im Musikstreaming war nicht der DMA. Den gab es zum Zeitpunkt der Beschwerde von Spotify gegen Apple nämlich noch gar nicht. EU-Kommissarin Vestager begründete das deftige Bußgeld mit einem Verstoß gegen den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV). Ähnlich wie der DMA verbietet der Vertrag den Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung, insbesondere wenn das Verbraucher benachteiligt. Der DMA macht die rechtliche Situation klarer, weil das Gesetz solche „Anti-Steering“-Praktiken grundsätzlich untersagt.

### Torwächter Apple

Bei Apple hat die EU eine Gatekeeper-Position in vier Bereichen festgestellt: dem iPhone-Betriebssystem iOS, dem Browser Safari, dem App Store und nachträglich bei iPadOS. Apples Messaging-Dienst definierte die EU-Kommission nicht als Gatekeeper, da

iMessage als nicht „relevant genug“ angesehen wurde, um einen signifikanten Einfluss auf den Markt auszuüben.

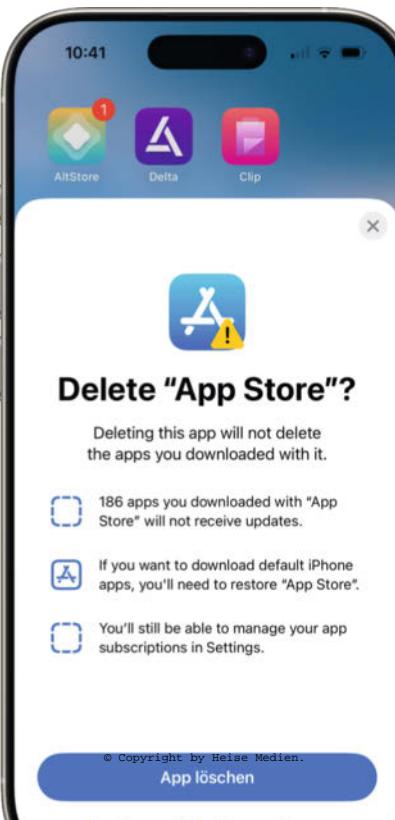
Die EU fordert auf Basis des DMA mehr Offenheit für Drittanbietersoftware auf Apple-Geräten. Insbesondere verlangt die EU-Kommission, dass Apple seine Schnittstellen öffnet und Drittentwicklern den Zugang zu iOS-Funktionen erleichtert. Apple argumentiert, dass dies den Datenschutz und die Sicherheit der Geräte gefährden könnte. Es erhöhe zwangsläufig das Risiko von Malware und betrügerischen Apps.

### Verfahren gegen Apple anhängig

Derzeit laufen insgesamt fünf verschiedene DMA-Verfahren gegen die Silicon-Valley-Konzerne Alphabet (Google), Meta (Facebook, Instagram, WhatsApp) und Apple, darunter zwei gegen den iPhone-Hersteller. Zum einen geht es um die Bestimmung des DMA, dass App-Entwickler die Möglichkeit haben müssen, Nutzer kostenlos auf Angebote außerhalb des App Store des Gatekeepers aufmerksam zu machen.

Das zweite DMA-Verfahren gegen Apple betrifft die Frage, ob Nutzer eines iPhones oder iPads die Möglichkeit haben, ihre Standardeinstellungen unkompliziert zu ändern, um alternative Browser oder Suchmaschinen einfach zu nutzen. Außerdem wird überprüft,

Funktionen wie die Löschbarkeit von Standard-Apps schreibt der DMA klar vor.



ob Apple-Kunden ungewollte Apps problemlos entfernen können. Die Kommission hat Bedenken, ob iPhone- und iPad-Benutzer dies tatsächlich mühelos bewerkstelligen können. Apple betont, man sei gegenüber der Kommission und den Marktteilnehmern offen gewesen, habe sich ihr Feedback zu Herzen genommen und entsprechende Anpassungen vorgenommen.

Ob die Änderungen in iOS und iPadOS (siehe auch S. 78 in diesem Heft) für die Kommission ausreichen, wird sich in den kommenden Monaten zeigen. Apple versucht fraglos weiterhin, die genannten Vorwürfe aus der Welt zu schaffen. Sollte die Kommission den Dauern senken, droht Apple eine Geldbuße bis zu 10 Prozent des globalen Jahresumsatzes. Dieser lag im Geschäftsjahr 2024 bei 391 Milliarden US-Dollar. Die Geldstrafe könnte demnach maximal rund 37 Milliarden Euro ausmachen. Und es könnte noch schlimmer kommen: „Wir können die hohen Bußgelder verdoppeln“, drohte Vestager an. „Und wenn es immer noch keine Besserung gibt, steht am Ende des Weges die Zerschlagung oder gar die Auflösung eines Unternehmens.“

Und auch jenseits der DMA-Bestimmungen droht Apple in Europa Ärger – nämlich beim Thema Geoblocking. Die EU will sich nicht damit abfinden, dass Apple Inhalte und Zahlungsmöglichkeiten in Diensten wie dem App Store und dem Apple-Account an das jeweilige EU-Land knüpft. Deutsche Apple-Nutzer können also nicht einfach Apps im italienischen App Store kaufen. Die EU betrachtet dies als Diskriminierung der Kunden aufgrund ihrer Nationalität oder ihres Wohnsitzes und hat Apple aufgefordert, die Praxis einzustellen. Sollte Apple den Forderungen der EU nicht nachkommen, könnten die nationalen Regulierungsbehörden Sanktionen verhängen.

#### „Apple sieht sich als unfehlbar“

Im Silicon Valley sieht man in Regelwerken wie dem DMA und den Steuerentscheidungen vor allem Schutzmaßnahmen der Europäischen Kommission für Unternehmen aus Europa, die im Wettbewerb mit US-Firmen sonst nicht Schritt halten können. Kommissarin Vestager wurde auch immer wieder nachgesagt, sie sei eine Apple-Hasserin – ein Vorwurf, den sie vehement zurückweist.

Bei ihren Terminen in der Apple-Zentrale in Cupertino sei ihr stets der Eindruck vermittelt worden, dass man Apple eigentlich nicht kritisieren kann, erzählte die 56 Jahre alte Dänin unlängst in einem Podcast. „Das kann natürlich nicht richtig sein.“ Der Nimbus der Unfehlbarkeit sei aber typisch für die Unternehmenskultur bei Apple. „Und zugegebenermaßen ergeben sich daraus großartige Produkte. Ich bin Nutzerin eines iPhones, und zwar schon solange ich denken kann.“

Vestager betonte, mit dem DMA gehe es nicht darum, großen US-Konzernen wie Apple Knüppel zwischen die Beine zu werfen. „Sie können in den Vereinigten Staaten und auch in Europa gerne erfolgreich sein.“ Doch wenn sich Erfolg in Marktmacht niederschlage, dürften diese Unternehmen nicht ihre Stellung ausnutzen, um andere fernzuhalten. „Dann sagen wir, auch als Me-

tapher, dass es sich um einen Gatekeeper, also um einen Torwächter handelt, der unter Umständen das Tor zum Markt für andere schließt.“

#### Vestager nicht mehr an Bord

An den Entscheidungen über mögliche weitere Schritte gegen Apple ist Vestager allerdings nicht mehr beteiligt. Die Dänin gehört der neuen Kommission von Ursula von der Leyen, die Anfang Dezember ihr Amt angetreten hat, nicht mehr an. Weil ihre Partei, die linksliberale Radikale Venstre (RV), nicht mehr zur dänischen Regierung gehört, war Vestager nicht erneut als EU-Kommissarin nominiert worden.

Neue Wettbewerbskommissarin und Vizepräsidentin ist die Spanierin Teresa Ribera Rodríguez. Sie ist als Mitglied der Sozialistischen Arbeiterpartei Spaniens (PSOE) ebenfalls dem eher linken politischen Spektrum zuzurechnen. Ribera ist zuständig für einen „sauberen, gerechten und wettbewerbsfähigen Übergang“. Ihr Zuständigkeitsbereich ist damit eher schwammig formuliert. Hinter der Unschärfe könnte politische Absicht stecken: Kommissionschefin von der Leyen wird nachgesagt, dass sie keine allzu mächtigen Kommissare neben sich haben möchte.

Ribera tritt ihre Position in der EU ohnehin mit einem politischen Handicap an: Sie war zuvor die Umweltministerin Spaniens und wurde in dieser Funktion für die verheerenden Auswirkungen der Flutkatastrophe rund um die Stadt Valencia mitverantwortlich gemacht. Allerdings gilt die 55 Jahre alte Spanierin als durchsetzungsfähig und hat auch kritische Fragen aus dem Europäischen Parlament zu ihrer Nominierung schadlos überstanden.

Apple-Chef Tim Cook sucht unterdessen im Konflikt mit der EU nach einem politischen Verbündeten, zumindest wenn man Donald Trump glauben darf. In einem Interview mit dem rechtsgerichteten Podcaster Patrick Bet-David sagte der inzwischen designierte US-Präsident noch vor der Wahl, der Apple-CEO habe ihn angerufen und sich über zwei Strafen in Höhe von rund 18 Milliarden US-Dollar beschwert. Gemeint war wohl die Steuernachzahlung an Irland sowie die Kartellstrafe wegen des Missbrauchs der Marktmstellung im Musikstreaming. Das Versprechen, das Trump nach eigener Aussage Cook gab, war zugleich eine Drohung an die Europäische Union: „Tim, ich muss erst einmal gewählt werden. Aber ich werde nicht zulassen, dass sie unsere Unternehmen ausnutzen. Das wird nicht passieren.“ (lbe)



Bild: European Union, 2024

Teresa Ribera Rodríguez ist die neue EU-Kommissarin für Wettbewerb.

# Was Trump 2.0 für Apple bedeutet

Sollte Donald Trump in seiner zweiten Amtszeit alle Wahlversprechen umsetzen, könnte Apple schwer in Mitleidenschaft gezogen werden – vor allem durch Strafzölle. Allerdings gibt es auch positive Ausblicke.

Von Christoph Dernbach



**E**in iPhone 16 Pro mit 128 Gigabyte Speicher kostet in den USA derzeit ohne Mehrwertsteuer 999 Dollar. Die Pläne von Donald Trump würden den Preis um rund 260 Dollar erhöhen, weil neue Strafzölle auf Importe aus China in die USA fällig würden. Im Wahlkampf hatte der Spitzenkandidat der Republikaner zunächst in mehreren TV-Interviews angekündigt, in einer zweiten Amtszeit als Präsident einen Zoll von 10 Prozent auf Einfuhren aus allen Ländern zu erheben. Für Einfuhren aus China sollen darauf nochmals „mehr als 60 Prozent“ kommen, sagte Trump in der Sendung *Sunday Morning Futures* auf Fox News.

Bereits nach Trumps erstem Wahlsieg 2016 hatten die Republikaner Strafzölle gegen China verhängt. Sie rechtfertigten diese Maßnahmen als eine Reaktion auf unfaire Handelspraktiken Chinas, darunter erzwungene Technologietransfers, Cyberdiebstahl geistigen Eigentums und diskriminierende Lizenzierungspraktiken. Trump machte aber auch nie einen Hehl daraus, dass es ihm schlicht und einfach darum ging, den weiteren Aufstieg der zweitgrößten Wirtschaftsmacht zu verhindern.

Die Zölle betrafen damals etwa zwei Drittel aller Importe aus China. In einer ersten Runde richteten sich die Importabgaben gegen Produkte aus den Bereichen Maschinenbau, Elektronik und Robotik. Im September 2018 wurden aber auch zusätzliche Zölle gegen etliche Konsumgüter verhängt. Wie durch ein Wunder blieben allerdings Smartphones verschont.

### Kein Strazfzoll fürs iPhone

Damals war es Apple-CEO Tim Cook und dem amerikanischen Branchenverband Consumer Tech Association (CTA) noch gelungen, der Trump-Regierung die Idee von Strafzöllen auf Smartphones aus China auszureden. Es helfe der US-Wirtschaft nicht, wenn ein iPhone „made in China“ in den USA deutlich teurer werde – während gleichzeitig Samsung ohne Strafzölle davonkomme. Der Konkurrent produziert vor allem in Südkorea, aber auch in Indien, Vietnam, Indonesien und der Türkei.

Cook revanchierte sich ein Jahr später mit einem PR-Termin am Standort in Austin im US-Bundesstaat Texas. Die Fabrik produziert den Mac Pro, Apples leistungsstärksten Desktop-Computer. Trump konnte bei dem Besuch deutlich machen, dass er sich persönlich darum kümmere, dass Industriearbeitsplätze in die USA zurückgeholt würden. Er betonte damals, dass Unternehmen, die lokal fertigen, keine Zölle fürchten müssten.

Bei dem PR-Event spielte es keine Rolle, dass es sich beim Mac Pro aus Austin im großen Apple-Universum um ein Nischenprodukt mit geringen Stückzahlen handelt. Die begrenzte Produktionsmenge machte es einfacher, die Fertigung in den USA zu halten, da keine großflächige Infrastruktur wie bei Massenprodukten wie dem iPhone erforderlich war. Die kleine Fabrik in Texas kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass China weiterhin die entscheidende Rolle in der Produktionsstrategie spielt. Schätzungen zufolge werden mehr als 90 Prozent der Apple-Produkte, einschließlich des iPhones, in China hergestellt.



Bild: Official White House Photo by Shealah Craighead

**PR-Termin für den Präsidenten, Lobby-Termin für Cook: Fabrikbesuch bei Apple während der ersten Amtszeit von Donald Trump.**

### Von China abhängig

Apple hat die große Abhängigkeit von China insbesondere während der Covid-19-Pandemie als strategische Schwachstelle identifiziert. Inzwischen laufen auch in Indien und Vietnam iPhones vom Band. In beiden Ländern werden jedoch hauptsächlich ältere Modelle gefertigt. Und an die Kapazitäten der größten chinesischen Produktionsstätte, der „iPhone-City“ in Zhengzhou, kommen weder die Standorte in Indien noch in Vietnam heran. Apple-Fertigungspartner Hon Hai Technology Group (Foxconn) beschäftigt allein hier über 300.000 Mitarbeiter in einem riesigen Komplex, der eher einer Kleinstadt ähnelt als einer typischen Fabrik.

Beim Thema Strafzölle kann Apple zumindest auf Unterstützung durch Elon Musk hoffen. Der reichste Mann der Welt hatte sich im Wahlkampf auf die Seite der Republikaner geschlagen und mindestens 270 Millionen US-Dollar für die Unterstützung der Kampagne von Donald Trump gespendet. Nach Trumps Wahlsieg wurde Musk als Berater für die neue „Department of Government Efficiency“-Initiative ernannt, die sich auf Kostensenkungen im Regierungsapparat konzentrieren soll. Als Tesla-Chef steht Musk Strafzöllen gegen Waren aus China ablehnend gegenüber, da er Fahrzeuge unter anderem in Shanghai produzieren lässt.

### kurz & knapp

- Die von Trump angedrohten Strafzölle gegen Waren aus China könnten Apple massiv schaden.
- Apple erhofft sich durch die neue Regierung Vorteile in einem Kartellverfahren.
- Trotz unterschiedlicher politischer Ansichten pflegt Cook ein gutes Verhältnis zu Trump.

## Musk vs. Apple

Das politische Verhältnis zwischen Musk und Apple ist aber trotz gemeinsamer Interessen in der Strafzoll-Frage heikel, weil bei anderen politischen und gesellschaftlichen Themen die Positionen weit auseinanderliegen. So hat Apple sich über die Jahre hinweg als starker Befürworter der LGBTQ-Rechte positioniert und unterstützt aktiv die Gleichstellung von Schwulen, Lesben, Trans-Personen und anderen Mitgliedern der LGBTQ-Community. Musk hatte dagegen nach der Übernahme von Twitter wichtige Maßnahmen zum Schutz von LGBTQ-Personen abgeschafft.

Cook vermeidet allerdings eine offene Kontroverse mit Musk. Der Apple-Chef kommuniziert immer noch über X – und auch das jüngste Mac-Event wurde über X angekündigt.

Abgesehen davon gibt es auf etlichen Politikfeldern gemeinsame Positionen, etwa beim Thema Einwanderung. Zum großen Ärger von wichtigen rechtsextremen Influencern der Trump-Bewegung „Make America Great Again“ (MAGA) setzte sich Elon Musk für eine Fortsetzung der kontrollierten Einwanderung für Facharbeiter ein – und schlug sich damit auch auf die Seite von Apple. Um den Mangel an Spezialisten zu lindern, ist die Technologiebranche in den USA in hohem Maße auf ein Visaprogramm angewiesen, das es Ausländern mit technischen Kompetenzen ermöglicht, bis zu sechs Jahre lang in den Vereinigten Staaten zu arbeiten.

## Kartellverfahren gegen Apple und Google

Wichtiger als die Einwanderungspolitik wird jedoch die Frage sein, wie sich der Wechsel von Joe Biden zu Donald Trump auf die Kartellverfahren auswirken wird, die in den USA gegen Apple und Google laufen.

Im März 2024 hatten das US-Justizministerium und 15 Bundesstaaten geklagt. Der Vorwurf lautet, Apple habe ein illegales Monopol im Smartphone-Markt aufgebaut. Das Unternehmen verweigerte Konkurrenten den Zugang zu wichtigen Hardware- und Software-Funktionen und bevorzugte eigene Produkte, zum Beispiel bei der NFC-Schnittstelle. Im vergangenen November hat Apple beantragt, den Fall abzuweisen.

Neben der Klage gegen das Unternehmen selbst ist der iPhone-Hersteller auch von einem weitreichenden Kartellverfahren gegen Google betroffen. Ein US-Bezirksgericht in Washington urteilte im vergangenen August, der Internetriese habe im Suchmaschinenmarkt ein Monopol und schotte seine Vormachtstellung illegal gegen Konkurrenz ab. Das



Urteil von US-District Judge Amit Mehta, das noch nicht rechtskräftig ist, stellt das lukrative Suchmaschinen-Abkommen zwischen Google und Apple in Frage. Darin wurde festgelegt, dass Google

**Wichtige und für Apple kontroverse Figur im Team Trump: Elon Musk.**

als Standard-Suchmaschine unter anderem im Safari-Browser voreingestellt ist. Der Deal bringt Apple jährlich geschätzte 20 bis 25 Milliarden US-Dollar ein, was etwa 20 Prozent des Vorsteuergewinns ausmacht.

## Diplomat Tim Cook

Bei dem Kartellverfahren in eigener Sache stehen die Chancen nicht schlecht, dass Tim Cook drastische Strafen oder Auflagen abwenden kann. Der Apple-CEO hat bereits in der ersten Amtszeit von Trump eine gute Beziehung zu dem exzentrischen Präsidenten aufgebaut. Als Trump in einem Meeting seinen Gesprächspartner versehentlich als „Tim Apple“ bezeichnete, änderte Cook kurzerhand sein Twitter-Handle entsprechend, anstatt sich darüber lustig zu machen. Mit seiner bemerkenswerten Diplomatie erreichte der Chef damals nicht nur die Ausnahmeregelung bei den Strafzöllen gegen China. Er schaffte es auch, Trump von einer deutlichen Steuersenkung auf im Ausland geparkte Gewinne zu überzeugen, die Apple dann ausnutzen konnte.

Nach Trumps zweitem Wahlsieg gehörte Cook unter den Silicon-Valley-Bossen zu den ersten Gratulanten. In einem Post auf X betonte er, dass er sich auf eine Zusammenarbeit freue. Zur Amtseinführung im Januar 2025 spendete der CEO gar höchstpersönlich eine Million US-Dollar. Ob die laufenden Verfahren durch das Umgarnen von Trump im Sande verlaufen werden, steht allerdings noch in den Sternen. Zumindest für das Verfahren gegen Google, das Milliardeneinnahmen für Apple gefährdet, sieht es eher schlecht aus.

Trump hat Google während seines Wahlkampfs stark kritisiert und dem Unternehmen vorgeworfen, zu manipulieren und keine positiven Geschichten über ihn anzugeben. Er drohte sogar, das Justizministerium anzuweisen, den Mutterkonzern Alphabet strafrechtlich zu verfolgen. Doch nicht alle Zeichen stehen auf Sturm. Denn der Präsident hatte zuletzt auch Bedenken geäußert, dass eine Zerschlagung des Unternehmens „zerstören“ könnte. Manche Beobachter folgern daraus, dass die Maßnahmen gegen Google nicht so drastisch ausfallen werden wie befürchtet.



**Tim Cook gratulierte Donald Trump als einer der Ersten zum Wahlsieg.**

## Personalchaos in der Regierung

Der Fortgang der Kartellverfahren hängt auch von einigen Personalien in der Trump-Regierung ab. Mit dem Machtwechsel im Weißen Haus steht zum einen die Neubesetzung der Führungsspitze im Justizministerium an. Mit seinem ersten Vorschlag, den ultrarechten Kongressabgeordneten Matt Gaetz als Justizminister zu ernennen, ist Trump krachend gescheitert. Er konnte sich nicht darauf verlassen, dass das Parlament die Nominierung auch bestätigt. Im Kongress ermittelte nämlich die Ethikkommission gegen den Kandidaten, es ging um sexuellen Kontakt zu einer Minderjährigen und Drogenmissbrauch. Gaetz bestreitet die Vorwürfe. Zu Redaktionsschluss war offen, wer die US-Justiz künftig leiten wird.

Bei der US-Wettbewerbsaufsicht FTC dagegen ist der Wechsel an der Führungsspitze schon klar. Lina Khan, die sich in der Amtszeit von Präsident Joe Biden als scharfe Kritikerin der Tech-Industrie in den USA einen Namen gemacht hat, muss ihren Posten als FTC-Chefin räumen. Das kündigte Trump in seinem Netzwerk Truth Social an. Neuer Chef der Bundesbehörde für Wettbewerbs- und Verbraucherschutz soll Andrew Ferguson werden, der sich vorgenommen hat, „Khans wirtschaftsfeindliche Agenda“ zurückzudrehen. Experten stellen sich jedenfalls darauf ein, dass die neue FTC-Führung einen weniger strengen Ansatz bei der Durchsetzung des Kartellrechts verfolgen wird.

Bei dem Fortgang der Kartellverfahren wird die FTC aber nicht die entscheidende Rolle spielen, sondern das Justizministerium. In dem ganzen Chaos um die Neubesetzung des Ministerpostens gibt es dort immerhin eine Personalentscheidung, die Apple und Google ein wenig hoffen lässt: Trump nominierte Gail Slater, die wirtschaftspolitische Beraterin des designierten Vizepräsidenten JD Vance, als Leiterin der Kartellabteilung. Slater hat bereits während Trumps erster Amtszeit als Tech-Politikberaterin im Nationalen Wirtschaftsrat gearbeitet und ist damit mit den komplexen Herausforderungen und Regulierungsfragen des Technologie-sektors vertraut.

Apple versucht unterdessen, mit einem außenpolitischen Seitenhieb gegen Europa von den Kartellfragen im Inland abzulenken. Angeblich hat Tim Cook sich bereits bei Trump darüber beschwert, dass Apple Milliardenstrafen in der EU zahlen muss. Gemeint sind die Steuerzahlungen an Irland, die durch die EU erzwungen wurden, und die Strafzahlungen an die EU im Kontext mit dem Digital Markets Act (siehe Seite 116). Cooks Kalkül dabei: Wenn Trump sich im Wettbewerb mit Europa schützend vor Apple stellt, wird er in den USA das Unternehmen nicht zerquetschen wollen. (tre)

**Bei mehreren Treffen wirkte Tim Cook geschickt auf Donald Trump ein – zuletzt auch mit einer großen Spende.**



Bild: dpa/AP

# Vertraulich nachschlagen

Apple realisiert Cloud-Funktionen, ohne Nutzerdaten zu sehen: homomorphe Verschlüsselung macht es möglich.

Von Michael Brenner

**B**eeindruckende, aber datenhungrige KI-Features mit einem datenschutz-freundlichen Ruf zu vereinbaren, fällt nicht leicht. Apple geht das Problem unter anderem mit einer besonderen Art von Verschlüsselung an. Um Daten vertraulich zu verarbeiten, wird maschinelles Lernen mit homomorpher Verschlüsselung kombiniert. Erste Features auf dieser Basis stehen bereits in iOS 18 zur Verfügung.

Homomorphe Verschlüsselung (homomorphic encryption, HE) gestattet es, mit Daten im verschlüsselten Zustand zu rechnen. Dann werden private Daten nicht lokal auf dem Endgerät ausgewertet, sondern HE-verschlüsselt an Apple-Server gesendet und dort verarbeitet. HE erhält gewisse Strukturen der Daten, sodass eine Berechnung mit den verschlüsselten Daten zu einem korrekten, aber ebenfalls verschlüsselten Ergebnis führt. Nur das ursprüngliche Endgerät kann dieses entschlüsseln, weder Apple noch Dritte können die Daten oder das Ergebnis inhaltlich auswerten.

## iOS-Features mit homomorpher Verschlüsselung

Apple leitet den Einsatz homomorpher Verschlüsselung mit eher kleinen Funktionen ein. Die bringen zwar in ihrer jeweiligen Nische einen deutlichen Vertraulichkeitsgewinn, wirken jedoch auf den ersten Blick nicht wie ein großer Wurf. Aber wenn Apple

### kurz & knapp

- Nutzer können nach Wahrzeichen in Fotos suchen, ohne Daten preiszugeben.
- Apple setzt die Technik für mehrere Funktionen ein.
- Sie erlaubt das Rechnen mit verschlüsselten Daten.

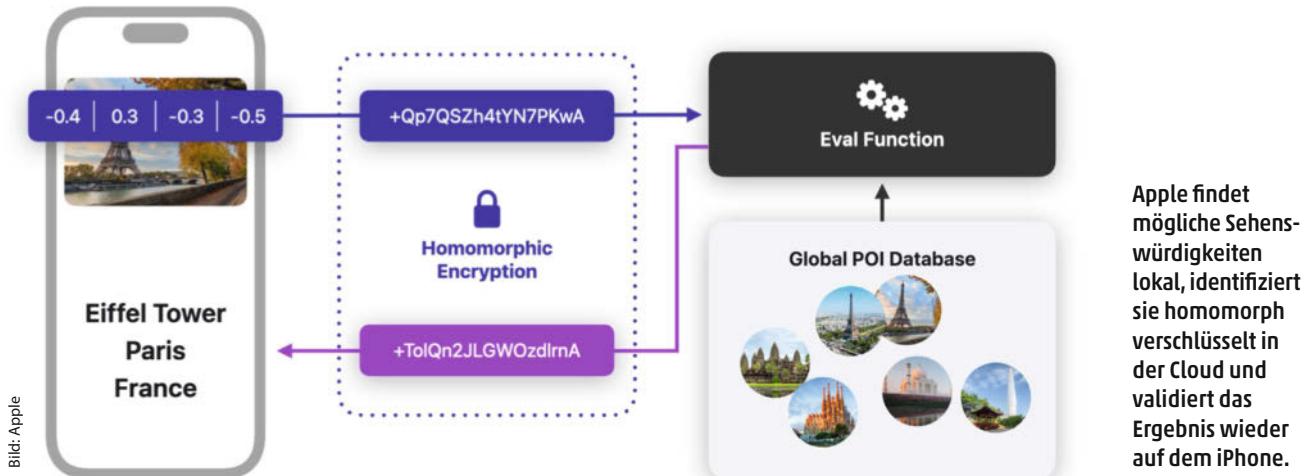
Funktionen zu seinem weit verbreiteten Mobilgeräte-Betriebssystem hinzufügt, stellen auch simple Features schnell hohe Anforderungen an die serverseitige Infrastruktur, schon aufgrund des Deployment-Umfangs. Dass homomorph verschlüsselte Funktionsaufrufe auch nach Jahren der erfolgreichen Forschung noch viel Overhead mit sich bringen, vergrößert das Problem deutlich. Man sollte daher nicht unterschätzen, dass Apple nun praktisch demonstriert, HE-Features in großem Stil ausrollen zu können.

Apples erster Wurf umfasst Funktionen aus unterschiedlichen Klassen:

- Beim Private Information Retrieval (PIR) geht es darum, serverseitige Datenbanken vertraulich abzufragen. Zum Beispiel will man Einträge in Listen nachschlagen, ohne dem Server zu verraten, was nachgeschlagen wird.

Bild: Annaleksy / stock.adobe.com





- Dem ähnelt Private Nearest Neighbour Search (PNNs), also die Abfrage des nächsten Nachbarn einer Position in einem Vektorraum. Hier ist die Suche aber nicht präzise, beispielsweise um ähnliche, aber nicht identische Werte zu einer Eingabe zu finden.
- Außerdem soll Apples homomorphe Verschlüsselung den Datenschutz beim Machine Learning verbessern, indem es bestimmte Berechnungen des maschinellen Lernens unterstützt.

Eine sehr einfache, aber wirksame Neuerung ist die vertrauliche Abfrage von zu blockierenden Webseiten im Browser Safari. Hier können Eltern auf dem iPhone der Kinder eine Funktion zur Einschränkung jugendgefährdender Inhalte aktivieren. Die im Browser eingegebenen URLs sendet das iPhone dann homomorph verschlüsselt an Apple-Server, die sie mit bekannten Sites mit Erwachseneninhalten abgleichen. Durch die Verschlüsselung erfährt Apple nichts über die abgeglichenen Inhalte. Diese Funktion fällt in die Klasse PIR.

Ähnliches plant Apple für die Anzeige von Anrufer-Informationen. So fragen iPhones Informationen über Anrufer, zu denen das

lokale Adressbuch keinen Eintrag enthält, von Apples Servern ab, ohne Apple die Nummer des Anrufers zu verraten. So simpel eine solche Key-Value-Abfrage auf den ersten Blick erscheinen mag: Sie ist erstaunlich mächtig und grundsätzlich der zentrale Baustein, um beliebige Funktionen homomorph verschlüsselt zu implementieren.

### Bilderkennung mit Datenschutz

Umfangreicher ist das mutmaßliche Hauptfeature der Einführung homomorpher Verschlüsselung bei Apple. Es geht um die Anreicherung von Fotos in der lokalen Mediathek eines Endgerätes durch sogenannte POI-Informationen (Points of Interest, beispielsweise Sehenswürdigkeiten). Die Idee dahinter leuchtet ein: Als Reisender würde man seine Fotomediathek wohl gerne nach bekannten Sehenswürdigkeiten durchsuchen. Wenn man dafür nur nicht zeitraubend die zahlreichen Handyfotos der letzten und vorletzten Reise verschlagworten müsste, wozu man ja erfahrungsgemäß nie so richtig kommt. Apple möchte genau diesen Schritt übernehmen, ohne Zugriff auf die Reisehistorie der Nutzer zu bekommen.

Die Umsetzung sieht so aus, dass ein begrenztes ML-Modell lokal auf dem iPhone sogenannte Regions of Interest in einem Foto ermittelt. Das Ergebnis sind Bildbereiche, auf denen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit touristische Sehenswürdigkeiten befinden. Zur weiteren Verarbeitung sendet das Telefon diese identifizierten Bereiche verschlüsselt an Apple. Dort analysiert sie ein großes Modell weltweiter Sehenswürdigkeiten mit einer homomorph verschlüsselten Objekterkennung. Die Ergebnisse dieser Kategorisierung überträgt Apple zurück an das iPhone, das sie in einem weiteren Schritt anhand lokaler Parameter per KI plausibilisiert. Wenn das Foto etwa Geodaten von Paris enthält, kann das iPhone die Pyramiden

von Gizeh als möglichen Treffer ausschließen und sich auf die pyramidenförmigen Gebäude vor Ort wie das Glasdach vor dem Louvre konzentrieren. Dieser letzte Schritt der lokalen Auswahl aus möglicherweise falsch erkannten Sehenswürdigkeiten ist auch deshalb notwendig, weil die ROI-Vektorisierung gewissen Genauigkeitsbeschränkungen unterliegt – ein Kompromiss, um den HE-Overhead akzeptabel zu halten. Die endgültig ermittelten POI-Daten fügt das iPhone dann lokal als Metadaten an das Foto an.

Interessant ist in diesem Szenario einerseits die arbeitsteilige Zusammenarbeit zwischen ML-Modellen im Endgerät und im Backend bei Apple. Außerdem fällt der Dienst im Hinblick auf seine Ressourcennutzung auf: Die Funktion ist nicht interaktiv und wird daher – einmal aktiviert – auf vie-

### Heimlich aktiv

Die „erweiterte visuelle Suche“ stieß zum Jahresanfang auf Kritik, nachdem ein Entwickler darauf hingewiesen hatte, dass die Funktion standardmäßig aktiviert ist. Vektordaten aus Bildern werden automatisch an Apple-Server geschickt, nachdem Nutzer auf iOS / iPadOS 18 und macOS 15 aktualisiert haben – ein Opt-in fehlt. Zwar lässt sich die erweiterte visuelle Suche nachträglich abschalten (Einstellungen > Apps > Fotos > Erweiterte visuelle Suche), dann ist der Abgleich mit Apples Datenbank aber bereits erfolgt. Auch wenn die beschriebene Technik auf dem Papier sicher scheint, habe niemand das vorher begutachten oder prüfen können, bemängelten Kryptografen. Apple hat Nutzer zudem weder über die Funktion in Kenntnis gesetzt noch eine Zustimmung dafür eingeholt.



**Private Information Retrieval setzt Apple auch für die Einblendung von Firmenlogos in Apple Mail ein.**

len Endgeräten im Hintergrund und ohne weitere Nutzerinteraktion operieren.

Um den Ansturm zu bewältigen, stellt die Serverseite laut Apple ein verteiltes System dar, bei dem sich getrennte Segmente („Shards“) auf die Erkennung bestimmter Gruppen von POIs konzentrieren. Und hier nimmt der Einsatz von homomorpher Verschlüsselung im Protokoll zwischen Server und Client einen großen Einfluss auf das Load-Balancing. Das Backend kann in die-

sem Betriebsmodell gar nicht entscheiden, an welches Shard eine Anfrage gestellt werden muss, denn dafür müsste es die Anfrage entschlüsseln. Daher entscheidet der iOS-Client anhand eines statischen und auf allen Apple-Endgeräten geführten Cluster-Codebooks, welches Segment des Clusters die Anfrage beantworten soll. Allerdings verrät die Shard-spezifische Anfrage wiederum grob, in welcher Kategorie das iPhone sein POI vermutet (jedes Shard bearbeitet ja nur eine von Apple festgelegte Auswahl an POIs). Als Gegenmaßnahme sendet das Endgerät eine ganze Reihe zusätzlicher Anfragen zu fiktiven POIs per Differential Privacy und spannt per Oblivious HTTP einen Drittanbieter ein, um zu verschleiern, von welchem Endgerät eine Anfrage stammt. So kann Apple tatsächlich relevante POIs nicht sicher bestimmen oder gar Clients zuordnen.

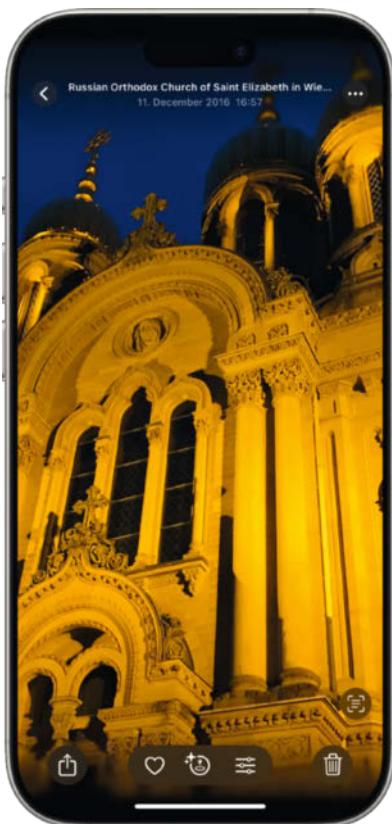
### Klares Konzept, schwierige Umsetzung

Homomorphe Verschlüsselung ist nicht neu, hatte aber lange das große Problem eines massiven Overheads. Theoretisch funktionsfähige Systeme waren so ineffizient, dass sie homomorph verschlüsselte Berechnungen praktisch unmöglich oder zumindest nicht (wirtschaftlich) sinnvoll machten. Verschiedene Fortschritte, von neuen HE-Verschlüsselungssystemen bis zu besserer Hardwarebeschleunigung, erlaubten in den letzten Jahren den Overhead immerhin so weit zu reduzieren, dass HE allmählich praktikabel wurde. Beispielsweise verfügt Microsofts Browser Edge seit einigen Jahren über eine vertrauliche Sicherheitsüberprüfung auf Basis von APSI (Asymmetric Private Set Intersection). Damit gleicht er lokal gespeicherte Webseiten-Anmeldedaten gegen öffentliche Leak-Datenbanken ab, ohne diese großen Datenbanken lokal vorhalten zu müssen oder dem Abgleichserver die Anmeldedaten zu verraten. Hier bildet homomorphe Verschlüsselung aus Microsofts Open-Source-Implementierung SEAL die technische Basis.

Sowohl Apple als auch Microsoft bedienen sich der mittlerweile etablierten HE-Standards, die durch die Homomorphic-Encryption.org-Initiative erarbeitet wurden und sich auf dem Weg zum ISO/IEC-Standard befinden. Apple verwendet als kryptologische Grundlage das homomorphe BFV-Schema, benannt nach seinen Erfindern Zvika Brakerski, Junfeng Fan und Frederik Vercauteren. Apple nutzt dafür eine Implementierung in der hauseigenen Programmiersprache Swift und stellt die Bibliothek swift-homomorphic-encryption als Open Source auf GitHub zur Verfügung (alle Links im Webcode am Ende des Artikels).

### Fazit

Apple gibt seinen Nutzern ein großes Versprechen: Persönliche und private Daten sollen so verarbeitet werden, dass Anbieter nachweislich keinen Zugriff auf die Inhalte nehmen können – egal, welchen wirtschaftlichen Anreizen oder juristischen Zwängen sie ausgesetzt sein mögen. Bleibt abzuwarten, auf wie viele Funktionen Apple die homomorphe Verschlüsselung noch ausdehnt. (lbe)



Ihre Meinung, Zusatzmaterial, Webcode: [mac-and-i.de/wmd4](http://mac-and-i.de/wmd4)



- Aktuelle Apple-Themen, ausführlich besprochen
- Details und Hintergründe rund um iPhone, Mac & Co.
- Alle zwei Wochen frisch in Apple Podcasts



# secIT

by heise

HANNOVER 2025

18. - 20. MÄRZ 2025, HANNOVER

# Die Kongress- messe für Security-Profis



Aussteller

Offizieller  
Eventpartner

itsa EXPO CONGRESS  
HOME OF IT SECURITY

Kooperations-  
partner

CISO  
ALLIANCE

NIEDERSACHSEN  
DIGITAL

UVN  
UNTERNEHMERVERBÄND  
NIEDERSACHSEN e.V.

© Copyright by Heise Medien.

# meet. learn. protect.



**Jetzt  
anmelden!**



badenIT Bare.ID bechtle Bitdefender. BND CC-IT cidaas cirosec CLOUDFLARE COM-PASS ConSecur

Global Leader  
In Cybersecurity

Competence Center  
Information Technology

cidaas

cirosec

CLOUDFLARE

COM-PASS

ConSecur  
[security and consulting]

DATAKOM dolT solutions Delinea Devolutions DextraData DriveLock DTS ENGINSIGHT enthus eset EWE

heylogin HORNETSECURITY CITISO kaspersky KnowBe4 KEYFACTOR LANCOM SYSTEMS LocateRisk Magelan

ninjaOne. norton noSpam proxy OEDIV oneconsult against cyberattacks opentext pco projektron protea RAPID7

SystoLOCK Syteca formerly Ektron System TAROX TEAL ALWAYS CHALLENGING IT tenfold tresorit veeam wallix W / T H XalicitTrust

**secit-heise.de**

© Copyright by Heise Medien

# Flugs getestet

Mit Swift Testing stellt Apple ein neues Framework zum Aufsetzen und Ausführen von Unit-Tests bereit. Moderne Sprachfeatures und ein gelungenes Funktionsset könnten das bisherige Testing-Framework XCTest ablösen.

Von Thomas Sillmann



Bild: Kl-generiert mit freepik; bearbeitet von Madlen Grünert, Mac & i

Nach SwiftUI (Erstellen von Bedienoberflächen) im Jahr 2019 und SwiftData (Daten modellieren und vorhalten) im vergangenen Jahr erweitert Apple sein Portfolio für Entwickler um Swift Testing. Das neue Framework mit Funktionen zum Schreiben und Ausführen von Tests läuft bereits hervorragend, ersetzt in seinem jetzigen Zustand jedoch noch nicht vollständig das bisherige Test-Framework XCTest; dazu später mehr.

Wie SwiftUI und SwiftData macht sich auch Swift Testing moderne Sprachfeatures von Swift (beispielsweise Makros) zunutze, um das Schreiben und Ausführen von Tests zu vereinfachen. Herausgekommen ist ein Framework, das in seinen Grundzügen simpel funktioniert, aber auch dazu imstande ist, komplexe Testszenarien komfortabel abzubilden.

## Swift Testing einsetzen

Swift Testing ist Teil der aktuellen Version 16 von Apples Entwicklungsumgebung Xcode. Der Einsatz des Frameworks erfordert ebenso wie bei der Verwendung von XCTest ein Unit-Testing-Bundle. Um ein solches zu erstellen, wählen Sie entweder aus dem Xcode-Menü den Punkt „File > New > Target“ oder klicken links in der Projektübersicht im Target-Bereich auf die unten gelegene Plus-Schaltfläche. Sobald Sie aus der Liste verfügbarer Targets das „Unit Testing Bundle“ ausgewählt haben, steht Ihnen bei der abschließenden Konfiguration ein neues Auswahlmenü mit dem Titel „Testing System“ zur Verfügung. Hierüber bestimmen Sie, ob Sie Swift Testing zum Schreiben von Unit-Tests verwenden möchten (Standard) oder ob weiterhin XCTest zum Einsatz kommen soll.

Das eigentliche Schreiben der Unit-Tests erfolgt in Swift-Dateien innerhalb des Unit-Testing-Bundles. Viel braucht es nicht, um einen ersten Test umzusetzen. Zunächst importieren Sie das Testing-Framework, das den Zugriff auf alle Funktionen von Swift Testing ermöglicht, sowie das zu testende Target. Genau wie bei der Arbeit mit XCTest deklarieren Sie letzteres idealerweise mit @testable, damit Sie auch auf die als internal gekennzeichneten Eigenschaften und Funktionen des zu testenden Targets zugreifen können.

Anschließend können Sie bereits unmittelbar eine erste Testmethode als globale Funktion realisieren. Damit diese Funktion als Test erkannt wird, muss eine Deklaration mit dem @Test-Makro erfolgen.

Innerhalb der Testmethode lässt sich beliebiger Code ausführen. Für eine Kontrolle stellt Swift Testing ein weiteres Makro namens

## kurz & knapp

- Swift Testing verwendet moderne Sprachfeatures von Swift und bietet nützliche Werkzeuge.
- Tags und Traits ermöglichen eine erweiterte Konfiguration und Strukturierung von Tests.
- Aktuell eignet sich Swift Testing noch nicht für Performance- und UI-Tests, hat aber das Potenzial, XCTest abzulösen.

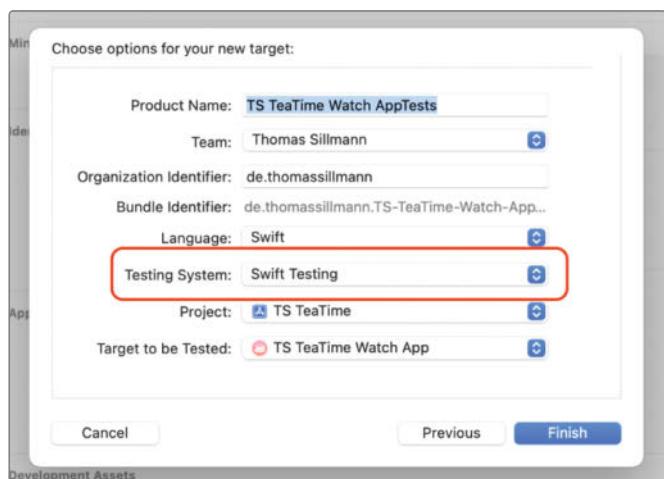
#expect bereit: Dieses Makro erwartet als Parameter ein Boolean, das darüber Aufschluss gibt, ob der Test erfolgreich war (true) oder nicht (false).

Das folgende Listing basiert exemplarisch auf einer einfachen Taschenrechner-App, den Link zum Download finden Sie im Webcode am Ende des Artikels. Das Listing enthält alle zuvor genannten Elemente und startet die Ausführung eines Tests, der die korrekte Funktionsweise einer Addition überprüft. Unmittelbar nach dem Import von Testing und dem Test-Target (CalculatorApp) folgt die via @Test deklarierte Testmethode. Sie führt die zu prüfende Logik aus, indem sie die addition-Methode einer Calculator-Instanz aufruft. Am Ende überprüft sie per #expect-Makro, ob das Ergebnis der Operation korrekt ist (und damit der Test erfolgreich durchlaufen wurde).

```
// Listing 1: Umsetzung eines Unit-Tests
import Testing
@testable import CalculatorApp

@Test func addition() {
    let calculator = Calculator()
    let result = calculator.addition(19, 99)
    let expectedResult = 118
    #expect(result == expectedResult)
}
```

Ein weiteres hilfreiches Makro innerhalb des Swift-Testing-Frameworks ist #require. Darüber können Sie Voraussetzungen prüfen, die



Über das neue Auswahlmenü „Testing System“ wählen Sie, welches Framework beim Schreiben von Unit-Tests zum Einsatz kommen soll.

## Test-Suite: Value vs. Reference Type

Eine Test-Suite lässt sich sowohl über einen Value Type (wie ein Structure) als auch über einen Reference Type (in Form einer Klasse oder eines Actors) umsetzen. Wie man die Test-Suite umsetzt, hängt von den Anforderungen ab. Generell bieten sich Value Types an, um mögliche Fallstricke bei der Arbeit mit Referenzen in Swift zu umgehen.

Ein konkretes Szenario, bei dem Reference Types für Test-Suiten das ideale Mittel sind, stellt die Deinitialisierung dar. Über einen Deinitializer ordnen Sie an, dass nach Ausführung eines jeden Tests innerhalb der Suite bestimmte Aufräumarbeiten erfolgen – vergleichbar mit den vorbereitenden Konfigurationen innerhalb eines Initializers. Da Value Types aber nicht über die Implementierung eines Deinitializers verfügen, müssen Sie eine Test-Suite in diesem Fall als Klasse oder Actor implementieren.

während des Testablaufs erfüllt sein müssen. Sind sie das nicht, liefert das Makro einen Fehler zurück. `#require` kann Optionals entpacken, um sicherzustellen, dass sie über einen validen Wert verfügen.

So kann der zuvor gezeigte Calculator etwa die zur Addition verwendeten Werte für weitere Prüfungen intern speichern. Etwa um anschließend sicherzustellen, dass die Werte tatsächlich vorliegen und auch denen entsprechen, die der `addition(_:_)`-Methode übergeben wurden. Ist das nicht der Fall, scheitert der Test und bringt einen Fehler (weshalb die `addition()`-Testmethode nun mit dem Schlüsselwort `throws` deklariert ist).

```
// Listing 2: Prüfung von Voraussetzungen mittels #require

@Test func addition() throws {
    var calculator = Calculator()
    let result = calculator.addition(19, 99)
    try #require(calculator.firstValue == 19)
    try #require(calculator.secondValue == 99)
    let expectedResult = 118
    #expect(result == expectedResult)
}
```

Die Makros `#expect` und `#require` bilden die Grundlage für alle Tests in Swift Testing. Mit ihnen prüfen Sie, ob die Ergebnisse einer ausgeführten Operation korrekt sind.

## Test-Suiten verwenden

Test-Suiten helfen, die Struktur von Tests zu verbessern. Eine Suite fasst einen oder mehrere Tests zusammen und führt alle in ihr enthaltenen Tests bei Bedarf gleichzeitig aus.

Um eine Test-Suite zu erstellen, deklarieren Sie schlicht einen Typ, der die gewünschten Tests enthält, beispielsweise eine Structure. Jeden Typ in Swift, der über mindestens einen Unit-Test verfügt, deklariert Xcode automatisch als Test-Suite. Alternativ erzeugen Sie Test-Suiten explizit mithilfe des `@Suite`-Makros. Dieses Makro erlaubt es, zusätzliche Konfigurationen an der Test-Suite vorzunehmen (dazu später mehr).

Das nachfolgende Listing erzeugt eine Test-Suite auf Basis der `StructureCalculatorTests`. Sie enthält die beiden Unit-Test-Methoden `addition()` und `subtraction()`.

```
// Listing 3: Deklaration einer Test-Suite
struct CalculatorTests {
    @Test func addition() {
        let calculator = Calculator()
        let result = calculator.addition(19, 99)
        let expectedResult = 118
        #expect(result == expectedResult)
    }

    @Test func subtraction() {
        let calculator = Calculator()
        let result = calculator.subtraction(99, 15)
        let expectedResult = 80
        #expect(result == expectedResult)
    }
}
```

Es fällt auf, dass in diesem Beispiel eine Calculator-Instanz doppelt erstellt wird, da sie jeweils für beide Testmethoden benötigt wird. Wenn

Sie eine Test-Suite verwenden, lagern Sie eine solche Logik, die für mehrere Tests relevant ist, komfortabel aus. Statt eine Calculator-Instanz pro Unit-Test zu erstellen, erzeugen Sie eine Property innerhalb der CalculatorTests-Structure und greifen darauf aus den Unit-Tests heraus zu.

```
// Listing 4: Auslagerung einer Property in einer Test-Suite
struct CalculatorTests {
    let calculator = Calculator()

    @Test func addition() {
        let result = calculator.addition(19, 99)
        let expectedResult = 118
        #expect(result == expectedResult)
    }

    @Test func subtraction() {
        let result = calculator.subtraction(99, 19)
        let expectedResult = 80
        #expect(result == expectedResult)
    }
}
```

Solche Properties werden vor Ausführung eines jeden Unit-Tests neu erzeugt. Die Methoden `addition()` und `subtraction()` erhalten also jeweils ihre eigene `Calculator`-Instanz, ganz unabhängig voneinander. Bei Bedarf implementieren Sie einen Initializer innerhalb der Suite, der weitere vorbereitende Testkonfigurationen vornimmt. Vor Ausführung jedes Tests innerhalb der Suite erfolgt automatisch der Aufruf eines solchen Initializers.

Swift Testing ist flexibel, sodass sich mehrere Test-Suiten ineinander verschachteln lassen. Eine Test-Suite wie `CalculatorTests` kann demzufolge weitere Test-Suiten als Nested Type enthalten. Diese Flexibilität hilft, auch komplexere Test-Strukturen möglichst übersichtlich abzubilden.

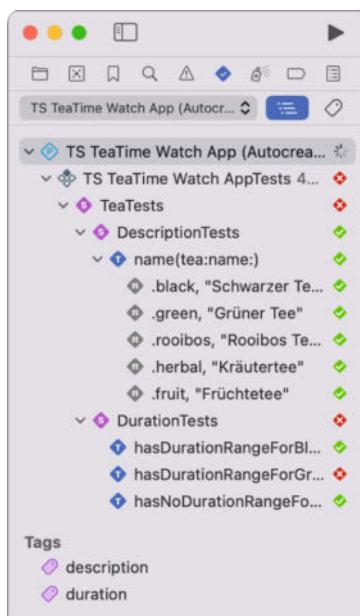
## Mit dem Test-Navigator arbeiten

Wie von der Arbeit mit XCTest bekannt, listet der Test-Navigator von Xcode alle Test-Suiten und Unit-Tests mit Namen auf. Er visualisiert die Hierarchie, die durch die deklarierten Suiten (einschließlich verschachtelter in Form von Nested Types) und der jeweils enthaltenen Tests entstanden ist.

Sie können wahlweise alle Tests oder einzelne von ihnen ausführen. Für alle Tests klicken Sie auf die Play-Schaltfläche in der Toolbar. In dem Pop-up-Menü, das sich öffnet und alternative Aktionen anzeigt, wählen Sie den Eintrag „Test“. Xcode kompiliert das Projekt und führt anschließend alle Tests aus. Danach visualisiert je ein Symbol neben den Test-Units und neben den Test-Suiten den Erfolg oder Misserfolg der einzelnen Tests: Ein grüner Haken signalisiert einen erfolgreich durchlaufenen Test, ein rotes X einen Fehlschlag.

Im Fehlerfall hilft die Result View, das Problem zu analysieren. Die Result View erscheint inline

Der Test-Navigator listet alle implementierten Test-Suiten und Unit-Tests und informiert über deren Testerfolg oder -misserfolg.



The screenshot shows the Xcode interface with the Test Navigator open. The title bar says "TS TeaTime main". The sidebar shows "Failed Tests (1) Failed... Apple Watch Ultra 2 (49mm) watchOS Simulator 11.0 Test Scheme Action Untagged Tests Filter". The main area shows a table with one row under "DurationTests". The row details a failed test: "hasDurationRangeForGreenTea()" with duration 0,0015s. A tooltip says "Expectation failed: (greenTea.durationInMinutesRange != nil) != nil". Below the table is a code editor window showing the test code. A callout box on the left says "Die Result View mit Informationen zu fehlgeschlagenen Tests lässt sich inline im Editor einblenden." A vertical text box on the right says "Der Test-Report schlüsselt alle fehlgeschlagenen Tests auf, inklusive der zugehörigen Details.".

unterhalb des fehlgeschlagenen Tests, wenn man die zugehörige Fehlermeldung anklickt und anschließend die Schaltfläche „Show“ betätigt. Alternativ erhalten Sie über den Test-Report im Report-Navigator Einblick auf die Details zu fehlgeschlagenen Tests.

Über eine weitere Schaltfläche, die rechts neben einem Test oder einer Test-Suite erscheint, wenn Sie mit der Maus über das jeweilige Element fahren, führen Sie Tests alternativ einzeln oder pro Test-Suite aus. Gab es bereits einen Durchlauf, zeigt der Button ergebnisabhängig entweder einen grünen Haken oder ein rotes X. Im Code-Editor finden Sie die Testschaltfläche jeweils am linken Rand neben jedem Test und jeder Test-Suite.

## Erweiterte Testkonfigurationen

Auf Wunsch ermöglichen die `@Test`- und `@Suite`-Makros, Tests oder Test-Suiten anzupassen und zu konfigurieren. Wenn Sie hier etwa einen eigenen Displaynamen festlegen, erscheint dieser anstelle der Typ- und Funktionsbezeichnungen innerhalb des Test-Navigators. So erhöhen Sie gegebenenfalls die Übersichtlichkeit unter den vorhandenen Tests.

```
// Listing 5: Setzen eines Display Names für einen Unit-Test
@testable("Add 19 + 99") func addition() { ... }
```

Darüber hinaus können Sie sogenannte Test-Traits mit einem Unit-Test verknüpfen. Ein Test-Trait erweitert einen Test um zusätzliche Informationen oder knüpft die Ausführung an Bedingungen.

So eignet sich der Bug-Trait beispielsweise dafür, einen Test mit der Fehlerbeschreibung in einem Ticketsystem zu verknüpfen. Für den Verweis auf das Ticketsystem übergeben Sie als Parameter die URL und einen Titel.

Mithilfe eines Condition-Traits steuern Sie, dass ein Test unter bestimmten Umständen nicht ausgeführt wird. Das ist beispielsweise bei Multiplatform-Projekten hilfreich, in denen einzelne Funktionen nicht überall verfügbar sind. So könnten Tests für eine Bildverwaltungs-App mit Kommentarfunktion abfragen, ob die Funktion auf der zugrunde liegenden Plattform überhaupt verfügbar ist. Condition-Traits eignen sich außerdem dazu, Tests aufgrund

eines schwerwiegenden Bugs temporär zu deaktivieren, ohne den zugehörigen Code auszukommentieren. Der Test wird dann nicht ausgeführt, der zugrunde liegende Code aber weiterhin kompiliert und auf Korrektheit hin überprüft.

Spannend wird es schließlich, wenn Sie mehrere Test-Traits miteinander kombinieren. Setzen Sie etwa einen Bug- und Condition-Trait ein, um einen Test temporär zu deaktivieren und gleichzeitig auf den zugehörigen Bug im Ticketsystem zu verweisen.

Abschließend sei noch der Time-Limit-Trait genannt: Wenn Sie eine maximale Ausführungszeit für einen Unit-Test festlegen, schlägt der Unit-Test fehl, sobald diese Zeit überschritten ist.

// Listing 6: Einsatz von Bug-, Condition- und Time-Limit-Trait

```
// Bug-Trait mit Link und Beschreibung
@testable(.bug("example.org/bugs/19", "App crashes"))
func crashingTest() { ... }

// Condition-Trait
@testable(.enabled(if: AppFeatures.isSupportingComments))
func commentPhoto() { ... }

// Kombination von Bug- und Condition-Trait
@testable(.bug("example.org/bugs/19", "App crashes"),
           .disabled("Due to a known crash"))
func crashingTest() { ... }

// Time-Limit-Trait
@testable(.timeLimit(.minutes(1)))
func restrictedDurationTest() { ... }
```

## Runtime-Bedingungen setzen

Mithilfe von Runtime-Bedingungen definieren Sie, auf welchen Plattformen und für welche Versionen ein Unit-Test auszuführen ist. Das hat mehrere Vorteile. Zum einen beschränken Sie ihn in Multiplatt-

form-Projekten bei Bedarf auf einzelne Betriebssysteme. Zum anderen laufen damit Tests, die neuere APIs verwenden, optional nur dann, wenn die dafür minimal nötige Betriebssystemversion vorliegt.

```
// Listing 7: Setzen einer Runtime-Bedingung
@testable(iOS 18, *)
func testNewAPIs() { ... }
```

Wie eingangs beschrieben, lassen sich die genannten Traits nicht nur auf einzelne Tests, sondern auch auf ganze Suiten anwenden. Die Traits greifen dann für jeden Test innerhalb der Suite.

## Einsatz von Tags

Um Tests zu gruppieren und besser zu strukturieren, lässt sich jede Suite und jeder Test über Suiten, Display-Names und Traits hinaus zusätzlich mit einer beliebigen Anzahl sogenannter Tags versehen.

Solche Tags passen Sie individuell an Ihre eigenen Zwecke und Bedürfnisse an. Die Definition eines Tags erfordert ein sehr stringentes Vorgehen. Zunächst erstellen Sie eine Extension für die Structure Tag aus dem Swift-Testing-Framework. Innerhalb einer solchen Extension ergänzen Sie Type Properties für alle zu deklarierenden Tags und versehen diese Tags zusätzlich mit dem @Tag-Makro.

Das folgende Listing zeigt die Deklaration zweier Tags namens timeTracking und project. Das Beispiel stammt aus einer konkreten App des Autors zur Zeiterfassung. Die Tags dienen dazu, Tests nach ihrer Zugehörigkeit zu unterscheiden. timeTracking bezieht sich auf Tests zum Erfassen von Zeit, project auf solche zur Projektverwaltung.

```
// Listing 8: Deklaration von Tags
extension Tag {
    @Tag static var timeTracking: Self
    @Tag static var project: Self
}
```

Analog zu den zuvor vorgestellten Traits können Sie einen Tags-Trait dazu verwenden, die Tags einer Suite oder einem Test zuzuweisen. Übergeben Sie dem Tags-Trait alle Tags, die für die zugrunde liegende Suite beziehungsweise den Test verwendet werden sollen. Wenn Sie einer Suite Tags zuweisen, gilt der Tag automatisch für alle Tests, die innerhalb dieser Suite definiert sind.

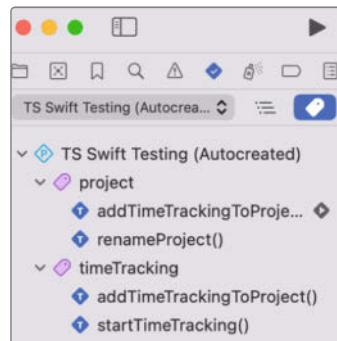
Das nachfolgende Beispiel verdeutlicht dieses Vorgehen. Die ersten beiden darin aufgeführten Testmethoden erhalten jeweils einen der zuvor selbst definierten Tags. startTimeTracking gehört hier zum Tag timeTracking, während renameProject dem Tag project zugewiesen ist.

Im Falle der addTimeTrackingToProject-Testmethode kommen sogar beide Tags gleichzeitig zum Einsatz. Entsprechend lässt sich diese Testmethode aus beiden Tags herausfinden und ausführen.

```
// Listing 9: Zuweisung von Tags
@testable(.tags(.timeTracking))
func startTimeTracking() { ... }

@testable(.tags(.project))
func renameProject() { ... }
```

**Der Test-Navigator gruppiert die Tests übersichtlich nach Tags (sofern vergeben).**



```
@Test(.tags(.timeTracking, .project))
func addTimeTrackingToProject() { ... }
```

Auf die Tests und deren Ausführung haben Tags keinen Einfluss. Doch kann der Test-Navigator alle Tests nach den Tags gruppieren und filtern.

Um alle Tests gruppiert nach Tag aufzulisten, klicken Sie innerhalb des Test-Navigators am oberen rechten Bereich auf die als Etikett dargestellte Schaltfläche „Group by Tag“. Die Testhierarchie auf Basis von Suiten öffnet dann eine Auflistung jedes Tags, der wenigstens einem Test zugewiesen wurde. Unterhalb jedes Tags sehen Sie alle zugehörigen Tests. Tests, denen mehrere Tags zugewiesen sind, erscheinen dementsprechend auch mehrfach innerhalb der Liste, nämlich einmal pro Tag.

Der Clou dabei neben dieser geänderten Struktur: Um alle Tests eines Tags auszuführen, genügt ein Klick auf die Testschaltfläche, die rechts neben dem Tag-Namen erscheint, wenn man mit der Maus über den Test fährt.

Im Zusammenspiel mit der hierarchischen Testdarstellung profitiert auch die Filterfunktion des Test-Navigators von den Tags – schließen Sie einfach einzelne Tags explizit ein oder aus. Der Test-Navigator führt dann nur die Ergebnisse auf, die jenen Filterkriterien entsprechen.

## Parametrisierte Tests

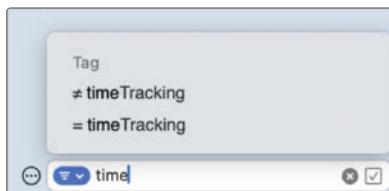
In spezifischen Fällen wiederholen sich der Aufbau und die Implementierung innerhalb mehrerer Unit-Tests. Das nachfolgende Beispiel stammt aus einem simplen Tee-Timer mit unterschiedlich langen Intervallen für die verschiedenen Teesorten. Ob ein geeignetes Intervall vorliegt, verrät die durationInMinutesRange-Property des Tea-Typs. Besitzt diese Property einen Wert, liegt ein entsprechendes Timer-Intervall vor, andernfalls nicht. Die aufgeföhrten Tests stellen sicher, dass für schwarzen und grünen Tee eine solche Anpassungsmöglichkeit bezüglich des Timers existiert.

```
// Listing 10: Test-Redundanz
@testable func hasDurationRangeForBlackTea() {
    let blackTea = Tea.black
    #expect(blackTea.durationInMinutesRange != nil)
}

@testable func hasDurationRangeForGreenTea() {
    let greenTea = Tea.green
    #expect(greenTea.durationInMinutesRange != nil)
}
```

Es ist leicht erkennbar, dass beide Tests im Grunde redundant sind und sich ausschließlich durch die zu testende Teesorte voneinander unterscheiden. In solchen Fällen spielen parametrisierte Tests in Swift Testing ihre Stärken aus.

Parametrisierte Tests erlauben es, einen Unit-Test mehrmals mit unterschiedlichen Werten zu durchlaufen. Welche und wie viele Werte das sind, bestimmen Sie selbst mithilfe des arguments-Parameters.



**Tests lassen sich nach individuell definierten Tags filtern.**

Um diese individuellen Parameter innerhalb des Unit-Tests verwenden zu können, muss die Testmethode selbst ebenfalls um einen Parameter erweitert werden. Der Typ dieses Parameters muss dem der dem Test übergebenen arguments-Werte entsprechen.

So lässt sich die Prüfung des Timer-Intervalls für Teesorten auf einen einzigen Test reduzieren. Der erhält als Parameter die zu prüfenden Teesorten, was dazu führt, dass der Test einmal mit jedem der definierten Parameter aufgerufen wird.

```
// Listing 11: Parametrisierter Test
@Test(arguments: [Tea.black, Tea.green])
func hasDurationRange(for tea: Tea) {
    #expect(tea.durationInMinutesRange != nil)
}
```

Bis zu zwei Werte kann der arguments-Parameter des @Test-Makros entgegennehmen, bei denen es sich jeweils immer um eine Collection (etwa ein Array) handeln muss. Abhängig von der Anzahl der Werte, die der arguments-Parameter erhält, muss auch die Testmethode über eine identische Anzahl an Parametern verfügen. Somit erhält der erste Parameter der Testmethode die Werte aus der ersten Collection, der zweite Parameter die Werte aus der zweiten Collection. Der Aufruf des Tests erfolgt sodann für jede mögliche Kombination der Werte aus beiden Collections.

Alternativ ermöglicht es die zip(\_:\_:)-Funktion, einem Test zwei Parameter zu übergeben. Anstatt jede mögliche Kombination auszuführen, werden in diesem Fall nur die Werte mit derselben Index-Position als Testpaare übergeben.

Der Einsatz der zip(\_:\_:)-Funktion kommt im nachfolgenden Beispiel zu tragen, um korrekt jeden Tee mit dem passenden Namen abgleichen zu können. Ein Vergleich jeder möglichen Kombination aus den beiden Collections würde fehlschlagen, da jeder zu prüfende Name genau einer Teesorte zugeordnet ist. Dank zip(\_:\_:) lässt sich aber auch dieser Testfall in einem einzigen Unit-Test abbilden.

```
// Listing 12: Einsatz von zip(_:_:) zur Parametrisierung
@Test(arguments: zip(
    [Tea.black, Tea.green, Tea.rooibos, Tea.herbal, Tea.fruit],
    ["Schwarzer Tee", "Grüner Tee", "Rooibos Tee", "Kräutertee",
    "Früchtetee"])
)
func name(tea: Tea, name: String) {
    #expect(tea.name == name)
}
```

## Vergleich mit XCTest

Im Vergleich mit XCTest bietet Swift Testing einige Vorteile. Allen voran: Der simple Einsatz des expect-Makros, um einen Test auf Basis eines booleschen Werts zu validieren, ist deutlich komfortabler als der Einsatz von diversen Test-Assertions-Methoden wie XCTAssertNil, XCTAssertNotEqual oder XCTAssertEqual. All diese Test-Assertions lassen sich in Gänze mithilfe von #expect abbilden. Und auch das #require-Makro vereinfacht das Schreiben von Tests dank der Möglichkeit, Optionals zu entpacken und im Problemfall einen Fehler auszugeben.

Swift Testing profitiert spürbar von den modernen Sprachfeatures von Swift. So lassen sich Testmethoden mit dem throws-Schlüsselwort deklarieren, um Error Handling betreiben zu können. Auch asynchrone Aufrufe innerhalb von Testmethoden sind möglich; eine simple Deklaration der Methode als async reicht in diesem Fall aus.

Apropos asynchronous: Sollten Sie innerhalb einer Testmethode Completion-Handler aufrufen, müssen Sie diese Implementierungen als asynchronen Aufruf umsetzen. Hierbei helfen die von Swift Concurrency bereits bekannten Funktionen withCheckedContinuation beziehungsweise withCheckedThrowingContinuation. Dieses Vorgehen ist nötig, da die Testmethode andernfalls verlassen wird, ehe die Completion-Handler ausgeführt wurden.

Die Aufrufe der zu durchlaufenden Tests erfolgt in Swift Testing standardmäßig in zufälliger Reihenfolge und parallel. Mithilfe des Serialized-Test-Traits legen Sie fest, dass einzelne Tests oder alle Tests innerhalb einer Test-Suite nacheinander und nicht parallel ausgeführt werden:

```
@Test(.serialized) func startTimeTracking { ... }
```

Generell ist mit Test-Traits, den modernen Sprachfeatures von Swift und mit erweiterten Konfigurationsmöglichkeiten wie Tags eine flexible Umsetzung von Unit-Tests mit Swift Testing möglich. Dennoch eignet sich das Framework in seiner aktuellen Version nicht für alle Aufgaben.

## Grenzen von Swift Testing

Dass Performance- und UI-Tests in diesem Artikel nicht betrachtet wurden, hat einen einfachen Grund: Diese Testarten unterstützt Swift Testing momentan (noch) nicht. Zwar ist davon auszugehen, dass Apple die Umsetzung von Performance- und UI-Tests langfristig in sein neues Testing-Framework integriert; doch Stand heute muss für diese Zwecke zwangsläufig weiterhin der Einsatz von XCTest herhalten. Gleiches gilt für Objective-C; wie der Name klar zum Ausdruck bringt, unterstützte Swift Testing nur noch Apples moderne Programmiersprache Swift.

Infolgedessen ist es aber auch problemlos möglich, Swift Testing und XCTest innerhalb eines Testing-Bundles parallel zu verwenden. Das ermöglicht auch eine schrittweise Migration in bestehenden Projekten, sofern man langfristig von XCTest nach Swift Testing wechseln möchte.

## Fazit

Swift Testing fügt sich wunderbar in Apples Portfolio moderner Swift-Frameworks ein. Nach SwiftUI zur Gestaltung von Nutzeroberflächen und SwiftData für die persistente Datenspeicherung bietet Apple nun auch eine frische Lösung für Unit-Tests an, die langfristig wohl die Nachfolge des bisher verwendeten XCTest-Frameworks antritt. Bis es so weit ist, wird es noch ein wenig dauern, was vor allem dem noch fehlenden Support für Performance- und UI-Tests geschuldet ist.

Dennoch überzeugt Swift Testing mit seiner klaren Syntax und den simplen wie mächtigen Konfigurationsmöglichkeiten. Da ein paralleler Einsatz zu XCTest möglich ist, sollten Entwickler es sich nicht nehmen lassen, sich zeitnah mit der Funktionsweise und den Möglichkeiten von Swift Testing auseinanderzusetzen. (ims)



**Thomas Sillmann** arbeitet als Autor, Apple-Developer und Trainer. Er hat bereits mehrere Fachbücher, Fachartikel sowie Onlinekurse veröffentlicht und hält auf Entwicklerkonferenzen Vorträge über SwiftUI.



## Abalon (Taktik-Rollenspiel)

**Entwickler:** D20Studios

**Systemanforderungen:**  
macOS ab 10.7, iOS/iPadOS 12

**Altersfreigabe:** ab 9 Jahren

**Preis:** kostenlos mit In-App-Käufen

**Pro:** großer Gratis-Umfang, fairer Preis für Erweiterungen

**Contra:** Übersetzung etwas holprig

# Orks und Trollen die Karten legen

Abalon kombiniert Rollenspiel mit Spielkarten-Kampf und Würfelglück.

**S**tatt mit Schauwerten oder ausschweifender Handlung zu blenden, geht es beim eher rustikal anmutenden Abalon gleich in medias res: Druidin Sylvia muss einen Wald erkunden, den bösen Boss aufspüren und ihm den Garaus machen.

Mit Tippgesten dirigiert man die mit Schwert und Zauberstock ausgerüstete Helden durch die weitläufige Botanik, die sich aus der Vogelperspektive präsentiert. Trifft sie dabei auf böse Scherben, folgt ein rundenbasiertes Taktik-Scharmützel. Während jedes Zuges spielen Sylvia und ihre Gegner Karten aus. Die beschwören beispielsweise angriffslustige Eichhörnchen oder blutrünstige Wölfe herauf, die man gegen Widersacher in Stellung bringt. Siege bescheren neue Spielkarten, Gold und Erfahrungspunkte.

Bei ihrem Streifzug begegnet die Helden auch neutralen Charakteren, die gegen Bezahlung als Leibwache agieren. Mitunter führen die Charaktere auch zu Situationen mit ungewissem Ausgang. Dann entscheidet nur das Würfelglück darüber, ob die ausgelassenen Orks Sylvia auf ein Getränk einladen oder zerfleischen wollen. Sobald die Helden an einem Lagerfeuer pausiert, stellen



sich ihre Kräfte wieder her. Die Rast bietet Gelegenheit, das Kartenblatt zu optimieren.

Dank knapper, aber verständlicher Erklärungen findet man sich schnell in das bald taktisch-komplexe Abenteuer ein. Auch weil Abalon die Flucht aus Kämpfen und das Zurücknehmen von Zügen erlaubt, macht schon die erste Partie selbst Anfängern viel und lange Spaß.

Die Kampagne im Abenteuer-Modus umfasst drei Kapitel und lässt sich in knapp drei Stunden absolvieren. Beim nächsten Anlauf werden die Karten und die Landschaftselemente neu gemischt. Bald sind auch neue Figuren mit anderen Fähigkeiten freigespielt. Wer mehr Abwechslung möchte, kann über In-App-Käufe vier weitere Szenarien für jeweils 9 Euro freischalten.

Auch wenn die eigenwillige Präsentation gewöhnungsbedürftig und die deutsche Übersetzung mitunter holprig erscheint: Abalon ist ein forderndes Fantasy-Abenteuer für Taktiker. (Joachim Kläschen/hze)



## Rabbiman Adventures (Plattformer)

**Entwickler:** Israchem

**Systemanforderungen:**  
iOS/iPadOS ab 12

**Altersfreigabe:** ab 9 Jahren

**Preis:** 6,99 €

**Pro:** farbenfrohe, originelle Spielwelt

**Contra:** teils lange Spielstufen

# Tallit und Hut in Aktion

Der 3D-Plattformer Rabbiman Adventures punktet mit origineller Kulisse.

**N**ach dem Umzug in ein neues Haus entdecken Yasha, Dina und Dania eine nur für Kinder sichtbare Geheimtür. Sie öffnet ein Portal in eine andere Welt. Beim Durchschreiten verwandelt sich Yasha unverhofft in Rabbiman und muss nicht nur seine verschollenen Geschwister wiederfinden, sondern auch die aus den Fugen geratene Parallelwelt in Ordnung bringen.

Als Rabbiman verfügt der Knabe über beeindruckende Fähigkeiten. So kann er seinen Hut wie einen Bumerang werfen, um damit die in der Spielwelt verstreuten Kisten zu öffnen, Gegner zu betäuben oder sie in Rauch aufzulösen. Obendrein kann er seine Position mit der des fliegenden Hutes tauschen und so Hindernisse überwinden. Wenn er im Sprung seinen Gebetsmantel aufspannt, segelt er im Flug langsam über Abgründe und Gegner.

Mit einem virtuellen Stick und drei Tasten steuert man Rabbiman durch die isometrische Spiellandschaft. Diese ist in drei Themenwelten mit langen Spielstufen unterteilt. Auf dem Weg gibt es allerlei Dinge einzusammeln. Einiges liegt abseitig versteckt, an anderes gelangt man erst nach dem Lösen kleiner Rätsel. Zwingend notwendig ist die Sammelei nicht. Allerdings lassen sich Edelsteine gegen andere Kopfbedeckungen eintauschen.

Die farbenfrohen 3D-Landschaften überraschen immer wieder mit neuen Elementen, Gegner- und Rätseltypen. Mal muss Rabbiman für das Fortkommen mittels Wasserkugeln den Wald beleben, mal Lichtstrahlen mit Spiegeln über weite Distanzen reflektieren.

Sporadisch greift Rabbiman auf jüdische Folklore zurück. Zur Seite steht ihm ein sprechender Davidstern, der mit seiner aufdringlich-hilfreichen Art an Microsofts Clippy erinnert. Diese Ebene bleibt lediglich hintergrundig und stützt den Charme des Plattformers. Auf fragwürdige Klischees verzichtet der Titel.

Insbesondere jüngere Spieler werden mit dem niedlichen und gewaltfreien Abenteuer ihre Freude haben. Veteranen unterhält Rabbiman Adventures mit vielen Sammelaufgaben. (Joachim Kläschen/hze)



# Diebisches Vergnügen

Mit eigenwilliger Optik lädt *Midnight Girl* vor allem Einsteiger zu einem originellen Abenteuer ein.

Weil Monique das Geld ausgegangen ist, entschließt sich die Pariserin zu einem unkonventionellen Schritt. Sie will ihrem Vorbild, dem Rembrandt-stehenden Meisterdieb Knight Owl, folgen und sich mit dem Diebstahl eines Kunstgegenstands finanziell sanieren. Aber der Coup läuft nicht nach Plan.

*Midnight Girl* ist ein klassisches Point-and-Click-Adventure. Tippgesten dirigieren die Helden durch die Spielwelt, wo sie sich mit Figuren unterhält, Gegenstände aufsammelt und diese an anderer Stelle verwendet, um Hindernisse aus dem Weg zu räumen. Außergewöhnlich sind jedoch der Schwierigkeitsgrad und die Präsentation.

Die Produktion des kleinen dänischen Teams bemüht sich redlich darum, dem Spieler eine entspannte und unterhaltsame Zeit zu bescheren. In den knappen englischsprachigen Dialogen geben die Figuren vielfach klare Hinweise, wie sich Rätsel lösen lassen. Die sind zudem durchweg einfach konstruiert. Es braucht stets nur einen Gegenstand aus dem überschaubar gefüllten Inventar, um an einer bestimmten Stelle voranzukommen. Nähert sich Monique einem Gegenstand oder einer Interaktionsmöglichkeit, signalisiert das Spiel dies durch Schaltflächen.

Da die Handlung in kurze Kapitel unterteilt ist, lässt sich *Midnight Girl* in überschaubaren Zwanzig-Minuten-Happen spielen. Das trägt zum guten Spielgefühl bei. Daher läuft man nie Gefahr, die Orientierung zu verlieren.

Einige sporadisch eingestreute Geschicklichkeits-Passagen, in denen sich Monique etwa unbemerkt an Figuren vorbeischleichen muss, lassen sich einfach absolvieren. Wer dennoch erwischt wird, darf es anschließend gleich erneut versuchen.

Mit seiner Optik sticht *Midnight Girl* aus der Masse hervor. Die gezeichnete 2D-Welt wird in kräftigen Farben, die Figuren nur mit rudimentären Animationen präsentiert, sodass das Abenteuer fast wie ein Schattenspiel anmutet. Genrekennner fühlen sich an *The Silent Age* aus dem Jahr 2013 erinnert, das ebenfalls Artdirector Thomas Ryder verantwortete.

Ein zufällig gewähltes Kapitel lässt sich kostenlos ausprobieren. Das gesamte Abenteuer, das etwa vier Stunden lang frustfrei unterhält, schaltet man durch einen einmaligen In-App-Kauf für rund 7 Euro frei.

(Joachim Kläschen/hze)



**Midnight Girl  
(Adventure)**

**Entwickler:** Italic ApS

**Systemanforderungen:**  
iOS / iPadOS ab 12

**Altersfreigabe:** ab 12 Jahren

**Preis:** 6,99 €

**Pro:** flüssiger Spielverlauf

**Contra:** wenig herausfordernde Rätsel



## Seitwärts zur Krone

*Prince of Persia: The Lost Crown* bringt bunte, schnelle Schwertkämpfe auf den Mac.

Das antike Persien befindet sich im Krieg. Der Spieler schlüpft in die Rolle des jungen Kämpfers Sargon, der auf und vor allem in dem fiktiven Berg Qaf nach einem entführten Prinzen sucht, um die Welt ins Gleichgewicht zu bringen.

Genretypisch für einen 2D-Sidescroller läuft und springt Sargon nur nach rechts oder links durch die Level. Der akrobatische Held kann unter Barrieren durchrutschen, an Wänden emporklettern und sich an Fahnenstangen schwingen. Auf diese Weise erreicht er auch höher gelegene Bereiche und Objekte. Auf dem Weg trifft Sargon verschiedene Gegner, die er mit seinen Schwertern besiegt. Das eingängige Kampfsystem setzt auf schnelle Kombinationen von leichten und schweren Attacken sowie Blocks. Größeren Schaden

verursacht Sargon, wenn er seine Athra-Kraft einsetzt: Diese lädt sich mit jedem Treffer im Kampf auf und durchbricht – einmal entfesselt – selbst gegnerische Blockaden. Jeder Level endet mit einem herausfordern-den, aber fairen Bosskampf. Für einen flüssigen Spielablauf empfiehlt es sich, einen Controller mit dem Mac zu koppeln. Etwas nervige Dialoge und Texteinblendungen führen die Handlung fort.

Auf seinem Weg sammelt Sargon Quest- und Sagenobjekte ein, die seine Fähigkeiten verbessern. Im Level verteilte Lebensbäume füllen die Gesundheit wieder auf und speichern automatisch den Fortschritt. Gelegentlich findet man Tränke, die die Gesundheit wiederherstellen. Diese sind besonders in der höchsten Schwierigkeitsstufe wichtig: Stirbt der Charakter dort, beginnt das Spiel von vorne.

Zwar fließt in den Kämpfen Blut, übertrieben brutal wirkt der jüngste Titel der Reihe jedoch nicht. Dazu trägt auch der bunte Comicstil bei, der an Animes erinnert. Die detailreichen Level machen das Spiel zu einem Hingucker. Auf einem MacBook Air M2 lief es flüssig.

Trotzziemlich dünner Handlung und einfacher Spielmechanik weiß *Prince of Persia: The Lost Crown* mit toller Grafik und schneller Action zu fesseln. Durch die verschiedenen Schwierigkeitsstufen fühlen sich auch Profis gut aufgehoben.

(Michael Reimann/hze)



**Ihre Meinung, Zusatzmaterial, Webcode:** [mac-and-i.de/wclj](http://mac-and-i.de/wclj)



# Fragen und Antworten

zu AirPods, iPhone-Kamera,  
Kompass-App, Numbers und mehr

redaktion@mac-and-i.de

## Apple Watch wechselt immer zum Kompass

**?** Bei Wanderungen öffnet meine Apple Watch Ultra immer selbstständig den Kompass. Ich schalte dann zum Zifferblatt oder zur Workout-Ansicht zurück, aber zu meiner Verärgerung wechselt die Watch kurz danach immer wieder zum Kompass. Eine Fehlbedienung kann ich ausschließen, der Kompass erscheint auch, ohne dass ich etwas aktiv mit der Uhr mache.

**!** Diesen irritierenden ständigen Wechsel zum Kompass haben wir ebenfalls schon beobachtet. Er betrifft nicht nur die Apple Watch Ultra, sondern etwa auch Series 10 und ältere Generationen. Die Ursache scheint eine gut gemeinte Neuerung von watchOS 11 zu sein: Sobald Sie in der Training-App etwa die Aufzeichnung einer Wanderung oder eines Outdoorlaufs starten, aktiviert sich automatisch die sogenannte Backtrack-Funktion des Kompasses – falls Sie sich an einem entlegenen Ort befinden. Sie dient dazu, Sie bei Bedarf anhand einzelner Wegpunkte zum Ausgangspunkt der Tour zurückzuleiten. In unübersichtlichem Gelände und fernab von Trails kann das hilfreich sein.

Die Watch ermittelt das unter anderem durch die WLAN-Dichte in der Umgebung sowie die auf dem iPhone vermerkten häufigen Aufenthaltsorte – etwa das eigene Zuhause. Sind Sie also an einem anderen Ort, wo weit und breit kein WLAN ist, sieht sich die Uhr



Leuchtet der Backtrack-Button rot, zeichnet die Kompass-App Wegpunkte auf, um zum Startpunkt zurückleiten zu können.

auf unbekanntem Terrain – und aktiviert Backtrack beim Trainingsstart. Das wiederum führt dazu, dass sich die Kompass-App laufend in den Vordergrund drängelt.

Es gibt zwei Wege, um das zu unterbinden: Öffnen Sie „Einstellungen > Training“ direkt auf der Uhr oder alternativ „Meine Uhr > Training“ in der Watch-App auf dem iPhone. Scrollen Sie bis zum Abschnitt „Kompass“ und schieben Sie dort den Schalter für „Backtrack“ nach links auf aus. Achtung: Auf unbekannten Wegen müssen Sie dann bei Bedarf selbst daran denken, die Backtrack-Funktion zu starten. Öffnen Sie dafür die Kompass-App und tippen Sie auf den an ein S erinnernden Button unten rechts.

Möchten Sie die Automatik zur Sicherheit beibehalten, können Sie stattdessen den steten Wechsel zur Kompass-App unterbinden. Öffnen Sie dafür „Einstellungen > Allgemein > Zur Uhr zurück > Kompass“ und schalten Sie dort unten die Option „Zur App zurückkehren“ ab. Das unterbindet den Wechsel zum Kompass, aber nicht die Aufzeichnung der Spur. Sie können die App jederzeit manuell öffnen und per Backtrack die Schritte zum Ausgangspunkt zurückverfolgen. (lbe)

## iPhone-Stummschalter reparieren

**?** Mein Vater hat ein altes iPhone 8 bekommen und ärgert sich, dass der Stummschalter nicht funktioniert. Der Schalter rastet weder ein noch löst er aus, sodass das iPhone dauerhaft stummgeschaltet bleibt. Kann man das reparieren? Und lohnt sich das überhaupt?

Funktioniert ein iPhone-Button nicht, liegt es oft an der zugehörigen Kabelgruppe – hier vom iPhone 7.



! Es kommt darauf an. Meist liegt es nicht an den Knöpfen, sondern an den Folienschaltern, die auf den dünnen Kabeln („flex cable“) unterhalb der Buttons liegen. Apple nennt für ältere iPhones keine Preise für die Reparatur von einzelnen Knöpfen oder Kabeln. Im offiziellen Ersatzteil-Shop lassen sich die entsprechenden Teile auch nicht ordern. Bei solchen Defekten würde Apple nicht den Button reparieren, sondern das gesamte Gerät gegen eine Pauschale von 419 Euro austauschen. Das lohnt sich definitiv nicht, da der Zeitwert je nach Zustand und Speicherausstattung zwischen 80 und 160 Euro liegt und das iPhone 8 nach iOS 16 keine Updates mehr erhält.

Freie Werkstätten oder Handyshops reparieren Geräte durchaus günstiger, hier kostet die Knopfreparatur zwischen 60 und 90 Euro. Allerdings kann die Qualität der Reparatur durchaus schwanken, zudem verwenden diese Shops oft keine Original-Ersatzteile.

Mit etwas Bastlergeschick und dem richtigen Werkzeug können Sie sich selbst an die Reparatur wagen. Anleitungen finden Sie auf Reparaturportalen wie iFixit oder auch bei YouTube. Möglicherweise ist der Knopf nur verdreckt und funktioniert nach einer kurzen Reinigung wieder. Falls nicht, können Sie sich die passende Kabelgruppe bei eBay & Co. für 10 bis

**Wie viel kostet die Serviceleistung?**

Verwende unser Tool „Kostenanschlag einholen“, um mögliche Kosten zu ermitteln, wenn du den Service direkt von Apple beziehst. Wenn du einen anderen Service Provider wählst, kann dieser eigene Gebühren festlegen, frage ihn also nach einem Kostenanschlag. Für Serviceleistungen, die von AppleCare+ abgedeckt sind, ist die Gebühr pro Vorfall gleich hoch, unabhängig davon, welchen Service Provider du wählst.

Für einige ältere Produkte ist der Hardware-Service möglicherweise nicht mehr verfügbar.

[Informationen zu abgekündigten und Vintage-Produkten](#)

Kostenanschlag einholen  
Triff deine Auswahl unten.

Art der Dienstleistung  
Sonstiger Schaden

Produkt oder Teilteil  
iPhone 8

Modell  
iPhone 8

Brauchst du Hilfe bei der Identifizierung deines Modells?

Kostenanschlag erhalten

Deine geschätzten Kosten  
Wir prüfen deinen Leistungsantrag, um die endgültige Servicegebühr zu ermitteln.  
Falls verfügbar, kannst du für diese Gebühr die Vorteile deines AppleCare+ Plans nutzen:

419 €      99 €

Service erhalten

Wir überprüfen dein Produkt, sobald wir es erhalten. Wenn andere Probleme gefunden werden, können zusätzliche Gebühren anfallen. Alle Gebühren verstehen sich in Euro und beinhalten die jeweils geltende Mehrwertsteuer. Wenn wir dein iPhone unterscheiden müssen, wird eine Versandgebühr erhoben.

**Apple bietet keine kostenpflichtige Button-Reparatur an. Stattdessen wird meist das ganze Gerät getauscht.**

20 Euro ordern und eigenhändig aus tauschen. Die Teilequalität schwankt jedoch je nach Lieferant. Zudem erfordert die Reparatur Geduld und Präzision, da die Kabelgruppe neben dem Stummschalter auch die Lautstärketasten, den Kamerablitz sowie den Ein-/Ausschalter beherbergt. Schlechtestenfalls könnten Sie also ungewollt noch mehr Schaden verursachen.

Falls Ihnen eine Reparatur zu aufwendig oder zu teuer erscheint, hilft ein einfacher Workaround: Aktivieren Sie auf dem iPhone die Funktion „Assistive-Touch“ unter „Einstellungen > Bedienungshilfen > Tippen > AssistiveTouch“. Legen Sie hier unter „Hauptmenü anpassen“ einen Button fest, der die Funktion des Stummschalters übernimmt, indem Sie ihn mit dem Befehl „Ton aus“ belegen. Nun kann Ihr Vater über den virtuellen Button den Ton ein- oder ausschalten, die tatsächliche Schalt position des physischen Buttons spielt dafür keine Rolle. Falls sich Ihr Vater an dem eingeblendeten Button stört, schalten Sie den Ton zunächst ein und deaktivieren danach AssistiveTouch, bis Sie die Bedienungshilfe wieder benötigen. (hze)

## AirPods spielen plötzlich leiser

? Manchmal spielen meine AirPods Pro Musik plötzlich leiser, wenn ich sie im Ohr habe. Umgekehrt erhöht sich die Lautstärke von allein. Und manchmal lässt die Geräuschunterdrückung nach. Wie kommt das?

! Vermutlich liegt das an den Funktionen „Personalisierte Lautstärke“ und „Adaptives Audio“. Bei der ersten Funktion passen die AirPods die Lautstärke an die Umgebung an, bei der zweiten Funktion verändern die AirPods die Intensität der Geräuschunterdrückung. So kann es vorkommen, dass die AirPods die Lautstärke erhöhen, wenn ein Zug oder eine Straßenbahn an Ihnen vorbeirauscht oder sich das ANC verstärkt. Auch die „Konversationserkennung“ könnte dahinterstecken. Sie verringert die Lautstärke der AirPods, sobald der Träger zu sprechen beginnt. Spielen gerade Podcasts, werden diese sogar angehalten. Hört man zu sprechen auf, steigt die Lautstärke nach kurzer Zeit wieder an. Die Funktionen nutzen maschinelles Lernen, ihre Effekte verändern sich mit der Zeit. Sie be-



treffen nur die AirPods Pro 2 und die AirPods 4 mit ANC, nicht aber Max oder die ersten AirPods Pro.

Um die Funktionen anzupassen, müssen Sie Ihre AirPods aus der Hülle nehmen und ins Ohr stecken, sodass Ihr iPhone mit ihnen gekoppelt ist. Öffnen Sie die iOS-Einstellungen und tippen unter „Bluetooth“ neben Ihren AirPods auf das blaue i-Symbol. Die personalisierte Lautstärke sowie die Konversationserkennung schalten Sie ein- oder aus, indem Sie den jeweiligen Schalter umlegen. Unter „Adaptives Audio“ regulieren Sie, ob die Geräuschunterdrückung stärker oder schwächer arbeitet. Probieren Sie die Stufen durch und geben dem Ganzen etwas Zeit. Falls Sie der adaptive Modus stört, deaktivieren Sie ihn. Dazu öffnen Sie bei verbundenen AirPods das iOS-Kontrollzentrum und wählen unter „Geräuschkontrolle“ den Modus „Transparenz“, „Geräuschunterdrückung“ oder „Aus“. (hze)

**Bei AirPods Pro 2 und AirPods 4 wirken sich spezielle Hörfunktionen auf Geräuschunterdrückung und Lautstärke aus.**

## Sprachnachrichten schneller abspielen

**?** Ich erhalte oft lange Sprachnachrichten. Bei iMessage kann ich inzwischen das oft hilfreiche Transkript überfliegen. Bei RCS-Sprachnachrichten fehlt das aber. Kann ich die Audionachrichten beim Abhören beschleunigen?

**Das Aufklappmenü** erlaubt es, Sprachnachrichten bis zur doppelten Geschwindigkeit zu beschleunigen.



**!** Seit iOS 17 unterstützt es Apples Nachrichten-App zum Glück, iMessage- wie RCS-Sprachmitteilungen schneller abzuspielen. Das Feature ist aber gut versteckt. Halten Sie den Play- respektive Wiedergabe-Button mit dem Finger kurz gedrückt, um das Aufklappmenü zu öffnen. Darüber stellen Sie die gewünschte Abspielgeschwindigkeit ein, von 1x über 1,25x, 1,5x bis zu 2x. Sie gilt nur

einmalig für die ausgewählte Sprachnachricht. Nach dem Abhören setzt die Nachrichten-App die Geschwindigkeit automatisch auf 1x zurück. Spulen können Sie übrigens bequem über die Mediensteuerung auf dem Sperrbildschirm, drücken Sie dafür nach dem Start der Wiedergabe die Standby-Taste oder wischen Sie vom oberen Bildschirmrand nach unten. (lbe)

## MacBook-Tastatur ungestört reinigen

**?** Gibt es eine Möglichkeit, zu verhindern, dass ein MacBook M3 beim Aufklappen oder beim Berühren anderer Tasten als dem Einschaltknopf automatisch startet? Wenn man die Tastatur einmal reinigen will, ist das automatische Einschalten leider etwas hinderlich.

**!** Uns ist keine Möglichkeit bekannt, wie Sie das Einschalten auf den Power-Button beschränken. Tipps zur Manipulation des NVRAM im Terminal, die im Netz kursieren, verhindern bei Intel-Macs lediglich das Einschalten durch Aufklappen. Das MacBook startet trotzdem beim Betätigen einer beliebigen Taste. MacBooks mit Apple-Silicon-Chip verweigern nach derartigen Tricks sogar den Start.

Sie können zum Reinigen der Tastatur jedoch auf diverse kostenlose Tools zurückgreifen: KeyboardCleanTool von den Machern von BetterTouchTool sowie das im App Store erhältliche Fuzzy (alle Links siehe Webcode am Ende des Artikels) blockieren die Tastatur, bis Sie einen bestimmten Button anklicken. Dazu müssen Sie den Programmen in der Systemeinstellung „Datenschutz & Sicherheit“ den Zugriff auf die „Bedienungshilfen“ gewähren.

Das Programm Keyboard Cleaner benötigt diese Berechtigung nicht, da es sich als Vollbildanwendung in den Vordergrund setzt



Mit einem Tool blockieren Sie die Tastatur, um sie ungestört reinigen zu können.

und damit auch jegliche Trackpad-Klicks abfängt. Allerdings können hier Multitouch-Gesten dazu führen, dass das Tool aus dem Fokus gerät und Sie dann doch versehentlich Eingaben auslösen.

Grundsätzlich sollten Sie zur Reinigung keine Flüssigkeiten auf das Gerät sprühen oder mit durchnässten Lappen hantieren. Apple empfiehlt ein weiches, fusselfreies Tuch und rät explizit von Hand- oder Papiertüchern ab. Bei hartnäckigen Verunreinigungen können Sie das Tuch entweder mit 70-prozentigem Isopropylalkohol oder 75-prozentigem Ethylalkohol leicht einsprühen. Auch Clorox-Desinfektionstücher sind geeignet. (wre)

## Standard-Font in Numbers einstellen

**?** Wenn ich ein neues Tabellendokument erstelle, nutzt es die Schrift Helvetica Neue. Ich muss dann immer mühselig meinen Wunsch-Font einstellen. Kann ich den nicht als Default für alle Tabellen festlegen?

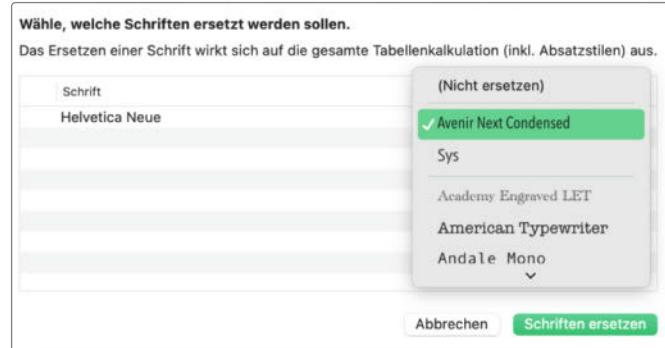
**!** Welche Schriften ein neues Dokument nutzt, hängt von der zuvor gewählten Vorlage ab. Eine globale Einstellung gibt es nicht. Sie können aber auf Basis einer bestehenden Vorlage eine eigene mit der gewünschten Schrift erstellen, was am Mac recht einfach ist.

- Legen Sie ein neues Dokument an und wählen dazu die gewünschte Vorlage aus.

- Führen Sie den Menübefehl „Format > Schrift > Schriften ersetzen ...“ aus.
- Geben Sie etwa für Helvetica Neue Ihre Wunschschrift an und klicken auf „Schriften ersetzen“, womit auch alle Stilvorlagen im Dokument angepasst werden.
- Speichern Sie das abgewandelte leere Dokument über „Ablage > Als Vorlage sichern ...“.
- Geben Sie einen gut nachvollziehbaren Namen ein, etwa indem Sie den Font ergänzen: „Leer (Avenir Next Condensed)“. Wann immer Sie ein neues Tabellendokument erstellen möchten, wählen Sie nun die neue Vorlage aus. Auf die gleiche Weise können Sie weitere Standardvorlagen erstellen. Bei aktiviertem iCloud-Sync stehen die neuen Vorlagen auch auf iOS/iPadOS zur Verfügung.

Hier müssen Sie allerdings die Vorlagenauswahl nutzen, der Button „Neue Tabellenkalkulation“ verwendet grundsätzlich die Vorlage „Leer“ von Apple.

Am Mac können Sie in den Programmeinstellungen (Command + Komma) die Standardvorlage festlegen. Dann öffnen Sie via „Ablage > Neu“ oder Command + N nicht mehr den Dialog „Vorlage auswählen“, sondern direkt ein leeres Dokument mit der Wunschvorlage. Den Dialog erreichen Sie dann nur noch, indem Sie das Ablage-Menü mit gedrückter Optionstaste öffnen oder Option + Command + N drücken. (wre)



In Numbers für macOS lässt sich die Standardschrift eines Dokuments schnell durch eine andere ersetzen.

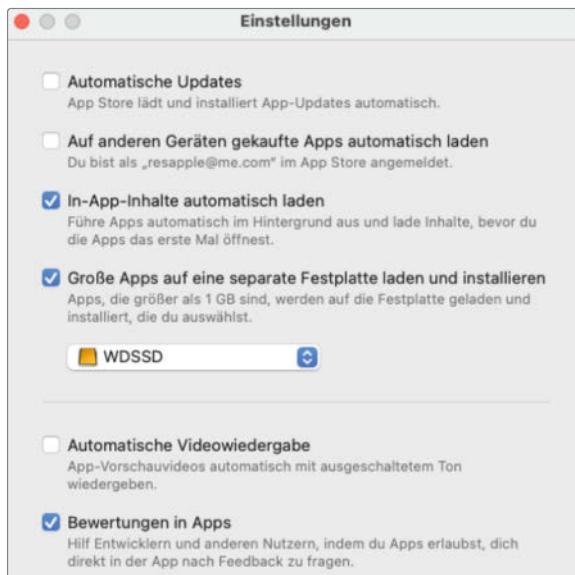
## Speicherort für Mac-Apps aus dem App Store ändern

**?** Die SSD von meinem Mac wird langsam zu klein.

Ich würde gerne Apps auf eine externe Festplatte auslagern, aber Apples App Store installiert Programme immer auf der Haupt-SSD. Kann man das ändern?

**!** Ab macOS 15.1 Sequoia erlaubt Apple es endlich, speicherhungrige App-Store-Apps auf externen Medien zu installieren. Das klappt zwar mit Festplatten, wegen der höheren Geschwindigkeit sollten Sie allerdings besser zu einer SSD greifen.

Die Option taucht erst nach dem Update auf. Sofern noch nicht geschehen, sollten Sie also zunächst Ihren Mac aktualisieren. Verbinden Sie anschließend die SSD mit Ihrem Computer, öffnen den App Store und wählen über die Menüleiste „App Store > Einstellungen“. Setzen Sie den Haken bei „Große Apps auf eine separate Festplatte laden und



Ab macOS Sequoia installiert der App Store auf Wunsch speicherhungrige Apps auf externen SSDs oder Festplatten.

installieren“. In dem Pull-down-Menü, das sich daraufhin öffnet, selektieren Sie die SSD respektive das Volume, auf dem die Apps landen sollen. Der App Store lädt dann Programme, die größer als ein Gigabyte sind, automatisch auf das externe Medium. Bereits installierte Programme werden nicht verschoben und Apps, die weniger als ein Gigabyte Platz belegen, landen weiterhin auf der internen SSD.

Andere digitale Stores wie Epic Games, Steam oder GOG bieten schon länger an, externe Medien als Installationsort auszuwählen. Eine Grenze für kleinere Apps gibt es dabei nicht. Das Vorgehen haben wir in Mac & i Heft 6/2023 auf Seite 141 beschrieben. (hze)

## iPhone lässt sich nicht mehr bedienen und ausschalten

**?** Mein iPhone 16 Pro zeigt ohne ersichtlichen Grund einen stark vergrößerten Ausschnitt des Ausschalt-Screens. Ich kann es weder bedienen noch ausschalten.

**!** Um nicht warten zu müssen, bis der Akku leer ist und das iPhone von allein ausgeht, gibt es spezielle Tastenkombinationen: Drücken Sie die Lauter-Taste kurz und sofort danach die Leiser-Taste. Halten Sie dann gleich die Seitentaste so lange gedrückt, bis das Apple-Logo angezeigt wird, was mehr als 15 Sekunden dauern kann.

Falls Ihr iPhone danach den Start mehrfach abbricht, bleibt Ihnen noch, die Aktualisie-



zung zu probieren. Dazu schließen Sie das iPhone per Kabel am Mac (oder PC mit iTunes) an und versuchen, es im Finderfenster auszuwählen. Wiederholen Sie dann das Drücken der drei Tasten wie oben beschrieben. Wählen Sie anschließend „Aktualisieren“. Wenn auch das nichts hilft, wiederholen Sie das Ganze und wählen „Wiederherstellen“. Dabei gehen die Daten auf dem iPhone verloren. Wenn Sie ein Backup haben, können Sie dieses einspielen. (jes)

Wenn das Drücken der drei Tasten nacheinander das iPhone nicht wiederbelebt, hilft das Aktualisieren per Kabel zum Mac.

## iPhone-Frontkamera spiegeln

**?** Bei meiner Freundin sehen Selfies immer anders aus als bei mir. Wenn sie bei ihrem Samsung-Selfie rechts steht und ich links, ist es bei meinem iPhone genau umgekehrt: Ich stehe rechts und sie links.

**!** Beim iPhone können Sie entscheiden, ob die Frontkamera ein Selfie spiegelt oder nicht. Die Option finden Sie allerdings nicht in der Kamera-App selbst. Öffnen Sie stattdessen in den Einstellungen des iPhone die Optionen für die „Kamera“. Dort finden Sie weiter unten die Option „Frontkamera spiegeln“ und können Sie deaktivieren. (ims)



Im Menü „Kamera“ der iPhone-Einstellungen finden Sie die Möglichkeit, das Bild der Frontkamera zu spiegeln.

## Beats Pill mit mieser Tonqualität

**?** Wenn ich Videokonferenztools wie Teams oder FaceTime mit der Beats Pill nutze, klingt der Ton deutlich schlechter, als wenn ich über die Pill Musik höre. Irgendwie fehlt komplett der Bass. Spiele ich parallel dazu Musik ab, ertönt diese ebenfalls dünn und blechern – bis ich etwa einen Team-Call beende. Was ist da los?

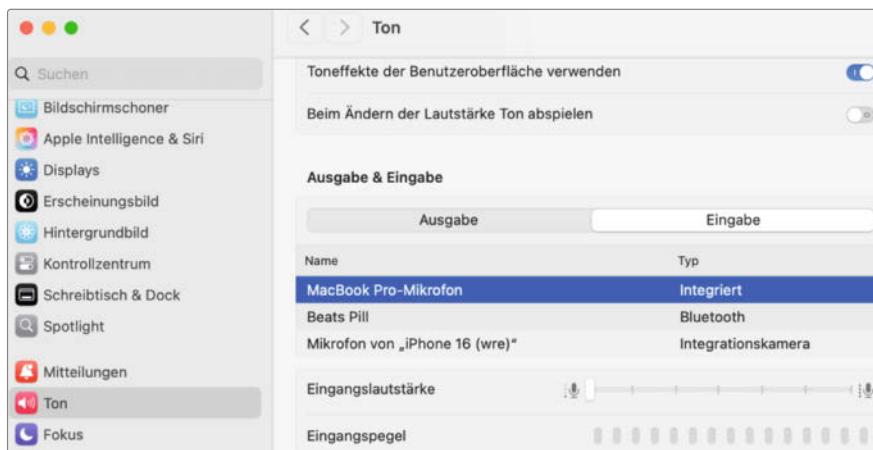
**!** Die Beats Pill besitzt ein integriertes Mikrofon. Sobald dieses aktiv ist, überträgt sie sowohl Audio- als auch Sprachdaten – aufgrund der begrenzten Bluetooth-Bandbreite allerdings per Funk nur mit reduzierter Audioqualität. Das hängt mit den unterschiedlichen Profilen zusammen, die Bluetooth-Geräte je nach Anwendungsfall nutzen: Das A2DP-Profil, das hochwertigen Stereosound liefert, funktioniert nicht, wenn das Mikrofon aktiv ist. Die Profile HSP (Headset) und HFP (Hands-Free) übertragen zwar Audio- und Sprachdaten bidirektional, aber in einer geringeren Audioqualität. Dieses Problem betrifft viele Bluetooth-Lautsprecher und -Kopfhörer mit eingebautem Mikrofon. Zwar können Sie die Beats Pill für eine verlustfreie Audiowiedergabe auch per USB-C betreiben (halten Sie beim Anstöpseln den Einschaltknopf gedrückt, damit Beats Pill USB-C-Audio aktiviert); während unserer Tests mit Firmware 2C289 reduzierte sich die Tonqualität allerdings trotzdem, sobald das Mi-

krofon aktiviert wurde. Per Kabel wäre eigentlich eine höhere Bandbreite möglich.

Bei Gesprächen und Konferenzen über einen Mac mit integriertem Mikrofon können Sie das Problem umgehen: Wechseln Sie in Ihrer Videokonferenzlösung das Mikrofon und wählen beispielsweise „MacBook Pro-Mikrofon (Built-in)“ aus. Gerade bei modernen Macs dürften sich die Gesprächsteilnehmer dann auch über eine bessere Sprachqualität freuen. Sobald Sie die Beats Pill ausschließlich zur Wiedergabe nutzen, bekommen Sie den gewohnten vollen Klang zurück.

Sie können auch auf Systemebene das Standardeingabegerät umschalten. Öffnen Sie dazu die Systemeinstellung „Ton“ und wechseln bei „Ausgabe & Eingabe“ in den Reiter „Eingabe“. Weil der Vorgang automatisch das Mikrofon aktiviert, verringert er vorübergehend die Qualität der aktuellen Musikwiedergabe. Klicken Sie auf das gewünschte Eingabegerät, und der aktuelle Song ertönt nach kurzer Zeit wieder mit gutem Klang.

Wenn Sie nicht gerade ein Gespräch führen oder unklar ist, welche App das Mikrofon überhaupt aktiviert hat, öffnen Sie das Kontrollzentrum. Ganz oben steht, welche Programme Kamera und / oder Mikrofon belegen. Bei mehreren Apps hilft ein Klick, um zuordnen zu können, welche Anwendung worauf zugreift. Wenn Sie jene mit aktiviertem Mikrofon beenden oder dort das Eingabegerät umschalten, ertönt Ihre Musik wieder in vollem Klang. (wre)



Wenn Sie in den Systemeinstellungen das Standardmikrofon wechseln, sollte die Beats Pill durchgängig die hohe Wiedergabequalität nutzen.

Das Kontrollzentrum verrät, welche Apps aktuell auf das Mikrofon zugreifen.



## Cursor löst Schnellnotiz aus

**?** Wann immer ich den Cursor in die rechte untere Ecke meines Schreibtischs bewege, blendet macOS dort eine Notiz ein, die sich beim Anklicken vergrößert. Die Notiz stört mich, weil sie auch den Papierkorb vom Dock verdeckt. Was ist das und wie werde ich das los?



**!** Es handelt sich um die Schnellnotiz, die seit Monterey Teil von macOS ist. Aufgerufen wird diese wie in Ihrem Fall über eine aktive Ecke. Das können Sie leicht deaktivieren: Klicken Sie in den Systemeinstellungen unter „Schreibtisch & Dock“ ganz unten rechts auf „Aktive Ecken“. Nun können Sie die Belegung der vier Bildschirmecken per Dropout-Menü verändern. Statt einer Schnellnotiz können Sie so etwa den Schreibtisch einblenden, den Ruhezustand für Ihren Monitor aktivieren oder die aktive Ecke gänzlich abschalten. Anschließend speichern Sie die neue Belegung mit „Fertig“.

Falls Sie doch mal die Schnellnotiz benötigen, können Sie diese auch per Globus/Fn + Q einblenden. (hze)

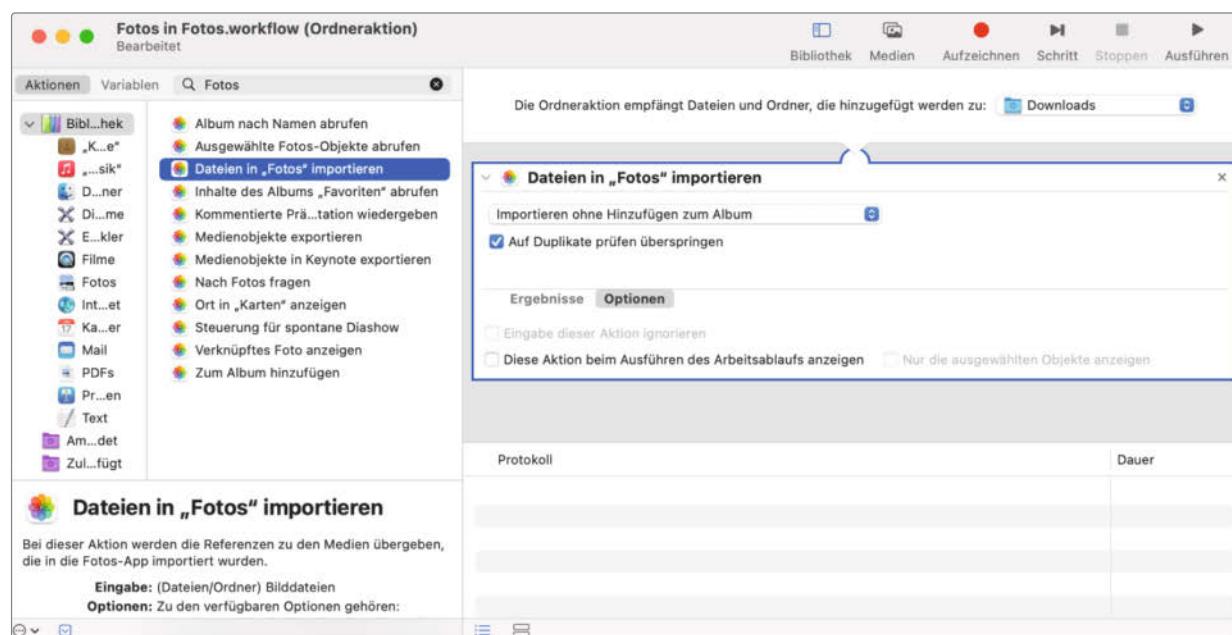
Für den einen lästig, für den anderen praktisch: Aktive Ecken können Schnellnotizen auf dem Mac öffnen.

## Bilder automatisch in Fotos importieren

**?** Wenn mein Sohn mir per AirDrop ein Bild sendet, fragt mich der Mac, ob ich es „In Fotos öffnen“ oder „Im Downloads-Ordner sichern“ will. Bilder, die ich mir von meinem iPhone selbst sende, speichert der Mac ohne Rückfrage im Downloads-Ordner. Kann ich das ändern, sodass sie automatisch in Fotos landen?

**!** Derzeit gibt es keine direkte Möglichkeit, das automatisch zu steuern. Sie können jedoch automatisieren, dass der Mac die empfangenen Bilder in die Fotos-App importiert. Öffnen Sie

dazu die Automator-App, wählen „Neues Dokument“ und „Ordneraktion“. Wenn Sie dann auf „Ordner auswählen“ und „Andere ...“ klicken, öffnet sich ein Fenster, das den Downloads-Ordner in der Seitenleiste zeigt (sofern Sie ihn im Finder nicht ausgeblendet haben). Geben Sie anschließend im Suchfenster neben „Aktionen“ das Wort „Fotos“ ein. Dadurch filtert der Automator die möglichen Aktionen der Fotos-App. Ziehen Sie „Dateien in Fotos importieren“ in das Hauptfenster. Dort können Sie über weitere „Optionen“ entscheiden, ob die Bilder etwa automatisch in einem bestimmten Album landen sollen. Speichern Sie die Automation über „Ablage > Sichern“, um die Bilder zukünftig automatisch zu importieren. (ims)

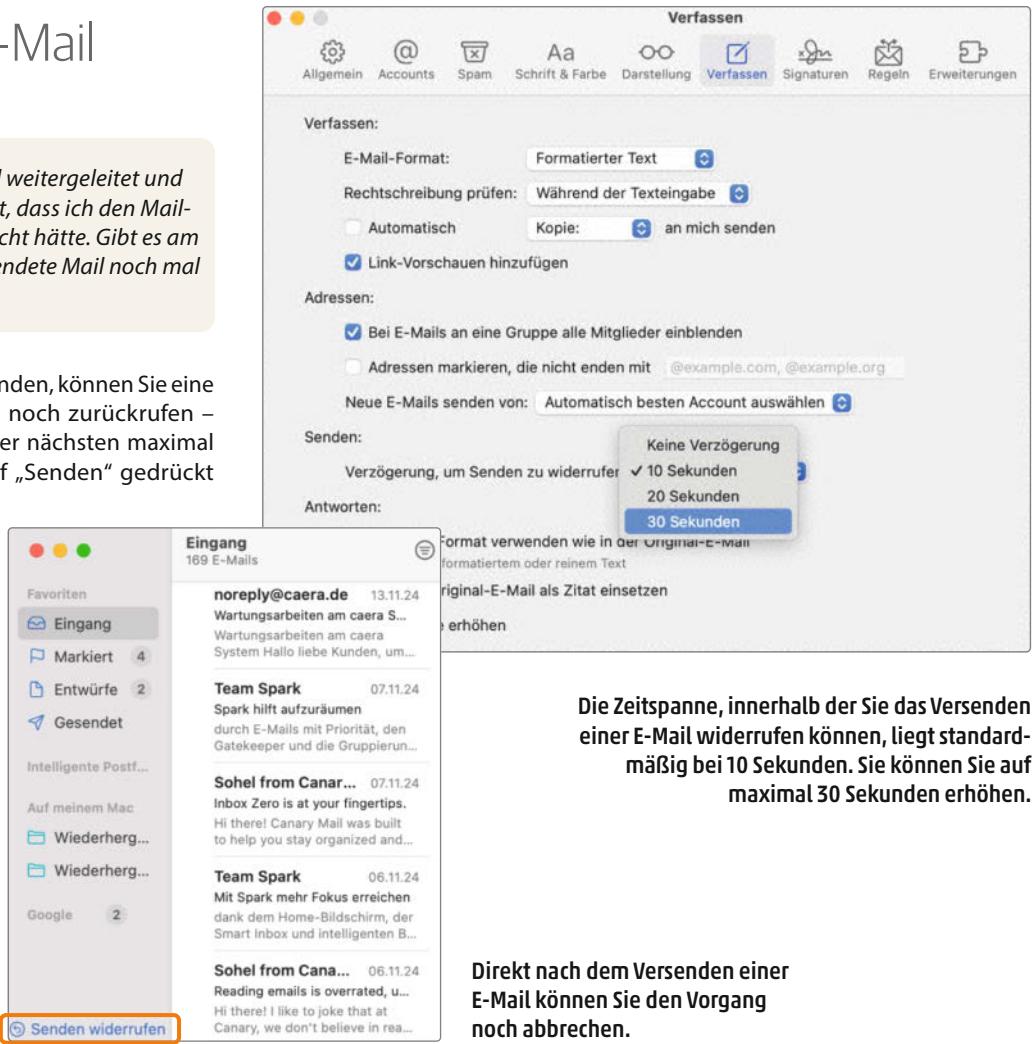


Der Apple Automator stellt viele Aktionen zur Verfügung, die Sie nach der Auswahl noch anpassen können.

## Senden einer E-Mail widerrufen

**?** Letzten habe ich eine Mail weitergeleitet und erst hinterher dran gedacht, dass ich den Mailverlauf besser vorher gelöscht hätte. Gibt es am Mac eine Möglichkeit, eine versendete Mail noch mal zurückzurufen?

**!** Wenn Sie Apple Mail verwenden, können Sie eine gerade versendete E-Mail noch zurückrufen – allerdings nur innerhalb der nächsten maximal 30 Sekunden. Nachdem Sie auf „Senden“ gedrückt haben, erscheint unten links in der Statusleiste die Option „Senden widerrufen“. Sie finden sie außerdem im Menü „Bearbeiten“ oder können die Tastenkombination Command + Z verwenden. Wenn Sie nicht schnell genug reagieren, gibt es anschließend keine Möglichkeit mehr, mit Apple Mail eine E-Mail zurückzurufen. Das Intervall liegt standardmäßig bei 10 Sekunden. Unter „Mail > Einstellungen > Verfassen > Verzögerung, um Senden zu widerrufen“ können Sie es bis auf 30 Sekunden erhöhen. (ims)



Die Zeitspanne, innerhalb der Sie das Versenden einer E-Mail widerrufen können, liegt standardmäßig bei 10 Sekunden. Sie können Sie auf maximal 30 Sekunden erhöhen.

Direkt nach dem Versenden einer E-Mail können Sie den Vorgang noch abbrechen.

## aptX-Codecs auf dem Mac anzeigen

**?** Ich habe einen älteren kabellosen Kopfhörer, der auch den hochwertigen Bluetooth-Codec aptX unterstützt, aber kein AAC. iOS beherrscht aptX ja nicht. Kann macOS das noch? Früher hat mir das Bluetooth-Menü von macOS den aktuellen Codec angezeigt, die Einstellung finde ich aber nicht mehr.

**!** Welcher Bluetooth-Codec gerade aktiv ist, lässt sich bei aktuellen Versionen von macOS leider nicht mehr so leicht erkennen: Mit macOS Sonoma hat Apple die Anzeige aus den Bluetooth-Einstellungen entfernt. Auch das Entwicklertool Bluetooth Explorer, das eine aptX-Verbindung erzwingen konnte, funktioniert nicht mehr.

Den aptX-Codec können Sie aber weiterhin einschalten. Geben Sie über das Terminal den Befehl sudo defaults write bluetoothaudiod „Enable AptX codec“ -bool true ein, gefolgt von einer verdeckten Passworteingabe. Nach einem Neustart sollte der Codec funktionieren.

```
holgerzelder -- zsh -- 80x24
Last login: Wed Nov 20 17:12:50 on ttys000
holgerzelder@hzemac ~ % defaults read bluetoothaudiod
2024-11-20 17:13:14.905 defaults[73928:5693091]
Domain bluetoothaudiod does not exist
holgerzelder@hzemac ~ % sudo defaults read bluetoothaudiod
Password:
{
    "Enable AptX codec" = 1;
}
holgerzelder@hzemac ~ %
```

macOS beherrscht weiterhin den AptX-Codec. Im Terminal können Sie ihn aktivieren und kontrollieren, ob das erfolgreich war.

ren. Überprüfen Sie es ebenfalls über das Terminal mit dem Befehl sudo defaults read bluetoothaudiod, gefolgt von der verdeckten Passworteingabe. Gibt die Kommandozeile „Enable AptX codec“ = 1 zurück, ist der Codec wieder aktiv. (hze)

# IMPRESSUM

## Redaktion Mac & i

E-Mail: [redaktion@mac-and-i.de](mailto:redaktion@mac-and-i.de)  
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.mac-and-i.de](http://www.mac-and-i.de)

## 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

Die nächste Mac & i  
erscheint voraussichtlich  
am 28. März 2025.

### Chefredakteure:

Torsten Beeck ([tbe@heise.de](mailto:tbe@heise.de),  
verantwortlich für den Textteil),  
Dr. Volker Zota ([vza@heise.de](mailto:vza@heise.de))

### Leitender Redakteur:

Sebastian Trepesch ([tre@mac-and-i.de](mailto:tre@mac-and-i.de))

### Redaktion:

Leo Becker ([lbe@mac-and-i.de](mailto:lbe@mac-and-i.de)),  
Wolfgang Kreutz ([wre@mac-and-i.de](mailto:wre@mac-and-i.de)),  
Johannes Schuster ([jes@mac-and-i.de](mailto:jes@mac-and-i.de)),  
Inge Schwabe ([ims@mac-and-i.de](mailto:ims@mac-and-i.de)),  
Ben Schwan ([bsc@mac-and-i.de](mailto:bsc@mac-and-i.de)),  
Holger Zelder ([hze@mac-and-i.de](mailto:hze@mac-and-i.de))

### Ständige Mitarbeiter

Christoph Dernbach, Tobias Engler, Joachim Kläschen,  
Mark Zimmermann

### Autoren dieser Ausgabe:

Michael Brenner, Thomas Joos, Benjamin Kraft, Horst-Dieter Radke, Michael Reimann, Thomas Sillmann,  
Dušan Živadinović

### Assistenz:

Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

### DTP-Produktion:

Vanessa Bahr, Anne-Marie Berndt, Dörte Bluhm,  
Lara Bögner, Beatrix Dedeck, Madlen Grunert,  
Cathrin Kapell, Steffi Martens, Leonie Preuß, Lisa Reich,  
Marei Stade, Matthias Timm, Christiane Tümmeler,  
Heise Medienwerk GmbH & Co. KG

### Xpublisher-Technik:

Melanie Becker, Thomas Kaltschmidt,  
Pascal Wissner

### Fotografie:

Andreas Wodrich, Melissa Ramson

### Herausgeber:

Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

### Geschäftsführer:

Ansgar Heise, Beate Gerold

### Mitglieder der Geschäftsleitung:

Falko Ossmann, Jörg Mühle

### Anzeigenleitung:

Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/mac\\_and\\_i](http://www.heise.de/mediadaten/mac_and_i)

### Leiter Vertrieb und Marketing:

André Lux (-299)

### Druck:

Dierichs Druck + Media GmbH & Co. KG  
Frankfurter Straße 168  
34121 Kassel

### Vertrieb Einzelverkauf:

DMV DER MEDIENVERTRIEB GmbH & Co. KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1850  
E-Mail: [info@dermedienvertrieb.de](mailto:info@dermedienvertrieb.de)

### Einzelpreis:

€ 12,90; Schweiz CHF 21.90; Österreich € 14,20;  
Benelux € 15,20; Italien € 15,90

### Abonnement-Preise:

Das Jahresabo (7 Ausgaben) kostet inkl. Versandkosten:  
Inland € 77,00; Österreich € 84,70; Schweiz CHF 130.55;  
Europa € 90,65; restl. Ausland € 102,20.

Das Mac & i-Plus-Abonnement – inkl. Zugriff auf die App für iOS, auf heise Select ([www.heise.de/select/mac-and-i](http://www.heise.de/select/mac-and-i)) sowie das Mac & i-Artikel-Archiv – kostet pro Jahr € 6,30 (Schweiz CHF 7,00) Aufpreis.

Mitglieder der GI (Gesellschaft für Informatik e. V.) erhalten das Abonnement zu einem ermäßigten Preis mit 25 % Mitgliederrabatt (gegen Vorlage eines Nachweises).

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

Wir wechseln voraussichtlich Ende Februar 2025  
unseren Service-Partner. Mehr auf [heise.de/service](http://heise.de/service)

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 Verfügungrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in diesem Heft erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher:  
[www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.

Innenteil gedruckt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen „Der Blaue Engel“.

© Copyright 2025 by Heise Medien GmbH & Co. KG  
ISSN 2193-8938





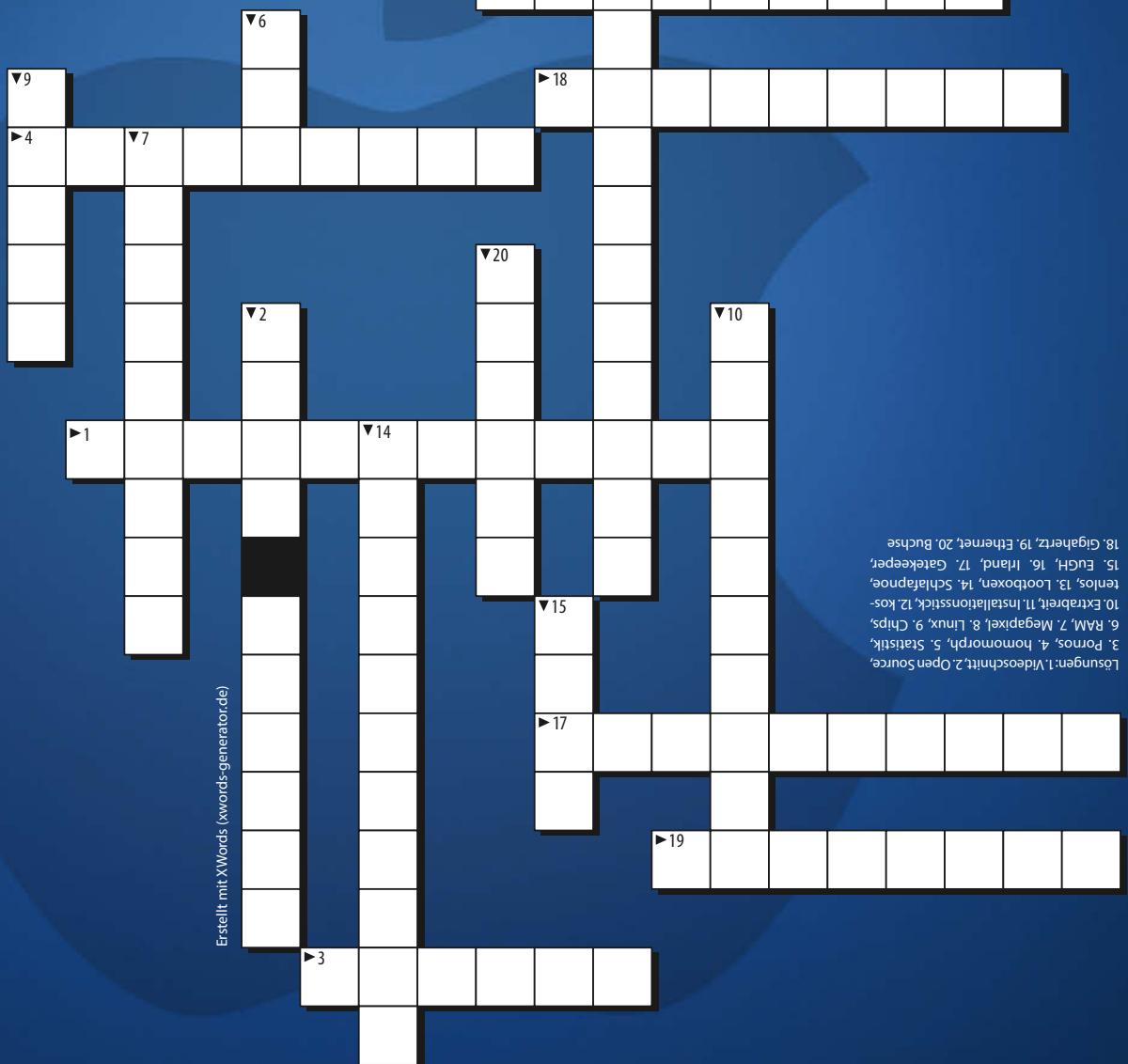
Rätsel in der  
App CrossCraft  
lösen

<https://heise.de/s/eeM0B>



Rätsel im  
Browser  
lösen

<https://heise.de/s/AXrp4>



## Rätsel für Nerds

1. Das bekommt ein Film beim Friseur
2. Damit lassen sich Entwickler in die Karten blicken
3. Welche Inhalte wollte bereits Steve Jobs nicht im App Store haben?
4. Wie müssen Daten verschlüsselt sein, um ohne Entschlüsselung damit rechnen zu können?
5. Manche trauen ihr nur, wenn sie diese selbst gefälscht haben
6. 16 GByte davon sind neuerdings bei Macs Standard
7. Kein riesiger Bildpunkt, sondern massig viele

8. Ist wie macOS ein Unix
9. Helfen beim Rechnen und krümeln nicht
10. Diese Band hat nicht über Ultrawide-Displays gesungen
11. Steckgerät, das beim Installieren eines Betriebssystems hilft
12. Freeware ist toll, denn sie ist ...
13. Ausbeuterische Glücksspiel-Elemente in Apps
14. Wenn einem im Schlaf der Atem stockt
15. Davor endet hierzulande so mancher Rechtsstreit
16. Apple betreibt dort keinen Pub
17. Von der EU regulierte Marktförster
18. Gigantische Frequenz
19. Vernetzende Strippentechnologie
20. Heimat für Stecker



# MIT Mac & i IMMER AM BALL

2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

#### Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe

Für nur 16,80 € statt 25,80 € (Preis in Deutschland)



#### + Geschenk nach Wahl

z. B. Kabelbox mit Adapters oder Buch Apple Junkies



Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/vorteil](http://www.mac-and-i.de/vorteil)

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120  
© Copyright by Heise Medien.

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

Der Podcast zu Apple Vision Pro:

# TNBT

THE NEXT (BIG) THING



Mac & i begleitet die Apple Vision sowie die Chancen und Herausforderungen von „räumlichem Computing“ mit einem neuen Podcast: TNBT – The Next (Big) Thing beleuchtet die jüngsten Entwicklungen rund um die neue Plattform mit-  
samt den Auswirkungen auf IT-Branche und Gesellschaft.

[mac-and-i.de/tnbt](http://mac-and-i.de/tnbt)

Jetzt anhören auf:



Ein Angebot von

**Mac & i**