

# Editorial

---

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

---

für PC-Bastler herrschen momentan günstige Zeiten. Die Lieferschwierigkeiten bei Hardware gehören der Vergangenheit an, bei Prozessoren gibt es so viel Rechenleistung wie noch nie und SSD- und RAM-Preise befinden sich auf niedrigem Niveau. Im Sonderheft c't Hardware-Tipps finden Sie zahlreiche Tests aktueller CPUs, Grafikkarten, Mainboards, Solid-State-Disks und Gehäuse sowie Kaufberatungsartikel, um in dem riesigen Angebot die passenden Komponenten für Ihre Anwendungen zu finden.

Für unsere Bauvorschläge haben wir Sie im Vorfeld nach Ihren Wünschen und Anregungen befragt und daraus vier Rechnerkonfigurationen destilliert. Die Spanne reicht vom sparsamen Office-Mini für unter 400 Euro bis zu einem leistungsstarken Gaming-Allrounder, der obendrein für Foto- und Videobearbeitung sowie für KI-Berechnungen taugt.

Für vorhandene Desktop-PCs liefert das Sonderheft Aufrüsttipps. Diese zeigen, wie Sie mit überschaubarem Aufwand das Leben Ihres Rechners mit einem neuen Prozessor, mehr RAM, einer größeren SSD oder einer schnelleren Grafikkarte verlängern können. Das spart im Vergleich zu einer Neuanschaffung nicht nur Geld, sondern Sie tun auch noch der Umwelt etwas Gutes. In Praxisartikeln erfahren Sie, wie Sie eine vorhandene Windows-Installation umziehen und mit Linux einen Computer vor der Schrottpresse bewahren können.

Die große CPU-Kaufberatung informiert über den Stand bei aktuellen Prozessoren der Serien AMD Ryzen und Intel Core i. Darin vergleichen wir außerdem Leistung, Effizienz und Kosten von über 50 Modellen der letzten Jahre. Im Sonderheft c't Hardware-Tipps erfahren Sie ferner, welche Möglichkeiten es gibt, um den Energiebedarf eines Ryzen-7000-Systems zu reduzieren.

Wir wünschen viel Spaß beim Lesen sowie Bauen, Aufrüsten und Tunen!



Christian Hirsch

# Inhalt

## DEN OPTIMALEN PC BAUEN

Mit unseren vier Vorschlägen für einen Gaming-Allrounder, zwei kompakte Office-Rechner und einen preiswerten Spiele-PC können Sie sofort mit dem PC-Bau loslegen. Außerdem erhalten Sie Tipps für die Hardware-Auswahl und Systemdiagnose.

- 6 Der optimale PC 2024
- 14 Supereffizienter Gaming-Allrounder
- 22 Kompakter Office-PC mit Achtkern-CPU
- 28 Günstiger Gaming-PC mit Hexa-Core
- 36 Leiser, sparsamer Mini-PC-Bauvorschlag
- 40 Hardware-Diagnose mit HWInfo

## COMPUTER GESCHICKT AUFRÜSTEN

Nicht jeder Alt-PC muss gleich in die Schrottpresse. Meist reicht eine neue CPU, eine SSD, mehr RAM oder eine stärkere Grafikkarte, um ihn wieder flott zu machen. Außerdem geben wir Tipps zum Windows-Umzug und zum Umstieg auf Linux.

- 44 Alte (Windows-)PCs gezielt aufrüsten
- 48 SSDs als günstige PC-Beschleuniger
- 50 Windows-Installation auf neue SSD bringen
- 52 PC mit neuer Grafikkarte aufwerten
- 56 Bei welchen Alt-PCs ein CPU-Tausch lohnt
- 58 Wie man das PC-RAM aufrüstet
- 60 Linux für alte PCs und Notebooks



**„PC mit neuer Grafikkarte aufwerten“:** Unsere Aufrüstempfehlungen auf Seite 52 geben Hilfestellung bei Auswahl und Einbau für Spieler, Kreative und Bildschirmarbeiter.

---

## PROZESSOREN UND MAINBOARDS AUSWÄHLEN

---

Der CPU-Wegweiser hilft Ihnen, bei den hundert Prozessoren den Überblick zu behalten. Zudem haben wir die aktuellen Chips von AMD und Intel sowie passende Mainboards getestet und geben Stromspartipps für Ryzen-7000-Systeme.

- 62 Der große CPU-Wegweiser
- 72 High-End-Prozessoren Core i-14000
- 76 Gaming-Prozessor Ryzen 7 7800X3D
- 80 Serie-700-Mainboards für Core i-13000
- 88 Günstige AM5-Boards für Ryzen 7000
- 96 Energiespartipps für Ryzen 7000X

---

## TUNEN MIT HIGH-END-KOMPONENTEN

---

Für anspruchsvolle Anwendungen wie KI, 3D-Spiele oder Videoschnitt braucht ein PC leistungsstarke Hardware. Wir haben schnelle Solid-State-Disks, Speichermodule mit großer Kapazität, potente Grafikkarten und Big-Tower-Gehäuse unter die Lupe genommen.

- 102 24 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0
- 114 RAM-Module mit 48 GByte Kapazität
- 116 Vier Mal Nvidia GeForce RTX 4070 Ti
- 124 Drei PC-Gehäuse mit viel Platz und USB-C



---

## ZUM HEFT

---

- 3 Editorial
- 79 Impressum
- 101 Vorschau: c't Know-how

# Der optimale PC 2024

Für PC-Selbstbauer steht derzeit eine riesige Auswahl an schnellen Prozessoren, SSDs und Grafikkarten bereit. Unsere Tipps helfen Ihnen die richtigen Teile für Ihre Anwendungen zu finden. Für unsere Bauvorschläge haben wir Sie in diesem Jahr nach Ihren Wünschen befragt.

Von **Christian Hirsch**



Der optimale PC 2024	6
Supereffizienter Gaming-Allrounder	14
Kompakter Office-PC mit Achtkern-CPU	22
Günstiger Gaming-PC mit Hexa-Core	28
Leiser, sparsamer Ryzen-Mini-PC	36
Hardware-Diagnose mit HWInfo	40

**D**ie kalte Jahreszeit besteht nicht nur aus Schnee und Skifahren, sondern lädt auch zum Basteln ein. Das kann zum Beispiel ein neuer PC sein, um sich oder andere damit zu beschenken. Doch welche Komponenten bieten ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und passen zur eigenen Software?

Unser Ratgeber hilft Ihnen, im riesigen Angebot den Überblick zu behalten und für Ihr individuelles Anwendungsprofil die besten Bauteile wie Prozessor, Mainboard, SSD, Arbeitsspeicher und eventuell Grafikkarte auszuwählen. Selbstverständlich gelten die Tipps auch beim Kauf eines Komplettsystems oder für das Aufrüsten eines vorhandenen Computers. In den nachfolgenden Artikeln finden Sie zudem Bauvorschläge für ein breites Aufgabenspektrum von Office bis High-End-Gaming in verschiedenen Bauformen.

## Vorabcheck

Ganz gleich, ob Sie einen Rechner selbst bauen wollen oder es einer von der Stange sein soll, zunächst gilt es, sich Gedanken über den gewünschten Einsatzzweck zu machen. Dabei helfen ein Blick zurück und einer nach vorn. Zum einen können Sie bei Ihrem bisherigen System bei typischen Aufgaben im Task-Manager des Betriebssystems schauen, wie voll der Arbeitsspeicher ist, wie stark die einzelnen Prozessorkerne ausgelastet sind und ob die Grafikkarte beziehungsweise die integrierte GPU in Anspruch genommen wird.

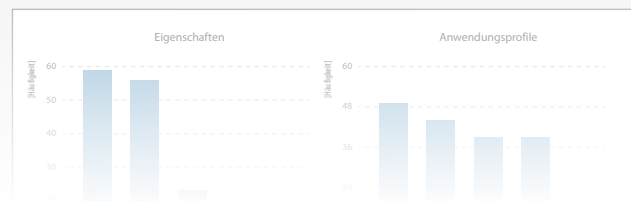
Zudem sollten Sie auch in die Zukunft schauen, denn Desktoprechner halten inzwischen problemlos fünf bis sieben Jahre. Bei zu schwacher Hardware ärgern Sie sich dann in ein, zwei Jahren, wenn es anfängt, zu ruckeln und zu haken. Vor allem 3D-Spiele,

## Umfrageergebnisse: Ihre Wünsche für den optimalen PC

Zunächst bedanken wir uns herzlich bei Ihnen für das umfangreiche und konstruktive Feedback auf unsere Umfrage zu unseren Bauvorschlägen. Vor einigen Wochen hatten wir Sie über unseren Newsletter und eine Meldung bei heise online nach Ihren Wünschen und Anregungen gefragt, worauf wir über 200 E-Mails erhielten. Dabei gab es vieles, was unsere bisherigen Kriterien für die Bauvorschläge bestätigte, aber auch einige Überraschungen.

Bei den gewünschten PC-Eigenschaften gab es ein Kopf-an-Kopf-Rennen zwischen leise und sparsam. Beides steht bei unseren Rechnern schon immer ganz oben auf der Liste. Beim Thema Lautstärke schneiden wir durch geschickte Komponentenauswahl, Erfahrung und Tests in unserer Schallmesskabine zumindest nach Leserrückmeldung sehr gut ab. Bei der Leistungsaufnahme sind wir stärker von der

der Wunsch nach einem spieletauglichen Rechner. Deshalb haben wir den Gaming-Allrounder dieses Mal mit dicker GeForce-Grafikkarte ausgerüstet. Das kommt auch Nutzern entgegen, die Fotos und Videos bearbeiten oder mit KI-Modellen herumexperimentieren wollen. Weil der Ryzen-Prozessor eine integrierte GPU hat, funktioniert der Rechner jedoch auch ohne Grafikkarte.



Lesen Sie mehr in c't Hardware-Tipps 2024

# Alte (Windows-)PCs gezielt aufrüsten

Das Aufrüsten eines Computers spart Geld, schont die Umwelt und auch Ihre Nerven, weil Sie Ihre Installation nicht auf ein neues Gerät umziehen müssen. Unsere Tipps erklären, welche Maßnahmen das größte Leistungsplus versprechen.

Von **Christof Windeck**

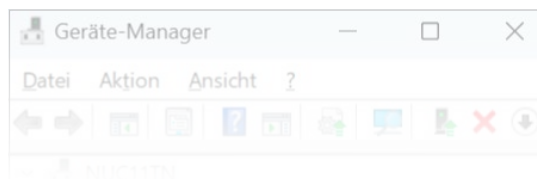


Alte (Windows-)PCs gezielt aufrüsten	44
SSDs als günstige PC-Beschleuniger	48
Windows-Installation auf neue SSD bringen	50
PC mit neuer Grafikkarte aufwerten	52
Bei welchen Alt-PCs ein CPU-Tausch lohnt	56
Wie man das PC-RAM aufrüstet	58
Linux für alte PCs und Notebooks	60

**W**enn der alte Rechner zu sehr lahmt, reißt der Geduldsfaden. Dann stellt sich die Frage: Neukauf oder Aufrüsten? Die Antwort hängt außer von Ihren Vorlieben vor allem von drei Dingen ab: Welche Aufgaben der Alt-PC noch stemmen soll, wie lange Sie ihn noch nutzen möchten und welche Technik derzeit drinsteckt. Unser Leitfaden liefert Hinweise, ob sich das Aufrüsten lohnt, was es ungefähr kostet und an welchen Knackpunkten es scheitern kann.

Die nachstehenden Artikel erklären Details zum Umrüsten von SSD („SSDs als günstige PC-Beschleuniger“), Arbeitsspeicher („Wie man das PC-RAM aufrüstet“), Prozessor („Bei welchen Alt-PCs ein CPU-Tausch lohnt“) und Grafikkarte („PC mit neuer Grafikkarte aufwerten“). Der Artikel „Windows-Installation auf neue SSD bringen“ beschreibt, wie Sie eine bestehende Windows-Installation auf einen neuen Datenträger umziehen. Einen anderen Weg zu diesem Ziel haben wir in c't 16/2023 beschrieben [1]. Und falls es mit Windows nicht mehr weitergeht, finden Sie im Artikel „Linux für alte PCs und Notebooks“ Tipps zum Linux-Umstieg.

Fangen wir mit der am einfachsten zu ermittelnden Eigenschaft eines Aufrüstkandidaten an: seinem Alter. Jenseits von sieben bis acht Jahren steigen Aufwand und Kosten für sinnvolle Umbauarbeiten deutlich an. Und am Horizont droht selbst für Windows 10 das Aus: Nach Oktober 2025 – also in weniger als zwei Jahren – wird ein Umstieg auf Windows 11 fällig, falls es nicht Linux sein soll. Doch Geräte mit Prozessoren, die vor dem Jahr 2017 (Intel beziehungsweise 2018 (AMD) vorgestellt wurden, taugen nicht für Windows 11 [2].



Aufrüsten lohnt sich aber auch, wenn Sie damit immerhin 18 Monate gewinnen; eine 512-GByte-SSD oder 8 Gigabyte Arbeitsspeicher sind jeweils schon für weniger als 25 Euro zu haben. Eine andere kostensparende Alternative zu einem neuen Windows-11-Rechner ist es, einen gebrauchten PC zu kaufen. Dann sollten Sie aber darauf achten, dass er gleich mit Windows 11 kommt und auch offiziell dafür taugt, siehe [2]. Rechnet in Ihrem PC oder Notebook ein Intel Core i ab der Generation 8000 oder ein AMD Ryzen ab Serie 2000, dann haben Sie kein Windows-11-Problem.

## Lähmheits-Diagnose

Falls in Ihrem PC noch eine Magnetfestplatte rotiert und das Betriebssystem von dieser bootet, dann bringt ein Umstieg auf eine SSD enormen Schub, siehe „SSDs als günstige PC-Beschleuniger“. Fühlt sich der Computer trotz SSD zu lahm an, ist die Ursachenforschung schwieriger. Glücklicherweise hat Windows mächtige Diagnose-Tools an Bord und es gibt weitere kostenlose Helfer (siehe „Hardware-Diagnose mit HWInfo“). Am Anfang stehen Geräte-Manager und Task-Manager. Beide rufen Sie rasch über das Auswahlménü auf, welches erscheint, wenn Sie die Windows-Taste und „X“ gleichzeitig drücken. Der Task-Manager startet noch schneller mit der Tastenkombination Strg, Umschalt (Shift) und Esc. Zwei Klicks, zuerst auf „Mehr Details“ sowie dann auf „Leistung“, zaubern Diagramme hervor, die die aktuelle Auslastung der wichtigsten Systemressourcen CPU, RAM, Datenträger (Festplatte/SSD) und Grafikkarte (GPU) anzeigen.

Doch zuerst lohnt ein Blick in den Geräte-Manager. Denn der markiert „Geräte“ – damit sind sowohl einzelne Hardware-Komponenten als auch im Chipsatz eingebaute sowie virtuelle Funktionen gemeint –, mit denen Ihre Windows-Installation ein Problem hat. So kann ein Treiber fehlen und dann ist es möglicherweise kein Wunder, dass der Computer lahmt.

Lesen Sie mehr in c't Hardware-Tipps 2024

# Der große CPU-Wegweiser

Moderne Prozessoren werden durch Hybrid-Kerne, zusätzlichen Stapelcache und Chiplet-Aufbau immer schneller, aber auch komplexer. Wir helfen Ihnen, unter Hunderten den optimalen Prozessor zu finden und sich nicht im Dickicht der verwirrenden Bezeichnungen zu verirren.

Von **Christian Hirsch**



Der grosse CPU-Wegweiser	62
High-End-Prozessoren Core i-14000	72
Gaming-Prozessor Ryzen 7 7800X3D	76
Serie-700-Mainboards für Core i-13000	80
Günstige AM5-Boards für Ryzen 7000	88
Energiespartipps für Ryzen 7000X	96





**Die Ryzen 7000 (zweiter von links) fallen durch ihren strukturierten Heatspreader auf. Intels LGA1700-CPU's (zweite von rechts) legen verglichen mit den Vorgängern an Größe zu. An die Ryzen Threadripper kommen sie aber nicht heran.**

Nach einer Ruhephase legte der Fortschritt bei Desktop-Prozessoren in den vergangenen anderthalb Jahren wieder an Tempo zu. AMD startete im September 2022 mit den Ryzen 7000 und der komplett neu entwickelten Plattform AM5. Die bisherigen AM4-Mainboards und Ryzen-5000-Prozessoren „Vermeer“ gibt es aber weiterhin günstig zu kaufen. Intel konterte nur wenige Wochen später mit der 13. Core-i-Generation „Raptor Lake“. Dabei handelt es sich um das erste Update der Hybrid-CPU's mit unterschiedlich schnellen Kernen, die ein Jahr zuvor als Core i-12000 „Alder Lake“ in den Handel kamen.

Momentan stehen allein bei den aktuellen Prozessorserien über hundert verschiedene Modelle zur Auswahl, zu denen sich noch mehr oder minder gut verfügbare Restposten vorheriger Generationen gesellen. Die Suche nach der passenden CPU ge-

staltet sich dabei nicht einfach: Um die Performance teils gezielt für bestimmte Anwendungen weiter zu steigern, setzen die Hersteller auf immer mehr CPU-Kerne, die inzwischen unterschiedlich leistungsstark sein können oder bieten Spezialvarianten mit größeren Caches an.

Wie Sie dabei den Überblick behalten und den optimalen Prozessor für Ihren Einsatzzweck finden, erklären wir in diesem CPU-Ratgeber. Neben der Übersicht der aktuellen Plattformen und deren Eigenschaften liefern wir Messdaten zur Performance, Effizienz und dem Preis/Leistungsverhältnis von Desktop-Prozessoren der vergangenen sechs Jahre. Dafür haben wir über 50 Prozessoren verschiedener Generationen und Leistungsklassen unter die Lupe genommen.

## Mehr Leistung im Mainstream

Um eine riesige Bandbreite bei der Performance abzudecken, schicken die Chiphersteller verschiedene Plattformen ins Rennen (siehe Tabelle „Aktuelle Prozessorplattformen 2023“). AMD befindet sich gerade in einer Übergangsphase. Für die junge AM5-Plattform gibt es bislang lediglich teurere Ryzen-7000-Prozessoren für 230 Euro bis 800 Euro. Auch die Board-Preise gingen bis vor Kurzem erst bei

### Aktuelle Prozessorplattformen 2023

Plattform / Fassung	Prozessoren	CPU-Kerne	RAM: Kanäle / maximale Kapazität	Chipsätze
Desktop-PC / Workstation				

Lesen Sie mehr in c't Hardware-Tipps 2024

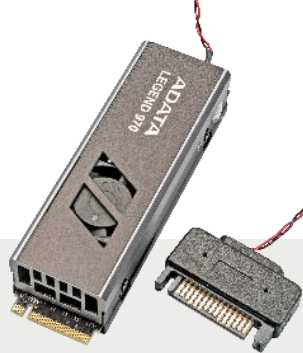
# 24 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0

Bei SSDs mit PCIe 5.0 wächst die Auswahl, die neue SSD-Mittelklasse läuft mit PCIe 4.0 und auch zwei neue 3.0er-SSDs haben es in unseren Test geschafft. Zwei weitere Trends: Auf eine 2230er-SSD passen jetzt 2 Terabyte Flash – und manche SSDs haben einen eigenen Lüfter.

Von **Lutz Labs**



24 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0	102
RAM-Module mit 48 GByte Kapazität	114
Vier Mal Nvidia GeForce RTX 4070 Ti	116
Drei PC-Gehäuse mit viel Platz und USB-C	124



## Adata Legend 970 PCIe Gen5 x4 M.2 2280 Solid State Drive

Die Adata Legend 970 folgt beim Kühlsystem den Vorgaben des Controller-Herstellers Phison. Der Lüfter im Kühlkörper lärmt mit 1,6 Sone vor sich hin und ist auch bei geschlossenem Gehäuse deutlich vernehmbar. Im Vergleich zu älteren SSDs mit PCIe 5.0 ist vor allem die Leistungsaufnahme gesunken: Im Ruhezustand kommt die SSD mit 0,144 Watt aus, ältere Modelle brauchten noch fast 1 Watt. Das Gleiche gilt auch für die Firecuda 540 von Seagate.

Anwender sollten immer rund 10 Prozent der Kapazität frei lassen: Die Schreibgeschwindigkeit sinkt bei höheren Füllständen auf weniger als 4 GByte/s; auch das passiert bei den baugleichen Modellen.

- ↑ schnell
- ↓ laut & teuer

Preis: circa 327 Euro (2 TByte, PCIe 5.0)



## Emtec X400-15 SSD Power Pro

Emtec lässt sich das Schnuckelformat der X400-15 gut bezahlen, die SSD im 2230er-Format kostet fast das Dreifache wie eine gleich schnelle SSD in üblicher Länge von 80 Millimetern. Emtec nutzt den DRAM-losen SSD-Controller Phison E21 sowie TLC-Flash von Micron mit 176 Lagen.

Damit kommt sie sowohl beim Schreiben als auch beim Lesen nur knapp auf 5 GByte/s, auch beim Beschreiben mittels H2testw liegt sie mit 748 MByte/s nur im unteren Mittelfeld. Beim Beschreiben mit H2benchw erreicht die X400-15 ihren Maximalwert erst nach etwa sechs Prozent der Kapazität.

- ↓ sehr teuer
- ↓ geringe Endurance

Preis: circa 140 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



## Innovation IT PerformanceY GEN4 NVMe PCIe 4.0 x4 retail

Der Braunschweiger Hersteller Innovation IT ist mit seiner PerformanceY erstmals in einem unserer SSD-Tests vertreten. Die SSD arbeitet mit dem Innogrit-Controller IG5220 und Flash-Speicher des chinesischen Herstellers YMTC, einen DRAM-Baustein gibt es nicht.

Der Drive Consistency Test der PCMark-Suite bescheinigt der SSD lediglich 491 Punkte, eines der schlechtesten Ergebnisse dieses Tests. Im Betrieb nimmt die SSD laut Smart-Ausgabe nur 3,5 Watt auf, dies ist ebenfalls der niedrigste Wert in diesem Test – nur diesmal positiv gemeint.

- ↑ hohe Endurance
- ↓ langsam unter Last

Preis: circa 65 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

Das Jahr 2022 brachte eine Reihe neuer PCI-Express-SSDs, bei SATA-SSDs herrscht dagegen

Power Pro, Innovation IT PerformanceY GEN4 NVMe PCIe 4.0 x4, Goodram SSD IRDM Pro Slim, Goodram

Lesen Sie mehr in c't Hardware-Tipps 2024