

PCGH

PC Games Hardware

Vorschau auf 2024

S. 08

So spannend wird
das Hardware-Jahr

2024 Ausblick
auf neue CPUs,
GPUs und mehr

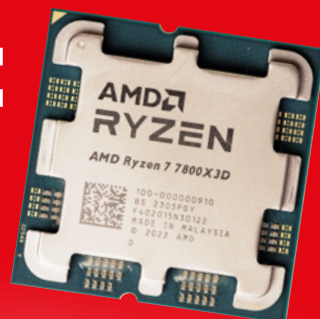
Tests Gehäuse,
Mäuse, GPUs &
SSDs auf 34 Seiten



7800X3D & Co.:

Kaufberatung und
Benchmarks für 2024

S. 14



Die besten CPUs

3DMark: Tuning-Tipps zur Rekordjagd

Anleitung: Windows optimieren, Limits aufdecken, Leistung verbessern S. 50

Hype 2024: Fps-Verdopplung ist da

PCGH-Analyse: Frame Generation das Killer-Feature für dieses Jahr? S. 42

RTX 4070 (Ti) + 4080: Erste Super-GPUs im Test mit technischen Daten

Im Heft: Test der RTX 4070 Super, Detailvergleich aller neuen GPUs S. 32



Fractal Design

Define 7 PCGH Edition



**Testsieger unter den Midi-Tower-Gehäusen
jetzt als PCGH-Edition**

**3 × 140 mm Venturi-HF-Lüfter (3-pin)
statt Dynamic-Lüfter**

**Lüfter in einer speziellen PCGH-Version
mit nur 800 U/min.**

5,25-Zoll-Halterung vorinstalliert

Fronttür öffnet standardmäßig nach rechts

PCGH-Metallaufkleber im Lieferumfang



www.pcgh.de/define7

Logbuch #281: Super-Salamitaktik eher eine Katastrophe für Tester



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

Super-Salamitaktik ist eine Katastrophe für Tester: Wenn Sie diese Zeilen lesen, geht der eine oder andere PCGH-Redakteur gleich zum Jahresauftakt auf dem berühmten Zahnfleisch. Der Grund ist einfach: Nvidia, AMD und Intel haben sich den Januar als Super-Launch-Monat ausgesucht. Das klingt ja eigentlich positiv, denn was könnte es für Hardware-Nerds und solche, die es werden wollen, Schöneres geben, als neue GPUs und CPUs? Nichts, eigentlich. Trotzdem steht das „eigentlich“ nicht ohne Grund da. Denn: Die schönen neuen Produkte muss ja auch irgendeiner testen. Und in diesem Fall ist „irgendeiner“ nicht irgendwer, sondern natürlich der jeweilige PCGH-Fachredakteur. Und der wird mit Ansage überlastet. Ja, die Kollegen anderer Fachbereiche helfen in solchen Fällen selbstverständlich tatkräftig aus, aber letztendlich gibt es für manche Tests und Datenauswertungen einfach keinen Stellvertreter. Hier gilt das berühmte Highlander-Motto: Es kann (in solchen Fällen) nur einen geben – und zwar den GPU-Raff oder den CPU-Dave. Und da kommt einfach viel zu viel auf einmal zusammen: 17.01. RTX 4070 Super, 24.01. RTX 4070 Ti Super, 24.01. Radeon RX 7600 XT, 31.01. RTX 4080 Super und noch mal am 31.01. Ryzen 8000G. Dazu kommen neue CPUs von AMD und Intel. Die ganzen schönen Super-Sachen innerhalb von zwei Wochen. Der Super-Wahnsinn.

Gerade bei Nvidia macht es einen großen Unterschied, ob man wie früher zwei oder mehrere GPUs an einem Tag startet oder ob man wochenweise per Super-Salamitaktik die GPUs scheibchenweise herausbringt. Es bedeutet für den Tester viel mehr Aufwand beim Schreiben von Texten, beim Drehen von Videos, bei der Analyse von Founders Edition versus Custom-Designs usw. Die Tendenz von Salami-Launches der letzten beiden Jahre wird 2024 offensichtlich noch weiter forciert. Für PCGH-Leser heißt das im Zweifel, dass sie etwas länger warten müssen, wenn es hart auf hart kommt. Denn auch wenn die Hersteller (fast) alles zeitgleich raushauen: Bei der Qualität der Tests und der Aufbereitung möchten wir nicht sparen. Ich hoffe, das ist auch in Ihrem Sinne. Oder nicht? Schreiben Sie mir Ihre Meinung gerne an post@pcgh.de. Ich freue mich auf Ihre Zuschriften.

Viel Spaß mit der Ausgabe Nummer 281 wünscht Ihr

Thilo Bayer

PCGH
WLP



<http://www.pcgh-gear.de>

Sonder-
heft #2



www.pcgh.de/sohe



Jans Werkstück in Form eines Mini-Wand-PCs gibt es in dieser Ausgabe zu bestaunen.



Phil sagt neue Frame-Generation-Gerüchte aus der interpolierten Glaskugel voraus.



Raff lebt mittlerweile unter einer GPU-Brücke – frisch gebaut aus den neuen Super-Modellen.

Die Redaktion im Januar 2024

+++ Torsten begradigt Raptoren und analysiert neue AMD-CPU's +++ Raff hängt knietief im Super-Wahnsinn +++ Phil generiert pfeilschnelle Frames +++ Richie geht auf Weltrekordjagd und stapelt Gehäuse +++ Stö misst mobile Mäuse +++ Dave hängt sein Herzblut in die CPUs für 2024 +++ Manu hat die strahlende Zukunft auf der CES gesehen +++ Jan werkelt am Wand-PC

Heftinhalt

SPECIALS

Neue Hardware 2024 08

Dieses Jahr könnte aus Sicht von Hardware extrem spannend werden. Wir zeigen, was die CES in Las Vegas in petto hatte.

CPU-Leistung 2024 14

Im brandneuen Testparcours für Prozessoren mussten sich 22 CPUs beweisen. Wir liefern die Übersicht und eine Kaufberatung.

GRAFIKKARTEN

Startseite 28

GPU-Roadmap für 2024 sowie Grafikkarten in den brandaktuellen Rasterizing- und Raytracing-Indizes für 2024.

Test: Nvidia Geforce RTX 4070 Super 32

Wir haben die 4070S getestet und geben auch einen Ausblick auf die 4070 Ti Super.

Praxis: Frame Generation 42

Die „magischen“ Fps aus dem Nichts sind inzwischen auch bei AMD angekommen. Wir vergleichen alle Modi miteinander.

Tuning: Weltrekordjagd 50

Wir zeigen Ihnen, wie Sie Ihr Windows und die Hardware optimieren, um bei 3DMark in die Top 10 zu gelangen.

PROZESSOREN

Startseite 58

Kommentar: Dave über sein Kaufverhalten von CPUs, Details zu Raptor Lake Refresh im Mainstream + neuer Leistungsindex mit 22 CPUs.

Wissen: Neue AMD-Prozessoren 60

AMD hat ganz viele neue APUs vorgestellt. Jetzt stellen wir sie Ihnen vor, aber richtig.

Praxis: LGA1700: Bananen-CPUs? 63

Sind Intel-CPUs krumm? Oder doch eher die Kühler? Oder beides? Oder gar nichts? Wir haben den Test gemacht und klären auf.

INFRASTRUKTUR

Startseite 69

Im Test: Der berühmte Alphacool Apex Stealth Lüfter und der Geheimtipp für modulare Tastaturen: Gamakay-Switches!

Ab Seite 08



2024 wird richtig geil!

480-Hz-Monitore? 4K mit 240 Hz? Transparente OLEDs oder Micro-LEDs? Mainboards und Gehäuse ohne sichtbare Kabel? Na klar, was denn sonst? PCGH war für Sie auf der CES in Las Vegas und hat die Zukunft der Hardware für 2024 gesehen. Wir unterrichten Sie über alle Neuerungen.

Test: 6× Mäuse ohne Kabel 72

Kabel stören doch nur. Es geht auch ohne. Wir haben sechs spannende Modelle im Vergleich.

- Corsair M75 Air
- Glorious PC Gaming Race Model D 2 Pro Wireless
- Glorious PC Gaming Race Model O 2 Wireless
- Logitech G Pro X Superlight 2
- Razer Cobra Pro
- Razer Deathadder V3 Pro

Test: 7× Gehäuse 78

Für den gehobenen Anspruch haben wir sieben neue Gehäuse im Bereich über 100 € getestet.

- APNX Creator C1
- Be Quiet Dark Base 701
- Cooler Master Qube 500 Flatpack
- Deepcool CH560 Digital
- Endorfy Arx 700 Air
- HYTE Y70 Touch
- Lian Li Lancool 3 RGB

Test: 5× PCI-E 5.0 SSDs 86

Die ersten 5.0er-SSDs haben nicht überzeugt. Wie steht es um die neuen Modelle?

- Adata Legend 970
- Gigabyte Aorus Gen5 12000
- Teamgroup T-Force Z540
- Teracore T450
- WD Black SN770M

Projekt: Wand-PCI! 92

Ab in den Baumarkt, ein Holzbrett gekauft und einen PC darauf installiert. Unsinn? Überhaupt nicht. Sie werden staunen.

Leserwahl: Auswertung 100

Sie haben gewählt, wir küren die Sieger. AMD oder Intel? Wer macht das Rennen?

EINKAUFSFÜHRER

Projekt-PCs.....	104
EKF-Startseite.....	105
Grafikkarten.....	106
Prozessoren & RAM.....	107
Kühlung.....	108
Kompakt-Wasserkühlung & Mainboards.....	109
Monitore & Eingabegeräte.....	110
Festplatten & SSDs.....	111
Gehäuse, Netzteile & Sound.....	112

SERVICE

Editorial.....	03
Inhalt Heft.....	04
DVD-Inhalt.....	06
PCGH-Produkte.....	02, 31, 113
Teamseite.....	102
Vorschau & Impressum.....	114

1&1 Glasfaser

Dauerhaft günstiges Highspeed-Internet
mit bis zu 1 GBit/s.*

1&1 – Immer wieder besser.

29,99 €/Monat*

DAUERHAFT GÜNSTIG

1&1 Glasfaser 50

BAUKOSTEN
übernimmt 1&1



1und1.de
0721/960 6060

1&1

*Z.B. 1&1 Glasfaser 50 für 29,99 €/Monat oder 1&1 Glasfaser 1000 für 59,99 €/Monat. Dauerpreis: Kein Preissprung während der gesamten Laufzeit. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen bis zu 50 MBit/s (1&1 Glasfaser 50) oder bis zu 1000 MBit/s (1&1 Glasfaser 1000). Glasfaser-Tarife in vielen Regionen möglich. Sofern keine Glasfaserleitung vorhanden: Ausbau und Eigentümergenehmigung erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen kostenfrei. Für alle Tarife gilt: Telefon-Flat ins dt. Festnetz. Anrufe in dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer Glasfaser für 4,99 €/Monat. Versand: einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit: 24 Monate. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330





Heft-DVD

Spiele-Vollversion

■ Castlevania Anniversary Collection

5 Videos aus der Redaktion

- Full-HD GPUs ab 200 Euro im Vergleich
- Der perfekte Spiele PC: Effizient und leistungsstark
- Arc A770 16 GB im Nachtest: Intel wird immer besser
- Geforce RTX 4000 Super in der Vorschau
- 540 Hz Monitor im Test: Asus ROG Swift Pro PG248QP

Specials

- DVD-Inlay zum Ausdrucken

Aktuelle Tools

- GPU-Z 2.56.0, Nvidia Inspector 1.9.8.1, PCGH-„Furmark“ VGA-Tool 1.0.1, Sapphire Trixx 9.5.0
- AS-SSD Benchmark 2.0.7316, CapFrameX 1.7.2.21, Cinebench R20 & R15, Fraps 3.5.99, Prime 95 30.8, Super Pi 2.1
- CPU-Z 2.08, Core Temp 1.18, HD-Tune 2.55/5.75 Trial, Speedfan 4.52, Sysinternals Suite (September 2023)

Feedback im PCGH-Forum

Im Online-Forum von PC Games Hardware können Sie uns bequem Rückmeldung geben, welche Inhalte von Heft und DVD Ihnen gefallen haben. Dazu starten wir jeden Monat Umfragen und ein Feedback-Sammelthema. Durch Ihre Teilnahme helfen Sie uns, die Themenauswahl von PCGH besser auf die Wünsche der Leser abzustimmen – die einzige Voraussetzung ist ein kostenloser Foren-Account, der mit wenigen Mausklicks eingerichtet ist.

www.pcgh.de/feedback



Full-HD-GPUs ab 200 Euro im Vergleich

Raff vergleicht die besten GPU-Optionen im niedrigen Preissegment zwischen rund 200 und 220 Euro.



Der perfekte Spiele-PC?

Der perfekte Spiele PC: Effizient und leistungsstark

Wer sein System effizient und leistungsstark betreiben möchte, findet in diesem Video heraus, wie man zum besten Ergebnis kommt.



Arc A770 16GB im Nachtest: Intel wird immer besser

Viele Treiber sind mittlerweile für die Intel-GPUs erschienen – Zeit für einen großen Nachtest. Die Ergebnisse sind vielversprechend.



Nvidias Super-Refresh

Ob es sich lohnt, bei der Neuauflage der RTX-4000-GPUs zuzuschlagen, erfahren Sie in diesem Video.

Castlevania Anniversary Collection

Installation

Bei unserer Vollversion zur Castlevania Anniversary Collection handelt es sich um einen Gratis-Code für Gamesplanet.com. Dazu geben Sie den Code auf unserer Codekarte unter www.pcgh.de/codes ein. Den Code, den Sie dort erhalten, geben Sie dann bei Gamesplanet als Rabatt-Code an und erhalten dann dort einen Steam-Code für das Spiel.

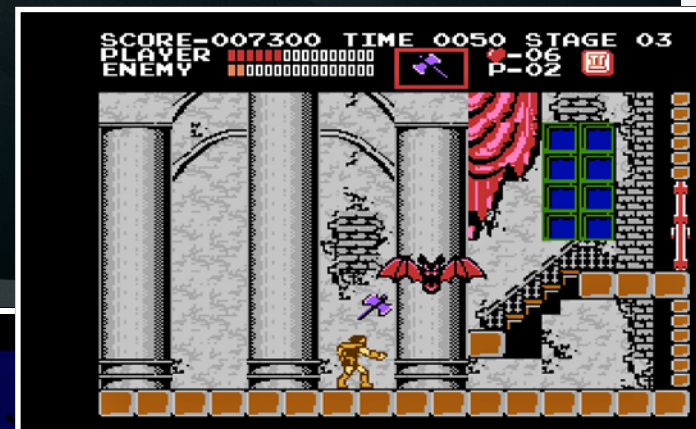
Systemvoraussetzungen

Mindestens: Windows 10 64-bit, Intel Core i3-4160, 4 GiB RAM, Intel HD Graphics 4400 (mindestens 128 MiB), 800 MiB freier Festplattenspeicher, DirectX 11 (Herstellerangaben)

Empfohlen: Windows 10 64-bit, Intel Core i3-6300, 4 GiB RAM, Geforce GTX 750 Ti, Rest s. o. (Herstellerangaben)

Fakten zum Spiel

- Genre: Action-Adventure
- Publisher: Konami
- Veröffentlichung: 27. März 2018
- USK: Ab 12 Jahren



Bitte beachten Sie, dass wir aus rechtlichen Gründen im Heft keinen direkten Installationsschlüssel abdrucken. Den Key erhalten Sie, indem Sie die Ziffernfolge auf der Codekarte (S. 66/67) auf www.pcgh.de/codes (NICHT: pcgames.de) umwandeln. Der Key, den Sie dort bekommen, läuft aus rechtlichen und/oder technischen Gründen nach rund 6-7 Monaten ab. Bei dieser Vollversion lautet das Enddatum 30.06.2024. Bitte lösen Sie den Code daher rechtzeitig bei Gamesplanet ein.



PC-Evolution

Wozu brauchen wir transparente Displays und Monitore mit 480 Hz? Fangfrage! Unterhaltungselektronik muss nicht unbedingt Sinn ergeben. Es wird produziert, was gekauft wird.

Die Elektronikmesse CES ist zurück! Ja, es gab sie auch in den Jahren 2022 und 2023, aber dieses Jahr fühlt sie sich seit 2020 das erste Mal wieder normal an. Die Hallen waren überfüllt mit eifrigen Besuchern, die Ausstellungsflächen waren voll mit Ständen und die meisten der Unternehmen, die wir normalerweise auf der CES besuchen, waren vertreten. Vor der Messe hatten wir erwartet, das Wort „KI“ alle fünf Sekunden zu hören, wenn

wir mit Anbietern sprachen. Gerade in der Suite von Nvidia hätte man ein Trinkspiel daraus machen können. Aber davon abgesehen scheint es, als ginge nichts über gutes Design, mehr Rechenleistung und ein positives Nutzererlebnis. Auch Intel und die Laptop-Hersteller zeigten verschiedene lokale KI-Workloads, bei denen es vorwiegend um die Generierung von Bildern oder die Verwaltung von Energieprofilen ging. KI unterstützt nicht erst seit

gestern Nvidias Gaming-Technologien. Aber Spiele-NPCs, mit denen man sich ChatGPT-ähnlich unterhalten kann, zeigen, wohin die KI-Reise jenseits Upscaling- und anderen Bildverbesserungs-Technologien gehen kann. MSI ist das einzige Unternehmen, das uns mit einer echten KI-Innovation beeindruckt hat: nämlich mit einem Monitor, der die Karte des Spiels analysiert und aufzeigt, woher die Gegner kommen. Oder eine LED-Leiste,

die der auf dem Bildschirm entsprechen kann. Wir waren auch begeistert von einer Reihe von Produkten, die eher evolutionär als revolutionär waren: neue OLED-TVs und -Monitore, wie etwa der, der mit bis zu 480 Hz bei 1080p oder 240 Hz bei 4K läuft. Oder einer mit WQHD und 480 Hz.

Während die neuen Grafikkarten und Prozessoren in anderen Artikeln in diesem Heft vorgestellt werden,



soll es hier um alle anderen Neuheiten für 2024 gehen. Natürlich erheben wir keinen Anspruch auf Vollständigkeit - das ist ein Auszug dessen, was nur zwei PCGH-Menschen auf der CES 2024 erleben können. Es ist einfach unmöglich, alle großen OEMs auf der Messe zu besuchen. Das heißt nicht, dass hier nur Produkte von Herstellern auftauchen, deren Messepräsenz wir besucht haben.

Monitore: OLEDs auf dem Vormarsch

Jeder große Hersteller, der Monitore zur CES ankündigte, hatte mindestens einen OLED im Programm. Nur wenige Tage vor dem offiziellen Start der CES hat Samsung drei neue Gaming-Monitore mit OLED-Panels angekündigt. Der Odyssey OLED G8 ist Samsungs

erster 32-Zoll-Gaming-Monitor im 16:9-Format mit UHD/“4K“-Auflösung (3.840 x 2.160 Pixel) ohne Krümmung. Beide Modelle bieten laut Hersteller eine Bildwiederholrate von bis zu 240 Hz und eine Gray-to-Gray-Latenz (GTG) von 0,03 ms. Das dritte Modell im Bunde, der Odyssey OLED G6, bietet eine QHD-Auflösung (2.560 x 1.440 Pixel) bei einer Bilddiagonale von 27 Zoll und einem Seitenverhältnis von 16:9. Das kleinste der drei neuen Odyssey-Produkte wartet mit einer E-Sport-tauglichen Bildwiederholrate von 360 Hertz auf.

Wie zuvor LG mit dem 32GS95UE, stellt auch Asus zur CES 2024 seinen ersten Gaming-Monitor vor, der sich über einen Dual-Mode mit zwei Auflösungen und zwei Bildwiederholungsraten betreiben



4K und 240 Hz: Samsung stellt gleich drei neue Gaming-Monitore mit neuem QD-OLED-Panel vor.



Samsung möchte zeigen, dass die transparenten Micro LEDs heller sind als andere transparente Panels. Konkrete Produkte oder Anwendungsfälle gibt es noch nicht.



LG bringt tatsächlich einen TV mit transparentem OLED heraus, dessen Rückseite abgedunkelt werden kann. Warum? Weil man es kann.



Samsung stellt noch vor der CES ausgewählten Journalisten die neuen transparenten Micro-LED-Panels vor.



Neues Nonplusultra, mal wieder von Asus: Ein neuer 27-Zoll-OLED kombiniert die WQHD-Auflösung mit 480 Hz.

lässt. Spieler können so zwischen 4K („2160p“) mit hohen 240 Hz und Full HD („1080p“) mit sehr hohen 480 Hz wählen. Damit soll sich der Asus ROG Swift OLED PG32UCDP, so die Produktbezeichnung des laut Asus „weltweit ersten Dual-Mode Monitors“, sowohl für hochauflösende AAA-Spiele prädestinieren als auch in besonderer Weise für E-Sports-Titel

eignen. Das verwendete OLED-Panel, ein WOLED („White Organic Light Emitting Diode“), stammt in beiden Fällen von LG und dürfte sowohl beim Asus ROG Swift OLED PG32UCDP als auch beim LG 32GS95UE von der selben Machart sein.

Zu sehen war auch der 26,5-Zoll-Monitor Asus ROG Swift OLED

PG27AQDP. Er ist der erste angekündigte Monitor mit einer Bildwiederholfrequenz von 480 Hz und einer Auflösung von 1440p. Da er ein LG Display WOLED-Panel verwendet, ist er auch der schnellste OLED-Monitor, der jemals angekündigt wurde. LG Display hat den Weg für den Monitor geebnet, als es auf der CES das 480-Hz-Panel enthüllte, das im Asus-Monitor verwendet wird. Wie andere

neuere WOLED-Panels von LG Display verwendet auch das 480-Hz-Display ein Microlense Array, das die Helligkeit im Vergleich zu älteren LG Display OLEDs erhöht.

1440p-Monitore, egal ob OLED oder nicht, waren bisher auf 360 Hz Bildwiederholraten beschränkt. Wer von einem 360-Hz-Monitor kommt, wird den Unterschied mit bloßem Auge kaum wahrnehmen können, vor allem im Vergleich zu jemandem, der von einem weniger extrem spezifizierten Monitor wie 144 Hz oder langsamer kommt.

3D-Gaming von Acer

Acer erweitert seine stereoskopische 3D-Technologie mit der Einführung des Aspire-3D-15-SpatialLabs-Edition-Notebooks und des Predator-SpatialLabs-View-27-Monitors. Bislang konnte die 3D-Technik ohne Brillen in Predator-Notebooks



Acer ist der erste Hersteller, der einen Gaming-Monitor mit stereoskopischem 3D-Effekt ankündigt. Indes zeigt Dell einen 4K-OLED mit 240 Hz.



bewundert werden. Erstmals wird nun auch ein Gaming-Monitor mit dieser Technik ausgestattet. Das 27-Zoll-4K-Ultra-HD-Display hat eine Bildwiederholfrequenz von 160 Hz, eine Helligkeit von 400 cd/m² und unterstützt sowohl Nvidia G-Sync als auch AMD Freesync. Er hat zudem zwei 2,5-W-Lautsprecher für räumliches Audio. Bei den Anschlüssen gibt es einen HDMI 2.1-Anschluss, einen normalen Display-Anschluss, einen USB Typ-C-Anschluss mit DisplayPort-Unterstützung und zwei USB-3.0-Type-A-Anschlüsse. Mit aktivem 3D wird stets die Auflösung halbiert, also auf Full HD reduziert. Der Monitor wird mit 1.999 US-Dollar an UVP angegeben.

MSI überrascht mit „Cheat-Monitor“

Welchen Vorteil hätten Sie gegenüber anderen Spielern, wenn auf Ihrem Bildschirm ein Symbol eingeblendet würde, das die Richtung anzeigt, aus der die Gegner kommen? Sicher, man könnte auch auf eine Karte schauen, um die gleichen Informationen zu erhalten, aber ein Indikator, der im Spielgeschehen sichtbar ist, könnte es einfacher machen, herannahende Gefahren zu erkennen, ohne dass man mit den Augen herumfuchteln muss. Das ist es, was MSIs KI-Beschleuniger SkySight im kommenden MEG-321URX-4K-Monitor des Unternehmens einführt. MSI hat den 31,5-Zoll-QD-OLED-Monitor mit League of Legends vorgeführt, erklärte aber gegenüber uns, dass das Unternehmen plant, die Funktion auch für andere E-Sports-Spiele wie Dota 2 und Counter-Strike 2 zu testen.

Mit SkySight könnten die Spieler schneller erfahren, wenn sich ein Feind außerhalb ihres Sichtfelds befindet. Anti-Cheating-Methoden sollten nicht in der Lage sein, SkySight zu erkennen, da die KI-Verarbeitung und die Bilderzeugung auf der Bildschirmhardware und nicht auf der Software stattfinden. Derzeit scheint SkySight nicht wirklich gegen die Regeln von League of Legends zu verstoßen. Aber seine Implementierung könnte als Verstoß gegen den Geist des fairen Spielwettbewerbs angesehen werden. Schließlich erhält man damit eine Fähigkeit, die andere nicht haben.

MSI sagt, dass SkySight den Nutzern einen „strategischen Vorteil“ verschafft.

G-Sync mit ULMB ergibt jetzt G-Sync Pulsar

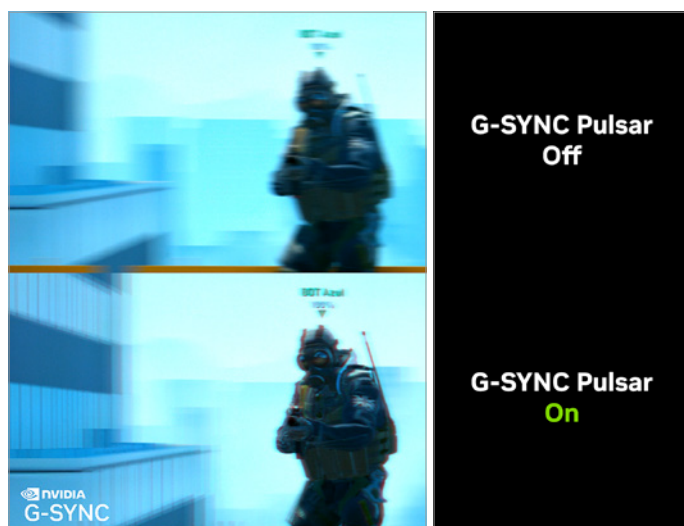
Kein Cheat hingegen, sondern eine sinnvolle Weiterentwicklung, wenn auch keine neue, stellt Nvidias neues G-Sync Pulsar dar. Es vereint endlich die dynamische Bildwiederholrate mit der bildschärfenden Low-Motion-Blur-Technik, also einem Hintergrundflimmern, das Nvidia bislang unter ULMB (Ultra Low Motion Blur) vermarktete. Jeder Monitorhersteller hat hierfür seinen eigenen Marketingbegriff, das Prinzip ist aber fast immer gleich, abgesehen von der teils variablen Pulsweitenmodulation. Lange Zeit waren G- oder Freesync mit dem sogenannten Backlight Strobing nicht miteinander vereinbar. Asus war der erste Monitorhersteller mit einem sogenannten ELMB Sync, was endlich beides gleichzeitig ermöglichte. Während Nvidia in derartigen Technologien immer einer der ersten war, hatte das Unternehmen bei seinen nativen G-Sync-Modulen lange nichts Vergleichbares veröffentlicht, bis jetzt eben. Es ist ein weiterer Versuch, die Sinnhaftigkeit des nativen G-Sync-Moduls zu retten, welches eigentlich obsolet und unnötig teuer geworden ist, seit Nvidia bei GeForce-Grafikkarten das freie Adaptive Sync erlaubte. Die LMB-Funktion ist eine Nischentechnik, die nur wenige Gamer gebrauchen können oder möchten, ähnlich wie das im Modul integrierte Nvidia Reflex. Inwiefern es besser funktioniert als bereits vorhandene Kombinationen aus VRR und LMB, wird sich in Tests zeigen müssen.

PCIe 5.0: Endlich neue SSD-Controller

Nachdem die schnellsten PCIe-5.0-SSDs bislang alle mit gleicher Hardware und dem notorischen Phison-E26-Controller kommen, sorgt Teamgroup mit einer 5.0-SSD mit neuem Innogrid-Controller für erfrischende Konkurrenz. Teamgroup kündigte die Markteinführung ihres Gen-5-Solid-State-Laufwerks (SSD) der nächsten Generation, der T-Force-GE-PRO-PCIe-5.0-SSD, an. Dieses unter der Gaming-Marke T-Force entwickelte Produkt nutzt die PCIe-5.0-x4-Schnittstelle und hält sich an den NVMe-2.0-Standard.



Nvidia präsentiert stolz die zahlreichen Custom Designs der Boardpartner, die eine „Super“-GPU verwenden.



Nvidia kombiniert G-Sync zusammen mit der Flimmertechnik ULMB zum Bildschärfen. Im ersten Sichttest hält die Technik, was sie verspricht.



Weniger ein Nachfolger, mehr eine Alternative: Der neue SSD-Controller Phison E31T wird zwar effizienter als der E26, aber auch etwas langsamer.

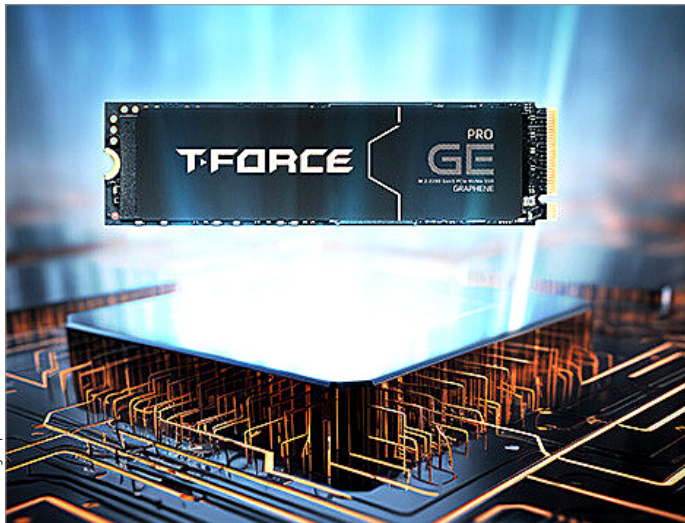


Bild: Teamgroup

Teamgroup ist der erste Hersteller, der eine PCIe-5.0-SSD vorstellt, die nicht vom Phison E26 befeuert wird. Der mutmaßlich effizientere Innogrid sei auch schneller.

Die Gen-5-SSD wurde speziell für die Bedürfnisse von Gamern und High-End-Anwendern entwickelt und bietet erhebliche Verbesserungen bei der Speichergeschwindigkeit und -effizienz. Die T-Force-GE-PRO-PCIe-5.0-SSD ist mit dem Innogrit IG5666-Controller ausgestattet, der auf einer 12-nm-Multicore-Architektur aufbaut und die Energieeffizienz betont. Diese SSD verfügt über einen 2.400-MT/s-NAND-Flash, der sowohl DRAM-als auch SLC-Caching unterstützt und Lesegeschwindigkeiten von bis zu 14.000 MB/s erreicht. Damit

wäre sie die schnellste PCIe-5.0-SSD, weil bisherige Modelle mit dem Phison E26 maximal 12.000 MB/s maximal schaffen.

Aber auch Phison selbst kündigte einen Nachfolger an: Der E31T soll effizienter, aber nicht schneller sein und lediglich die Datenraten bieten, die mit PCIe 5.0 schon vor über einem Jahr möglich waren. Die sequenzielle Datenrate des neuen Modells wird dabei in beide Richtungen bei 10.800 MB/s liegen, und für zufällige Zugriffe wird ein Wert von 1.500.000 IOPS genannt.



Bild: Razer

Razer stellt mit „Project Esther“ eine flexible Sitzauflage für Bürostühle vor, die je nach Spielinhalt den Rücken und Hintern vibrieren lassen.



Auch MSI stellt nun ein Handheld-PC vor, diesmal mit einer Intel-CPU. Der MSI Claw ist vergleichbar mit dem Asus ROG Ally.

Zudem wirbt das Unternehmen mit einer 7-nm-Fertigung bei TSMC und einem integrierten ARM-Prozessor mit R5-Kern.

„Project Esther“ versohlt den Hintern

Razer hat traditionell ein ungewöhnliches Projekt zur CES mitgebracht. Mit Project Esther will man das „weltweit erste haptische Gaming-Kissen“ entwickelt haben. Der Peripherie-Hersteller hat schon einige kuriose Produkte vorgestellt - wir erinnern uns beispielsweise an den „Razer Razer“, einen Rasierer, oder die selbstreinigende RGB-Gesichtsmaske Zephyr. Aber auch wesentlich nützlichere und praktische Konzepte gab es schon, etwa ein Notebook mit zwei Displays oder ein Smartphone mit Notebook als Dock, sodass es als Touchpad dort diente. Gemeinsames Merkmal der ungewöhnlichen Produkte war deren ursprüngliche Vorstellung als „Project“ auf Branchenevents. Auch auf der CES 2024 lässt es sich Razer nicht nehmen, ein solches Konzept vorzustellen.

Mit „Project Esther“ bringt der Hersteller das weltweit erste haptische Gaming-Kissen auf die Bühne. Grundsätzlich soll Project Esther auf alle Gaming-Stühle passen, die Sitzauflage funktioniert aber selbstredend am besten im Zusammenspiel mit Razer-Stühlen. Das Kissen selbst wird dem Hersteller zufolge von „Sensa HD Haptics“ angetrieben, welche sich an 16 Punkten in der Auflage befinden. Die zugehöri-

ge Software soll Musik und Soundeffekte anschließend in Vibrationen übersetzen, die dank einer niedrigen Latenzzeit gewissermaßen in Echtzeit direkt an Rücken und Gesäß weitergeleitet werden. Hierfür lassen sich individuelle Effekte einprogrammieren.

Über 56 haptische Effekte in Mechwarrior 5 lassen uns im Test die Wucht des Vibrationskissens auch tatsächlich fühlen. Unbedingt notwendig sei eine Individualisierung allerdings nicht, wie eine Partie Mortal Kombat kurz darauf beweist. Auch Out-of-the-Box wurde uns dort auf zweifacher Ebene „der Hintern versohlt“ - sowohl im Spiel als auch von Project Esther. Grundsätzlich handelt es sich bei Project Esther noch um ein reines Konzept. Auf unserer Nachfrage heißt es, dass man derzeit nicht vorhabe, das Gaming-Kissen auch tatsächlich in den Handel zu bringen. Man wolle erst die Medienresonanz abwarten. Aber wie schon eingangs mit dem Razer-Rasierer und der RGB-Gesichtsmaske erwähnt - das muss nicht zwangsläufig bedeuten, dass es bei dieser Aussage bleibt.

MSI Claw: Handheld mit Intel-CPU

Der MSI Claw soll dank eines neuen Intel Core Ultra 7 und Arc Graphics 5 mit XeSS in 1080p mit mittleren Grafikeinstellungen beschleunigen können. Das gesamte Design erinnert stark an das bereits verfügbare Asus ROG Ally. Als Basis für den 294 × 117 × 21,2 mm messenden

sowie 675 Gramm schweren Handheld-PCs dient der neue Intel Core Ultra 7 155 mit Arc Graphics 5, der insgesamt 16 Prozessorkerne in einer Konfiguration von 6+8+2 und bis zu 4,8 GHz Taktfrequenz bietet. Die integrierte Arc-Grafikeinheit basiert auf der aus dem Desktop bekannten Alchemist-Architektur und besitzt 8 Xe-Cores respektive 1.024 Shader-Einheiten. Diese werden von 128 Vector-Engines sowie 8 Raytracing-Units unterstützt und können im Intel Core Ultra 7 155H eine vergleichsweise hohe TDP respektive PBP („Processor Base Power“) von 64 bis 115 Watt ausschöpfen und damit laut ersten Benchmarks problemlos mit der AMD Radeon 780M konkurrieren. Die cTDP beträgt werkseitig 28 Watt, kann aber unter Lastspitzen deutlich höher ausfallen. Die Leistungsaufnahme dürfte oberhalb AMDs U-Serie liegen. Die hybride CPU selbst setzt sich aus 6 Performance-Kernen („P-Cores“) vom Typ „Redwood Cove“ und insgesamt 10 Efficiency-Kernen („E-Cores“) vom Typ „Crestmont“ zusammen. Die neuen Core Ultra setzen sich beim sogenannten „Core-Count“, also der Gesamtanzahl der Prozessorkerne, zukünftig aus P-Cores, E-Cores und noch einmal effizienteren SoC-Cores zusammen.

Der Prozessor wird dabei laut MSI von insgesamt 16 GiByte LPDDR5 unterstützt. Dank des modernen Unterbaus auf Basis von Intels neuester CPU-Architektur, bietet der MSI Claw zudem ein sehr modernes Featureset mit Wi-Fi 7, welches von einer Intel Killer Wi-Fi 7 BE1750 bereitgestellt wird, Bluetooth 5.4 sowie Thunderbolt 4 mit USB-C und Power Delivery mit bis zu 65 Watt. Der erste Handheld-PC des Herstellers setzt auf ein 7 Zoll messendes LC-Display mit bis zu 1.920 x 1.080 Bildpunkten und löst in Full HD („1080p“) auf. Für ein besonders flüssiges Spielerlebnis hingegen soll die hohe Bildwiederholungsrate von 120 Hz sorgen.

Dazu kommt eine umfangreiche (A) RGB-Beleuchtung, welche mit MSI Mystic Light konfigurierbar ist. Die Kühlungsleistung soll ebenfalls sehr potent ausfallen. Der Akku fasst 53 Wh und soll 90 Minuten Gaming ermöglichen. Der MSI Claw soll voraussichtlich zum Ende des ersten

Quartals 2024 auf den Markt kommen und in verschiedenen Konfigurationen angeboten werden.

Die Preise liegen laut MSI bei 699 bis 799 Euro und variieren je nach Speicherausstattung. Zudem soll auch eine Dockingstation für den MSI Claw erscheinen, welche Spiele in bis zu 4K/UHD („2160p“) auf einem Monitor oder TV wiedergeben kann. Wann derartige Zubehör erscheinen soll, ist jedoch noch nicht bekannt.

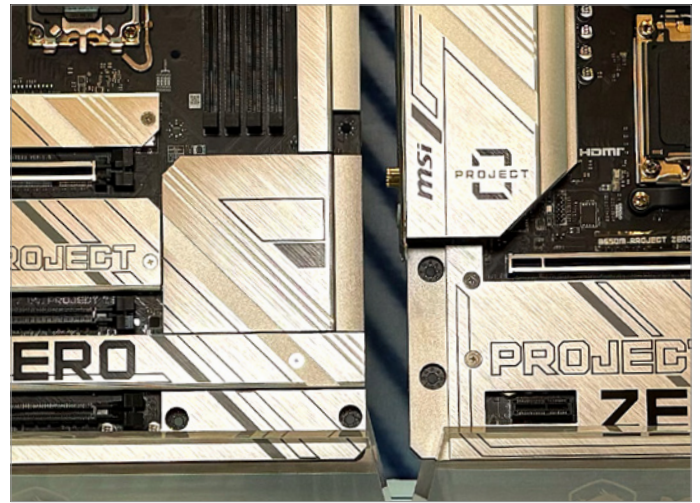
„Kabellose“ Mainboards und Gehäuse

Vor rund anderthalb Jahren hat MSI erstmals den Namen „Project Zero“ genannt, bei dem die gleichnamige Mainboard-Reihe ohne sichtbare Anschlüsse entwickelt wurde - stattdessen wandern diese auf die Rückseite der Platine. Nachdem im Oktober 2023 erste Produktvorstellungen zu Project Zero veröffentlicht wurden, gibt MSI auf der CES 2024 weitere Einblicke in die Funktionsweise der Mainboards.

Mit Project Zero verspricht MSI eine verbesserte Ästhetik sämtlicher PC-Builds, die die neuen Mainboards und kompatiblen Gehäuse nutzen. Grundsätzlich soll die Montage und das Kabelmanagement durch das „Back-Connect Design“ vereinfacht werden, bei dem die meisten Kabelanschlüsse nach hinten wandern. Dazu gehören etwa ATX- oder EPS-Connectoren, USB-Ports sowie Lüfter-Anschlüsse.

Die wichtigen Steckplätze für CPU, RAM oder SSD bleiben indes auf der Vorderseite, sodass „ein Gleichgewicht zwischen Benutzerfreundlichkeit und Ästhetik“ garantiert wird. Wann die bereits angekündigten Project-Zero-Mainboards mit Z790-, B760M- und B650M-Chipsatz auf den Markt kommen werden, ist bislang ebenso unbekannt wie der finale Preis der Komponenten. Die neue Präsentation auf der CES 2024, auf der ausgewählte Tester auch selbst Hand anlegen durften, lässt aber auf einen zeitnahen Release schließen.

Außerdem haben wir einige PC-Gehäuse gesehen, die für die Mainboards mit rückseitigen Anschlüssen ausgelegt sind. Die meisten sind jedoch recht kompakt und unterstüt-



Project Zero: MSI stellt passende Mainboards für die kabellose Optik des PCs vor. Viele Anschlüsse wandern einfach auf die Hinterseite.



Die neuen MSI-Gehäuse für „Project Zero“ werden dank ihrer kabellosen Optik ein Hingucker werden, aber genauso relativ teuer.

zen keine ATX-Optionen in voller Größe. Das große MEG Maestro 700L PG von MSI unterstützt jedoch E-ATX-Boards - wie die meisten dieser Gehäuse funktioniert es auch mit herkömmlichen Motherboards.) Aber das 700L PG bringt den angesagten „Fishbowl“-Gehäusstil auf die nächste Stufe, wobei die gesamte Front- und Seitenwand aus einem massiven, gewölbten Stück gehärtetem Glas besteht. Der Rest des Gehäuses besteht aus großen Platten aus 2,5 mm dickem Aluminium, und das Dual-Panel-Design verbirgt das Netzteil zusammen mit allen Kabeln und Anschlüssen hinter dem Mainboard. Machen Sie sich keine Sorgen um die Luftzirkulation, denn Lüfter oder große Radiatoren können sowohl vor dem Mainboard als auch an der Ober-

oder Unterseite des Gehäuses angebracht werden.

Wie zu erwarten, wird dieses Gehäuse teuer sein. Ein MSI-Vertreter sagte uns, dass es um die 400 Dollar kosten wird, wenn es irgendwann im nächsten Monat oder so auf den Markt kommt. Es ist bei weitem nicht billig, aber wenn Sie sich nach einem sauberen Innenleben mit viel Glas sehnen, um Ihre GPU und andere Komponenten zur Geltung zu bringen, ist das MEG Maestro 700L PG von MSI wohl eines der schönsten Gehäuse dieser Art.

Jetzt wäre es nur noch schön, wenn so eine „kabellose“ Technik nicht proprietär wäre, damit Komponenten unterschiedlicher Hersteller zusammenpassen. (mc)



Das CPU-Rad neu erfunden

Nach über 5.000 brandheißen Messungen ist der Prozessor-Testparcours für 2024 fertig. Wir stellen Ihnen den neuen CPU-Index jetzt in allen Einzelheiten vor, plus eine CPU-Kaufberatung auf Basis der Ergebnisse.

Jedes Jahr kommen viele neue PC-Spiele auf den Markt und auch beim Hardware-Angebot tut sich einiges. Wir müssen Schritt halten und haben daher den kompletten Testparcours für Prozessoren überarbeitet. Das betrifft dieses Mal nicht nur die Auswahl der Spiele und Anwendungen, sondern auch die Bewertungskriterien. Auch das Thema KI können nicht außer Acht lassen, denn 2024 werden AMD und Intel Prozessoren auf den Markt bringen, die KI-Beschleuniger enthalten. Von KI-Benchmarks haben wir zwar abgesehen, aber wenn derartige Beschleuniger zur Ausstattung von

Prozessoren gehören, gewichten wir das entsprechend in der Benotung. Dieser Artikel hier dient jetzt aber in erster Linie dazu, Ihnen die neuen 12 Spiele-Benchmarks vorzustellen, die wir ausgesucht haben. Die Anwendungen hingegen haben wir bereits im Test zu den Threadripper 7000 in Ausgabe 02/24 vorgestellt. Des Weiteren finden Sie weiter hinten eine Erläuterung darüber, wie wir Prozessoren fair benoten und am Ende gibt es sogar noch eine Kaufberatung, die auf der Basis der neuen Benchmarks basiert. Alle diese Daten (über 5.000 Analysen) wurden komplett neu eingemessen.

Von Problemen und immer größeren Hürden

Weil CPU-Tests immer umfangreicher werden, müssen wir eine Auswahl von Prozessoren treffen, die getestet werden sollen. Die Basis bilden dabei immer die Topmodelle von AMD und Intel. Das heißt, dass alle Spiele, die Grafikeinstellungen und auch die Anwendungen auf das jeweilige Topmodell eingemessen werden. Bei Spielen bedeutet das eine Grafikeinstellung, welche die im Testsystem verbaute RTX 4090 gerade noch so bewältigen kann, bevor sie ins GPU-Limit rasselt. Bei Anwendungen gibt die schnellste

CPU die Basisleistung vor, nach der sich alle anderen messen müssen. Die „perfekte“ CPU bildet bei der Notenvergabe jenes Modell, welches mit der Note 1,0 abschneiden würde. In Summe bedeutet das, dass die Topmodelle den CPU-Index gestalten und die Testbedingungen für alle anderen Prozessoren im Test festlegen. Daraus resultiert, dass ältere Prozessoren, die nicht über die neuesten Schnittstellen und Eigenschaften verfügen, automatisch durch das neue Wertungssystem „abgestraft“ werden. Behalten Sie das im Hinterkopf, wenn Sie die Zahlen vergleichen.

Neue Hardware, neue Spiele, neue Testbedingungen

Die Auswahl der Hardware ist sehr wichtig, denn ein Prozessor allein macht noch lange kein gutes Testsystem aus. Allen voran ist das Mainboard zu nennen, welches in Verbindung mit unseren Analysen der CPU-Leistungsaufnahme eine gewichtige Rolle spielt. Auf dem Bild unten sehen Sie das Power Measure Device (PMD), welches zwischen Netzteil und Mainboard geschaltet wird. Über ein USB-Interface halten wir extern mithilfe eines speziellen Programms die CPU-Leistungsaufnahme während der Benchmarks fest. Die Besonderheit dabei ist, dass das PMD auch die Ineffizienz der Spannungswandler mit aufzeichnet. Wir haben daher im Vorfeld der Tests mithilfe einer Ampere-Zange geprüft, welche Mainboards die geringste Ineffizienz aufzeigen und verwenden diese schließlich für alle Messungen innerhalb des gleichen Sockels.

Beim Arbeitsspeicher verwenden wir jeweils das gleiche Speicherkit für DDR4- und DDR5-Tests und konfigurieren nur den Takt auf den jeweiligen Wert der Spezifikation des Prozessors. Es sind immer zwei Riegel, die zusammen 32 GiByte liefern. Andere Riegel werden nur genutzt, wenn es sich nicht um CPU-Index-Messungen handelt. Die Rolle der Grafikkarte bleibt bis zum Erscheinen von „RX 8000“ und „RTX 5000“ unverändert: PNY GeForce RTX 4090 XLR8 Gaming Verto Epic-X RGB Triple Fan. Die Nvidia-GPU überzeugt nach wie vor mit der höchsten Leistung unter den Desktop-Grafikkarten und liefert uns damit die Möglichkeit, maximale Details anzustreben, ohne ins störende GPU-Limit zu geraten. Behalten Sie an dieser Stelle im Hinterkopf, dass die verwendete Auflösung ausschließlich Sache der Grafikkarte ist.

Die Kühlung der Prozessoren übernimmt eine Asus Ryujin II 360 Wasserkühlung, deren Radiator zwischenzeitlich mit einem Ersatzlüfter ausgestattet werden musste. Die Drehzahl aller Lüfter, auch die der Pumpe, beträgt zu jeder Zeit 100 Prozent. Das machen wir nicht, weil wir störend laute Lüftergeräusche so

Alle Spiele und Anwendungen im PCGH-CPU-Testparcours 2024

Benchmark	Engine/Test	Besonderheiten, Einflüsse, Auffälligkeiten, Skalierung
Atlas Fallen	Fledge (Vulkan)	Mehr: Single-Core, RAM; Wenig: CPU-Kerne und L3-Cache
Baldur's Gate 3	Divinity 4.0 (Vulkan)	Mehr: L3-Cache, Single-Core-Leistung, RAM; Wenig: CPU-Kerne
F1 23	In-House (DirectX 12)	Extrem: L3-Cache + viele Kerne; Wenig: Single-Core-Leistung
Hogwarts Legacy	Unreal Engine 4 (DirectX 12)	Dieser Titel skaliert mit „alles“, jedoch mit nur kleinem Einfluss
Lords of the Fallen 2023	Unreal Engine 5 (DirectX 12)	Mehr: Single-Core-Leistung, RAM, L3-Cache; Wenig: Kerne
Microsoft Flight Simulator	In-House (DirectX 12)	Sehr gute Skalierung mit RAM, Single-Core-Leistung und L3-Cache
Ratchet & Clank	Insomniac (DirectX 12)	Mehr: Kerne, L3-Cache, RAM; Wenig: Single-Core-Leistung
Starfield	Creation Engine 2 (DirectX 12)	Gute Skalierung mit Kernen; Intel-Faible trotz AMD-Sponsoring
Anno 1800	Anno Engine (DirectX 12)	Single-Core, L3-Cache- und RAM-lastig; Wenig: Kerne
Stellaris	Clausewitz Engine (DirectX 11)	Dieser Titel skaliert mit „alles“, jedoch mit nur kleinem Einfluss
X4 Foundations	X Tech 5 (Vulkan)	Skaliert gut mit L3-Cache und Single-Core-Leistung
Cyberpunk 2077	RedEngine 4 (DirectX 12)	Nahezu perfekte Skalierung mit allem, was eine CPU zu bieten hat
3DMark CPU Profile	CPU-Kern-Benchmark	Kernskalierungstest von einem bis zu 32 Kernen
7-Zip	(De-)Komprimieren	Integrierter Benchmark mit CPU- und RAM-Einfluss
Handbrake	Video-Konvertierung	Sehr kernlastig mit bis zu 32 Kernen und 64 Threads
Cinebench R24	Multi- und Single-Core	Beliebtester Benchmark für CPU-Vergleiche, sehr kernlastig
V-Ray	CPU-Raytracing-Benchmark	Extrem CPU-lastiger Benchmark mit höchster Auslastung
Corona 10	CPU-Raytracing-Benchmark	Extrem CPU-lastiger Benchmark mit höchster Auslastung

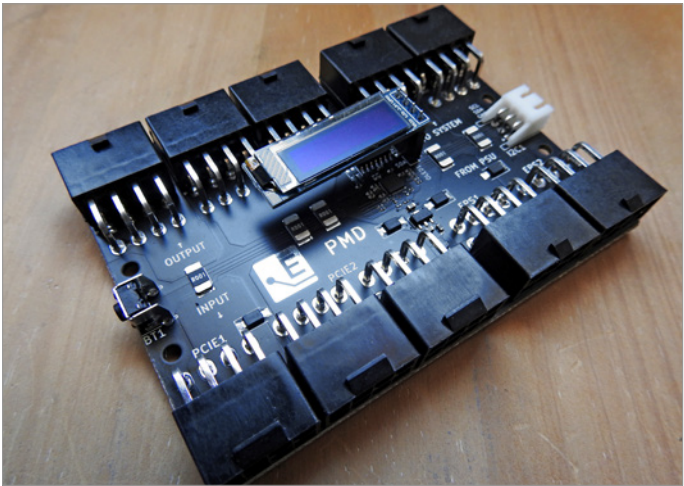
gerne haben, sondern um den Einfluss der Kern-Temperaturen auf die Benchmarks so niedrig wie möglich zu halten. Dennoch stößt so manche Ryzen-CPU an ihr Temperaturlimit, was allerdings dem Aufbau der CPU geschuldet ist (die Wärmestromdichte ist insbesondere bei Ryzen-Achtkernern sehr hoch). Als Datengrab kommen zwei M2-SSDs mit jeweils 1 TiByte zum Einsatz, die immer über das PCI-Express 4.0 Interface angebunden werden, sofern vom Board unterstützt. Alle

CPU's greifen auf die gleiche Basis-konfiguration zurück, nur Mainboard und RAM werden angepasst. So schaffen wir vergleichbare Bedingungen für kommende Prozessoren. Ein Problem sind dabei natürlich UEFI-Updates, die zwingend aufgespielt werden müssen, wenn neue Prozessor-Generationen auf den Markt kommen. Wir erhalten dafür in der Regel Beta-Versionen, die im Zweifel nicht die finale Leistung der CPU's abbilden. Diese Werte korrigieren wir mit Nachtests.

Die Testmethodik

An der eigentlichen Art, wie wir Benchmarks durchführen, hat sich nur wenig verändert. Wichtig ist nach wie vor, dass sich eine CPU vor den Benchmarks „aufheizt“. Moderne Spiele müssen erst einmal ein paar Minuten laufen, bevor die Daten von der SSD in den Arbeits- und Videospeicher wandern. Wird von der „Festplatte“ geladen, entstehen unschöne Ruckler, die wir in unseren Benchmarks nicht haben wollen. Als Benchmark-Tool kommt nach wie vor CapFrameX zum Einsatz, immer in der neuesten Version, um auch aktuelle Prozessoren zu unterstützen. Die Fehlertoleranz bei den P1-Frametimes beträgt weiterhin fünf Prozent, um die Ergebnisse möglichst präzise zu halten. Das bedeutet, dass innerhalb der drei Messungen die P1-Fps nicht weiter als fünf Prozent auseinanderliegen dürfen. Am Ende wandern alle Rohdaten in eine Excel-Datei, die Mittelwerte bildet, Index-Werte berechnet und darstellt.

Nun folgen die 12 neuen Spiele, welche den Löwenanteil am neuen CPU-Testparcours ausmachen. Danach widmen wir uns den Bewertungsgrundlagen und schließlich der Kaufberatung. Viel Spaß!



Zur Messung der CPU-Leistungsaufnahme verwenden wir das Power Measure Device (PMD) von Elmorlabs. Man könnte damit sogar Grafikkarten analysieren.



Atlas Fallen: Die Gefahr im Sand, auch für CPUs

Deck 13 kennen die meisten vor allem durch The Surge 2 und die alten Hasen durch Venetica. Atlas Fallen bietet wieder interessante Ansätze.

Mit einer der ersten Dinge, die Sie in Atlas Fallen erledigen, ist über den Sand zu gleiten. Denn letzteres ist Hauptbestandteil der Welt vom Spiel und wenn Sie uns fragen, ist das besser, als nur zu rennen. Neben der interessanten Welt hat das Spiel vor allem gute Kämpfe zu bieten, gegen teils riesige Monster. Mit verschiedenen Waffen und einem umfangreichen Skill-System passen Sie die Kämpfe nach Ihrem Geschmack an.

Rein technisch hinkt der Titel zwar etwas hinterher, doch ein ausgefeilter CPU-Index muss in Summe auch Spiele bieten, die nicht wie Cyberpunk 2077 oder Alan Wake 2 so hohe Anforderungen bieten, dass High-End-Hardware nötig wäre. Unseren CPU-Benchmark führen wir, wer hätte es gedacht, in der Wüste durch. Wir positionieren uns an einem bestimmten Baum und geben dann Vollgas und gleiten zu einer Brücke. Das Field of View (FoV) steht dabei auf dem Maximum, sodass die CPU ordentlich arbeiten muss. Dennoch sehen Sie anhand der unten abgedruckten Zahlen, dass die Anforderungen von Atlas Fallen eher gering sind. Zudem stechen keine Stärken von Prozessoren wirklich heraus, weder 3D-V-Cache, noch 6 GHz schnelle Performance-Kerne von Intel.

1.280 x 720, maximale Details, FoV max.

Intel Core i9-14900K	110	189,4
Intel Core i9-13900K	111	187,9
Intel Core i7-14700K	109	185,1
Intel Core i7-13700K	108	184,3
AMD Ryzen 7 7800X3D	106	183,1
Intel Core i5-13600K	108	180,9
AMD Ryzen 7 7700X	101	174,1
Intel Core i9-12900K	102	173,4
AMD Ryzen 9 7950X3D	104	167,7
Intel Core i7-12700K	101	167,2
Intel Core i9-11900K	100	166,1
AMD Ryzen 5 7600	97	163,0
AMD Ryzen 5 7500F	93	155,9
AMD Ryzen 9 7900	95	151,6
AMD Ryzen 7 5800X3D	94	147,4
Intel Core i5-13400F	92	147,2
AMD Ryzen 9 7950X	90	138,9
AMD Ryzen 5 5600X3D	88	137,1
AMD Ryzen 7 5800X	84	135,7
AMD Ryzen 9 5900X	81	123,5
AMD Ryzen 5 5600	77	119,0
AMD Ryzen 9 5950X	74	107,9

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser



Baldur's Gate 3: Das bislang beste Spiel von Larian

Mit über 457.000 positiven Bewertungen gehört BG3 zu den beliebtesten Spielen, die es gibt. Natürlich hat es hier einen Platz verdient.

Spiel des Jahres 2023 und Herausragendes Spiel mit tiefgründiger Story – damit darf sich Larian schmücken, wenn es um Baldur's Gate 3 geht. Ohne jeden Zweifel erhaben sind auch die Hardwareanforderungen, die im Laufe des Abenteuers steigen. Denn irgendwann werden auch Sie nach unendlich vielen Stunden im ersten Akt den dritten erreichen. Was dort passiert, geht vor all allem zulasten der CPU. Zahlreiche Patches und Hotfixes haben sich den Problemen im Spiel bereits angenommen und wir können bestätigen, dass sich speziell im dritten Akt die Performance bereits merklich verbessert hat.

Unsere Zahlen sind daher auch ein Zeitdokument, denn so schnell, wie Larian patcht, können wir gar nicht mit den Benchmarks hinterherkommen. Die unten abgedruckten Zahlen sind mit der Version Hotfix #15 entstanden. Der CPU-Benchmark findet auf der Brücke, kurz vor Baldurs Tor statt. Wir überqueren diese in Third-Person-Ansicht und verlangen allen Prozessoren im Test einiges ab. Viele Kerne bringen nichts, 3D-V-Cache dagegen zündet den Turbo. Abseits des üppigen L3-Caches setzen Sie jedoch besser auf Intel, denn selbst ein Core i9-12900K nimmt es schon mit AMDs 7950X auf.

1.280 x 720, maximale Details

AMD Ryzen 7 7800X3D	91	129,3
AMD Ryzen 9 7950X3D	89	129,0
Intel Core i9-14900K	85	115,0
Intel Core i9-13900K	84	113,5
Intel Core i7-14700K	83	112,9
Intel Core i7-13700K	81	109,1
AMD Ryzen 7 5800X3D	73	104,6
Intel Core i5-13600K	76	103,3
AMD Ryzen 5 5600X3D	69	101,2
AMD Ryzen 9 7950X	69	91,5
AMD Ryzen 7 7700X	67	90,2
Intel Core i9-12900K	66	89,8
AMD Ryzen 9 7900	65	88,0
AMD Ryzen 5 7600	63	85,0
Intel Core i7-12700K	61	84,5
AMD Ryzen 5 7500F	62	84,3
Intel Core i9-11900K	60	83,3
AMD Ryzen 9 5950X	58	79,8
AMD Ryzen 9 5900X	58	79,1
AMD Ryzen 7 5800X	55	77,1
Intel Core i5-13400F	54	74,6
AMD Ryzen 5 5600	52	73,2

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser



F1 23: Nach dem Lückenfüller vom Vorjahr einen Blick wert

Mit verbesserter Grafik und Braking Point 2 kommt F1 23 bei den Fans deutlich besser an, als der Vorgänger.

Was in den vergangenen Jahren erfolgreich von Codemasters integriert wurde, das findet sich fast ausnahmslos auch in F1 23. Die Karriere, die wir allein, aber auch mit einem Partner online bestreiten, der Mein-Team-Modus, in dem wir neben der Rolle des Fahrers auch die des Teamchefs einnehmen und der 2021 eingeführte Story-Modus ergaben bereits in den Vorgängern ein rundes und abwechslungsreiches Angebot. F1 23 erreicht aber tatsächlich ein noch höheres Niveau. Nicht, weil jeder einzelne Modus überarbeitet und verbessert wurde, sondern schlicht, weil der virtuelle Motorsport-Alltag so viele Möglichkeiten bietet und nur dort optimiert wurde, wo es tatsächlich nötig war. Man muss nun mal gut managen und abwägen, wenn alle zwölf Monate ein Vollpreistitel erscheinen soll.

Wir haben vor allem höhere CPU-Anforderungen gegenüber dem Vorgänger bemerkt, was vor allem an der umfangreicheren Implementierung von Raytracing liegt. Wir nutzen sämtliche Optionen, die das Spiel zu bieten hat, und deaktivieren nur Ambient Occlusion (was sowieso Sache der Grafikkarte ist). 3D-V-Cache und CPU-Kerne sind hier das Mittel der Wahl für höchste Bildraten.

1.280 × 720, maximale Details inkl. Raytracing

AMD Ryzen 9 7950X3D	116	182,5
AMD Ryzen 7 7800X3D	107	166,1
Intel Core i9-14900K	106	145,5
Intel Core i7-14700K	104	143,6
AMD Ryzen 7 5800X3D	92	143,1
Intel Core i9-13900K	105	142,7
Intel Core i7-13700K	104	142,1
Intel Core i5-13600K	101	139,9
AMD Ryzen 5 5600X3D	91	137,8
AMD Ryzen 7 7700X	95	137,5
AMD Ryzen 9 7950X	98	137,0
AMD Ryzen 5 7600	90	125,1
AMD Ryzen 9 7900	90	124,3
Intel Core i9-12900K	89	123,0
AMD Ryzen 5 7500F	86	122,4
Intel Core i7-12700K	88	120,8
Intel Core i9-11900K	81	113,0
Intel Core i5-13400F	81	111,7
AMD Ryzen 9 5950X	78	111,1
AMD Ryzen 7 5800X	76	109,6
AMD Ryzen 9 5900X	76	108,4
AMD Ryzen 5 5600	72	100,4

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser



Hogwarts Legacy: Magische Unreal Engine 4 mit Bonus

Diesen Titel haben wir bereits heimlich in den CPU-Index 2023 geschmuggelt, doch für 2024 wollten wir noch etwas mehr.

Hogwarts Legacy ist ein wahr gewordener Traum für jeden, der die Bücher und Filme liebt. Das Spiel nutzt jedoch „leider“ die Unreal Engine 4, die zwar einerseits einen guten Ruf hat, weil sie so vielfältig ist, andererseits jedoch gerade mit Raytracing Performance-Probleme hat. Es gab zwar einige Updates, doch die haben nicht wirklich geholfen. Wir haben uns daher etwas überlegt und sind einen Schritt gegangen, den man als Hardware-Tester mit Spielen normalerweise nicht macht: Mods. Ziemlich bekannt ist der „Ultra Plus Better Lighting and Performance“ Mod, der nichts weiter macht, als die .ini-Datei (der UE4) von Hogwarts Legacy anzupassen und zu erweitern. Damit werden nicht nur Bildqualität und Performance verbessert, sondern sogar neue Raytracing-Optionen freigeschaltet. Das Wichtigste ist aber, dass es die Probleme löst, die Hogwarts Legacy bis heute hat. Nach Installation der Modifikation erhalten wir neue Parameter für die Grafikeinstellungen: Das neue „Mittel“ bietet dabei bereits eine höhere Qualität als das alte „Ultra“. Wir verwenden für den Benchmark das Preset „Hoch“, für Raytracing „Mittel“. Die Bildqualität ist über jeden Zweifel erhaben, das versprechen wir Ihnen, und die Hardwarelast steigt, bleibt aber stabil, selbst in Hogsmeade, wo wir unseren Benchmark durchführen.

720p, Unreal-Engine-Mod, Details Hoch, RT Mittel

Intel Core i9-14900K	47	73,5
AMD Ryzen 9 7950X3D	44	73,4
Intel Core i9-13900K	45	70,8
AMD Ryzen 7 7800X3D	41	66,0
Intel Core i7-14700K	44	64,3
Intel Core i7-13700K	43	63,7
Intel Core i5-13600K	41	60,7
AMD Ryzen 5 5600X3D	36	57,4
AMD Ryzen 7 7700X	37	56,4
AMD Ryzen 7 5800X3D	35	55,2
AMD Ryzen 9 7950X	35	54,9
AMD Ryzen 5 7600	35	54,0
Intel Core i9-12900K	34	53,2
Intel Core i7-12700K	34	52,1
AMD Ryzen 9 7900	34	51,9
Intel Core i9-11900K	33	51,4
AMD Ryzen 5 7500F	33	50,2
Intel Core i5-13400F	31	46,8
AMD Ryzen 9 5950X	29	46,7
AMD Ryzen 9 5900X	30	46,6
AMD Ryzen 7 5800X	29	46,5
AMD Ryzen 5 5600	27	44,3

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser



Lords of the Fallen 2023: Kein Dark Souls, aber es hat was

Bewaffnet mit der neuen Unreal Engine 5 liefert LotF großartige Optik und bedient sich spielerisch an den Größen des Genres.

Lords of the Fallen ist ein Reboot von Lords of the Fallen. Die Titel haben den gleichen Namen, grandios, nicht? Vor dem Release hat Entwickler Hexworks großspurig angekündigt, dass man ein „Dark Souls 4“ liefert. Wir sagen mal so: Besser wäre eine echte Fortsetzung des Spiels gewesen, dessen Namen sie sich genommen haben. Der Autor dieser Zeilen hat nämlich alle Titel gespielt, um die es hier geht, und LotF 23 ist zwar ein gutes Spiel geworden, aber eben kein Souls oder Nachfolger von LotF (von 2014). Schade.

Aber davon abgesehen interessiert uns natürlich am meisten die Technik, und mit der Unreal Engine 5 hat man hier ein ganz heißes Eisen im Feuer. Die größte und beste Neuerung ist, dass Traversal-Stutter der Vergangenheit angehören, welche Unreal-Engine-4-Spieler zum Ende hin immer öfter geplagt haben. Doch auch die native Integration von Raytracing ist gerne gesehen. Lords of the Fallen ist gut optimiert und an moderne Hardware angepasst. Das bedeutet, dass Sie selbst mit nicht mehr mit ganz taufrischen Prozessoren flüssig Monster schnetzeln und um Ihr Überleben kämpfen können. AMD- und Intel-CPUs skalieren hier gleichermaßen gut.

1.280 x 720, maximale Details

Intel Core i9-14900K	116	160,1
Intel Core i7-14700K	114	158,5
AMD Ryzen 7 7800X3D	115	158,3
Intel Core i9-13900K	111	156,3
Intel Core i7-13700K	109	155,4
Intel Core i5-13600K	107	144,6
AMD Ryzen 9 7950X	93	130,4
AMD Ryzen 9 7950X3D	95	129,0
AMD Ryzen 9 7900	94	127,6
AMD Ryzen 7 7700X	91	124,7
Intel Core i9-12900K	90	123,3
AMD Ryzen 7 5800X3D	87	118,7
AMD Ryzen 5 5600X3D	86	118,1
Intel Core i7-12700K	87	116,6
AMD Ryzen 5 7600	85	115,5
AMD Ryzen 5 7500F	83	113,1
Intel Core i9-11900K	81	108,6
AMD Ryzen 9 5950X	72	104,3
AMD Ryzen 9 5900X	72	103,0
Intel Core i5-13400F	78	102,2
AMD Ryzen 7 5800X	72	96,0
AMD Ryzen 5 5600	68	91,7

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser



Microsoft Flight Simulator: Ein CPU-Killer par excellence

Bis der Nachfolger erscheint, bietet der MSFS ein Zuhause für Fans von Flugsimulatoren. Hoffentlich nutzen Sie eine mächtige CPU dafür.

Im Juni 2023 ließen Microsoft und Asobo eine kleine Bombe platzen, als man den Flight Simulator 2024 ankündigte. Aus dem 10-Jahres-Projekt wurde wohl nichts, allerdings soll der aktuelle Flight Simulator weiter von Updates profitieren und der Nachfolger soll auch in andere Richtungen entwickelt werden. Nach der Ankündigung wurde es aber erst einmal ruhig. Tatsächlich ist es so, dass Microsoft noch gar nicht über den Nachfolger sprechen möchte. Die CPU-Benchmarks finden im Rundflug über Neapel statt. Die CPU-Last über Städten ist besonders hoch, ein Worst Case ist das aber noch nicht. Sie können diesen Entdeckungsflug ganz einfach über das Hauptmenü starten.

Insgesamt skaliert der Flight Simulator am besten mit viel L3-Cache, was besonders AMDs Ryzen 5 5600X3D aufzeigt, der sich so vor den viel mächtigeren Core i7-13700K schummelt. Viele Kerne bringen dagegen so gut wie gar nichts – ein Grund, warum sich ein 7950X3D (mit CCD0) in Szene setzen kann. Für flüssiges Spielvergnügen mit 60 P1-Fps muss es dann mindestens ein Core i7-14700K oder Ryzen 7 7800X3D sein. Das sind extrem hohe Anforderungen. Abhilfe schafft im Zweifel die Reduktion von Grafikdetails.

1.280 x 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 7950X3D	68	88,1
AMD Ryzen 7 7800X3D	68	85,4
AMD Ryzen 7 5800X3D	56	72,6
Intel Core i9-14900K	60	70,7
Intel Core i7-14700K	60	68,9
Intel Core i9-13900K	58	68,3
AMD Ryzen 5 5600X3D	50	66,9
Intel Core i7-13700K	54	64,1
Intel Core i5-13600K	52	61,7
AMD Ryzen 9 7950X	50	58,4
AMD Ryzen 7 7700X	48	55,4
AMD Ryzen 9 7900	46	54,3
Intel Core i9-12900K	46	53,9
AMD Ryzen 5 7600	46	53,0
Intel Core i9-11900K	43	51,6
Intel Core i7-12700K	44	50,8
AMD Ryzen 5 7500F	43	50,6
AMD Ryzen 7 5800X	40	50,2
AMD Ryzen 9 5900X	40	50,1
AMD Ryzen 9 5950X	39	49,6
AMD Ryzen 5 5600	37	46,4
Intel Core i5-13400F	37	44,4

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser



Ratchet & Clank: Spannendes und cooles Adventure

Der Start war zwar etwas holprig, aber nach ein paar Patches ist dieser Titel auf jeden Fall einen Blick wert. Auch die CPU-Skalierung ist gut.

Wenn ehemals Konsolen-exklusive Marken und Spiele ihren Weg zum PC finden, ist das ein Grund zum Feiern. Da sich die Hardware von PCs und Konsolen mittlerweile stark ähnelt, hält sich der Portierungsaufwand gegenüber früheren Generationen (u. a. Playstation 3) in Grenzen. Wir würdigen das, indem wir Ratchet & Clank einen Platz im CPU-Testparcours 2024 geben.

Der Nefarious City Market, recht weit zu Beginn des Spiels, ist ein Fundus für viele NPCs, sodass sich dieser Ort hervorragend für CPU-Benchmarks eignet. Wir springen von der Plattform und rennen einmal quer über den Platz. Der Benchmark wird dreimal wiederholt, ohne dazwischen neu zu laden. Die Engine skaliert dabei sehr gut mit Kernen und Single-Core-Leistung, daher kann sich Intels Topmodell mit Leichtigkeit an die Spitze setzen. 3D-V-Cache bringt zwar auch Bonuspunkte, jedoch ist selbst ein Ryzen 9 7950X3D nicht in der Lage, den ungleich günstigeren Core i7-13700K in Schach zu halten, während ein Ryzen 7 7800X3D nicht einmal den Core i5-13600K knackt. Insgesamt setzen Sie besser auf Intel, um flüssig unterwegs zu sein, wahlweise reicht jedoch auch unser Spartipp Ryzen 5 5600 aus.

1.280 × 720, maximale Details

Intel Core i9-14900K	119	162,7
Intel Core i7-14700K	116	161,3
Intel Core i9-13900K	117	160,5
Intel Core i7-13700K	115	154,0
AMD Ryzen 9 7950X3D	105	144,6
Intel Core i5-13600K	107	140,9
AMD Ryzen 7 7800X3D	91	127,3
Intel Core i9-12900K	91	125,3
AMD Ryzen 9 7950X	90	123,6
Intel Core i7-12700K	84	115,2
AMD Ryzen 9 7900	85	114,8
AMD Ryzen 7 7700X	79	109,8
AMD Ryzen 5 7600	77	106,6
AMD Ryzen 5 7500F	76	104,4
AMD Ryzen 7 5800X3D	73	103,4
AMD Ryzen 9 5950X	70	101,3
AMD Ryzen 5 5600X3D	73	101,3
Intel Core i9-11900K	78	101,0
Intel Core i5-13400F	73	96,9
AMD Ryzen 9 5900X	68	96,8
AMD Ryzen 7 5800X	63	89,9
AMD Ryzen 5 5600	61	85,8

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 **Ø Fps**
➤ Besser



Starfield: Gähnende Leere auf tausenden von Planeten

Der Gewinner des Preises für innovatives Gameplay könnte vielerorts nicht generischer sein, doch Sie haben gewählt, wir liefern.

Die Grafikengine ist in der Lage, alle Kerne und Threads einer CPU auszulasten, ohne, dass es einen Vorteil hat. Schauen Sie sich einmal Ryzen 7 7700X und Ryzen 9 7950X in den Benchmarks an: Beide Prozessoren sind gleich schnell und die Threads werden im Mittel mit 85 Prozent belastet – aber wohin verschwindet dann die Last der acht Kerne und 16 Threads? Das weiß wohl nur Todd. Das führt so weit, dass ein Core i9-14900K derart stark ausgelastet wird, dass Teile der CPU durch das Powerlimit heruntertakten müssen und der i7-14700K die Überhand gewinnt. Ein seltener, ungewöhnlicher Anblick.

Fakt ist jedenfalls, dass Sie im von AMD gesponserten Titel am besten auf eine Intel-CPU setzen und diese mit möglichst mächtiger Kühlung im offenen Powerlimit zum Spielen verwenden. Es sind nämlich gerade die Frametimes, welche unter AMD-Prozessoren zu leiden haben, mit Ausnahme des Ryzen 7 7800X3D, der sogar bessere P1-Fps als ein 7950X3D liefert, obwohl die CPU weniger Kerne besitzt. Gleichwohl läuft das Spiel zum Glück auch auf älteren Prozessoren flüssig. Hier sei ein Ryzen 5 5600 genannt, der immer noch eine gute Wahl für Spärfüchse darstellt.

1.280 × 720, maximale Details

Intel Core i7-14700K	95	124,0
Intel Core i9-14900K	92	122,4
Intel Core i9-13900K	93	121,1
Intel Core i7-13700K	92	120,5
AMD Ryzen 7 7800X3D	94	117,6
AMD Ryzen 9 7950X3D	86	115,4
Intel Core i5-13600K	87	111,6
Intel Core i9-12900K	78	102,5
AMD Ryzen 9 7950X	80	100,6
AMD Ryzen 7 7700X	80	100,4
Intel Core i7-12700K	81	98,6
AMD Ryzen 7 5800X3D	76	94,3
AMD Ryzen 5 5600X3D	70	89,2
AMD Ryzen 9 7900	67	86,4
Intel Core i9-11900K	63	85,1
AMD Ryzen 9 5950X	62	84,0
AMD Ryzen 5 7600	68	83,9
Intel Core i5-13400F	66	83,0
AMD Ryzen 5 7500F	67	81,7
AMD Ryzen 7 5800X	59	79,8
AMD Ryzen 9 5900X	58	77,6
AMD Ryzen 5 5600	55	70,6

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 **Ø Fps**
➤ Besser



Anno 1800: Wird einfach nicht langweilig, sondern immer besser

1800 mausert sich zum beliebtesten Teil der Reihe, auch wenn 1404 für viele immer noch der beste Teil der wusligen Aufbaustrategie ist.

Im Rahmen des Aufrüstberichts von 5800X3D auf 7800X3D von CPU-Guru David Ney in der PCGH Print 12/23 haben wir den neuen Benchmark bereits angekündigt und erste Tests durchgeführt. Nach einer minimalen Optimierung der Spielstand-Konditionen gilt die „Mega City“ nun als gesetzt. Eine größere Stadt haben wir noch nie für CPU-Benchmarks verwendet, und die Szene wurde im Hinterkopf natürlich so gestaltet, dass sie auch zukünftigen Prozessoren das Fürchten lehrt. 60 P1-Fps? Schafft keine einzige CPU! Zumindest bis jetzt, hier dürfen wir sehr auf Arrow Lake und Zen 5 gespannt sein.

Auch hier gilt das bisher Bekannte: Viele Kerne helfen Ihnen nicht, wenn Sie Anno 1800 flüssig spielen wollen. Dagegen ist 3D-V-Cache ein Geheimtipp, neben einer möglichst hohen Single-Core-Leistung. Das perfekte Anschauungsbeispiel für diese Analyse sind Ryzen 5 5600X3D und Ryzen 7 5800X3D. Auf Raptor-Lake-Prozessoren läuft das Spiel besonders gut, was sich in merklich höheren P1-Fps äußert. Je größer die Städte werden, desto besser kann sich Intel mit seinen Raptor Coves absetzen. Falls Sie keine High-End-CPU Ihr Eigen nennen, hilft nur Detailreduktion, was die CPU-Last spürbar senkt.

1.280 x 720, maximale Details

Intel Core i9-14900K	53	67,8
AMD Ryzen 9 7950X3D	45	67,2
Intel Core i9-13900K	52	67,2
Intel Core i7-14700K	51	65,4
Intel Core i7-13700K	49	63,9
AMD Ryzen 7 7800X3D	44	62,9
Intel Core i5-13600K	49	62,5
AMD Ryzen 7 5800X3D	38	50,0
AMD Ryzen 5 5600X3D	37	49,9
Intel Core i9-12900K	39	49,9
Intel Core i7-12700K	38	48,8
AMD Ryzen 9 7950X	34	44,2
AMD Ryzen 7 7700X	33	43,9
Intel Core i5-13400F	34	43,6
Intel Core i9-11900K	32	43,5
AMD Ryzen 9 7900	33	43,4
AMD Ryzen 5 7600	32	41,4
AMD Ryzen 5 7500F	31	39,8
AMD Ryzen 9 5950X	30	38,9
AMD Ryzen 7 5800X	29	37,7
AMD Ryzen 9 5900X	28	37,0
AMD Ryzen 5 5600	27	36,0

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser



Stellaris: Unendliche Weiten (nach unten)

Stellaris zu testen, erfordert viel Geduld. Wir haben Wochen und Wochen an einem Spielstand gearbeitet.

Der inzwischen fast acht Jahre alte Titel hat es endlich in den CPU-Testparcours geschafft. Die Schwierigkeit dabei war, ein großes Universum zu erschaffen und lange genug zu spielen, um möglichst viele KI-Völker zu finden. Je nach Schwierigkeitsgrad werden Sie vorher ausgelöscht und haben aus anderen Gründen keinen Erfolg, etwa weil Sie alte Reiche verärgert haben.

Es gibt ein paar Besonderheiten, die uns beim CPU-Benchmark aufgefallen sind. Einmal sind es natürlich die katastrophalen Frametimes, die selbst bei den leistungsfähigsten Prozessoren schlecht ausfallen. Und auf der anderen Seite konnten wir einen großen Einfluss auf die CPU-Last feststellen, wenn wir uns der Simulationsgeschwindigkeit des Universums bedienen. Die unten abgedruckten Zahlen sind mit sehr hoher Geschwindigkeit entstanden. Schon der Wechsel auf „Hoch“ verbessert die Fps merklich, während „normale“ Geschwindigkeiten nahezu dreifache Fps aufweisen.

Ursächlich für die hohe CPU-Last sind die Echtzeit-Aktionen der KI – je mehr Sie davon gleichzeitig berechnen lassen, desto wichtiger wird eine schnelle CPU.

1.280 x 720, maximale Details

AMD Ryzen 7 7800X3D	21	108,9
AMD Ryzen 9 7950X3D	20	96,1
AMD Ryzen 7 5800X3D	19	95,4
Intel Core i9-14900K	21	95,3
AMD Ryzen 5 5600X3D	18	95,1
Intel Core i7-14700K	20	94,5
Intel Core i7-13700K	20	94,2
Intel Core i9-13900K	21	90,2
Intel Core i5-13600K	20	88,1
AMD Ryzen 7 7700X	21	87,1
AMD Ryzen 9 7900	20	85,6
AMD Ryzen 9 7950X	22	85,1
AMD Ryzen 5 7600	20	84,9
AMD Ryzen 5 7500F	21	83,0
Intel Core i9-11900K	20	82,0
Intel Core i9-12900K	20	81,9
AMD Ryzen 7 5800X	19	79,9
Intel Core i7-12700K	19	79,7
AMD Ryzen 9 5900X	18	79,2
AMD Ryzen 5 5600	17	77,4
AMD Ryzen 9 5950X	18	76,9
Intel Core i5-13400F	17	72,9

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser



X4 Foundations: Egosofts neuestes Projekt mit vielen Add-ons

Die X-Reihe hat eine eingefleischte Fanbase in Deutschland und EgoSoft feilt immer weiter an der perfekten X-Formel.

Nach dem eher schwachen Rebirth bedient sich Foundations wieder der Stärken der Vorgänger. Befeuert wird das Spiel von der X Tech 5 Engine. Die ist zwar nicht so hübsch wie die in Star Citizen, aber das wäre auch ein unfairer Vergleich. Die Suche nach einer Benchmark-Szene hat uns ganz schön ins Grübeln gebracht. Das hat dann sogar der Chefentwickler Bernd Lehahn mitbekommen und uns prompt gefragt, ob er uns nicht eine spezielle Szene bauen soll. Wir haben dieses Angebot direkt angenommen, denn wann bekommt man schon mal so eine Chance? Gesendet wurden uns somit drei spezielle Spielstände, von denen wir nach einigen Analysen einen ausgewählt haben: Zwei Flotten bekämpfen sich in der Nähe einer riesigen Station. Das ist noch kein Worst Case, aber die CPU-Last ist ziemlich hoch, wie unsere Zahlen unten zeigen.

Herauskristallisiert hat sich, dass 3D-V-Cache als auch Single-Core-Leistung für die meisten Fps sorgt. Viele CPU-Kerne benötigen Sie dagegen nicht. Auch mit zusätzlichen E-Cores kann X4 nicht viel anfangen. Zudem erkennen wir ein Faible für Intel-CPUs, wenn selbst der im Vergleich winzige Core i5-13400F einem Ryzen 9 7950X die Rücklichter zeigt.

1.280 × 720, maximale Details

Intel Core i9-13900K	55	74,9
Intel Core i9-14900K	52	73,9
Intel Core i7-14700K	51	73,6
Intel Core i7-13700K	53	73,6
AMD Ryzen 7 7800X3D	49	72,8
AMD Ryzen 9 7950X3D	49	72,2
Intel Core i5-13600K	47	63,8
AMD Ryzen 7 5800X3D	38	60,0
Intel Core i7-12700K	39	55,3
Intel Core i9-12900K	40	54,7
AMD Ryzen 5 5600X3D	37	54,4
Intel Core i5-13400F	36	50,5
AMD Ryzen 9 7950X	37	50,3
AMD Ryzen 9 7900	36	49,5
Intel Core i9-11900K	33	47,9
AMD Ryzen 5 7600	32	47,3
AMD Ryzen 7 7700X	33	44,7
AMD Ryzen 9 5950X	30	43,9
AMD Ryzen 5 7500F	30	43,5
AMD Ryzen 7 5800X	27	41,0
AMD Ryzen 9 5900X	28	40,6
AMD Ryzen 5 5600	27	40,4

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser



Cyberpunk 2077: Der perfekte CPU-Benchmark

Mit Phantom Liberty ist das Spiel endlich fertig entwickelt. Wir testen CP 2077 seit Release, und es wurde immer besser.

Es gibt kein Spiel, welches wir jemals im CPU-Testparcours hatten, das besser mit den Eigenschaften eines Prozessors skaliert. Nicht einmal Doom Eternal war dazu in der Lage. Dank des SMT-Patches, der durch die Hilfe der großartigen PCGH-Community von der Redaktion an den Entwickler herangetragen wurde, ist auch die Performance von AMD-Prozessoren (nach geschlagenen drei Jahren) endlich da, wo sie hingehört. Gleichwohl lief Cyberpunk 2077 schon immer etwas besser auf Intel-Prozessoren, was sich auch bei den neuesten Messungen für 2024 nicht verändert.

Wir nutzen im Übrigen noch immer dieselbe Szene, der Spielstand wurde zwischenzeitlich nur mal aufgefrischt, um nicht Gefahr zu laufen, dass man diesen irgendwann nicht mehr laden kann. Jeder Prozessor feuert hier aus allen Rohren, es zählen Kerne, es zählt Cache, es zählt Single-Core-Leistung, es zählt die RAM-Anbindung – alles, was vorhanden ist, wird in Mehrleistung verwandelt. Einzig auf Pathtracing mussten wir verzichten, denn dafür ist selbst eine RTX 4090 nicht schnell genug, nicht einmal mit DLSS Ultra Performance. Für maximale Leistung empfiehlt sich ein Core i7- oder i9-Raptor.

1.280 × 720, max. Details, RT Ultra, DLSS-UP

Intel Core i9-14900K	85	112,4
Intel Core i7-14700K	84	112,3
Intel Core i9-13900K	83	111,3
Intel Core i7-13700K	82	110,4
AMD Ryzen 7 7800X3D	73	108,1
AMD Ryzen 9 7950X3D	73	106,7
Intel Core i5-13600K	75	101,7
AMD Ryzen 7 5800X3D	59	87,6
Intel Core i9-12900K	65	86,7
AMD Ryzen 7 7700X	64	86,0
AMD Ryzen 9 7950X	64	85,8
Intel Core i7-12700K	63	84,7
AMD Ryzen 5 5600X3D	53	79,9
AMD Ryzen 9 7900	59	77,1
AMD Ryzen 5 7500F	53	73,5
AMD Ryzen 5 7600	55	72,6
Intel Core i5-13400F	53	72,1
Intel Core i9-11900K	52	72,1
AMD Ryzen 9 5950X	52	69,5
AMD Ryzen 7 5800X	50	69,1
AMD Ryzen 9 5900X	47	64,4
AMD Ryzen 5 5600	46	62,2

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Bewertungsgrundlagen und Benchmark-Aufbau

Auf den kommenden vier Seiten beschäftigen wir uns ausschließlich mit dem „Kern“ des neuen CPU-Index 2024. Jetzt ist trockene Theorie angesagt und falls Sie lieber die bunte CPU-Kaufberatung lesen wollen, blättern Sie einfach zweimal um.

Frametimes und Perzentile

Wir alle kennen und schätzen die Durchschnitts-Fps (Average) als Leistungsangabe, mindestens genauso wichtig sind jedoch die mehr oder minder regelmäßigen Ausreißer. Seit 2018 schon beherzigt PCGH diese Daten mithilfe sogenannter Perzentile.

Perzentile sind statistische Maßeinheiten, die dazu dienen, die Position eines bestimmten Werts innerhalb einer Datenmenge zu beschreiben. Sie werden häufig verwendet, um die Verteilung und das Verhältnis von Daten in Bezug auf eine Population (hier CPUs in Benchmarks) zu analysieren. Das Konzept der Perzentile ist besonders nützlich, um zu ver-

stehen, wie ein bestimmter Wert im Vergleich zu anderen Werten innerhalb einer Datenreihe abschneidet. Um Perzentile zu berechnen, wird die Datenmenge in hundert gleiche Teile, also in Prozente, aufgeteilt. Ein Perzentil gibt an, welchen Prozentsatz der Datenwerte unterhalb eines bestimmten Werts liegt. Als Beispiel das Perzentil P1, welches Sie in den regulären Benchmarks in diesem Artikel finden:

Das 1. Perzentil ist der unterste Prozentpunkt in einer Datenreihe. Es repräsentiert den Wert, unterhalb dessen nur ein Prozent der Daten liegen. Anders gesagt bedeutet das, dass 99 Prozent der Datenwerte in der betrachteten Datenmenge über dem 1. Perzentil liegen. Das 1. Perzentil ist somit ein extrem niedriger Wert und wird von uns verwendet, um Ausreißer oder besonders niedrige Beobachtungen in den Benchmarks darzustellen. Entsprechend können Sie das nun auch auf das P0.2 Perzentil übertragen, welches jetzt auch Teil der Leistungsnote ist.

Dazu zeigen wir Ihnen anschaulich im großen Diagramm unter diesen Zeilen bei 14 Prozessoren die normierte Leistung der durchschnittlich festgehaltenen Fps, sowie den Index der P1- und P0.2-Fps auf. Um Vergleiche zu ermöglichen, haben wir zusätzlichen jeden Prozentwert in die Datentabelle übertragen. Ihnen wird auffallen, dass einige CPUs konkurrenzfähig sind, wenn es um die durchschnittliche Frame-rate geht, diese jedoch bei den Perzentilen schwächeln. Gut erkennbar ist das insbesondere bei den X3D-Prozessoren von AMD.

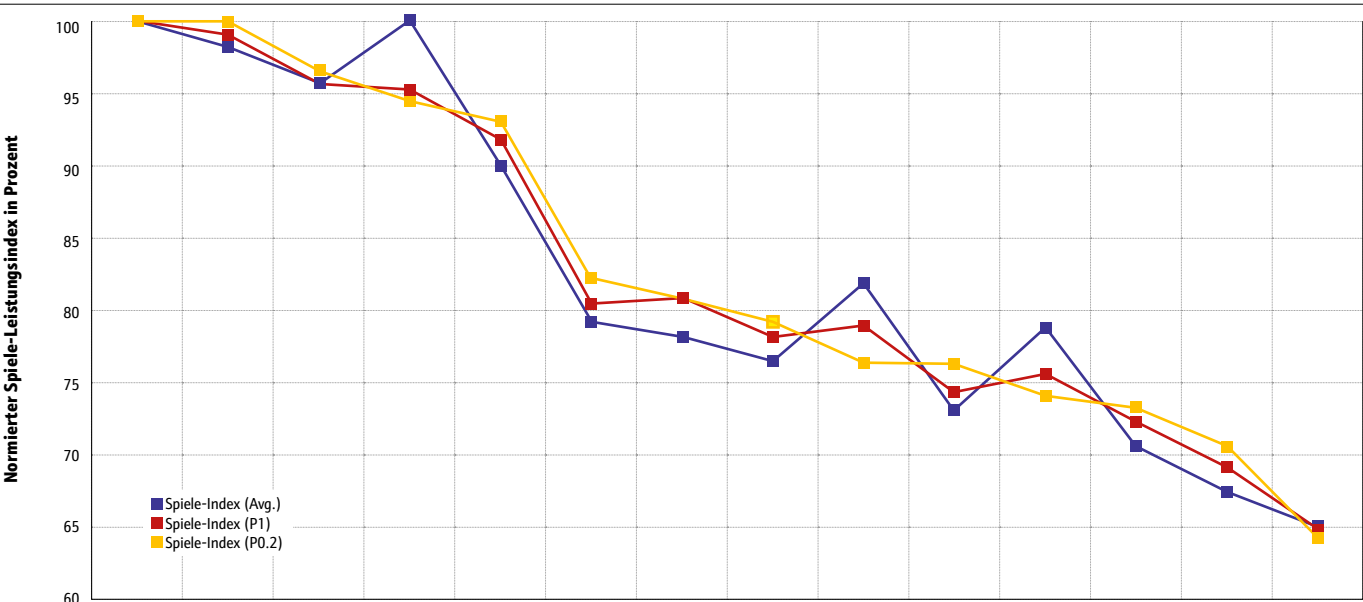
Merke: Bessere Perzentile + niedrigere Frametimes = flüssigeres Bild

Frametimes beziehen sich auf die Zeit, die für die Darstellung eines einzelnen Bildes benötigt wird. Sie sind ein Maß für die zeitliche Dauer zwischen aufeinanderfolgenden Bildern, gemessen in Millisekunden. Im Kontext von PC-Spielen sind Frametimes wichtig, da sie direkt mit der Bildwiederholrate und der

wahrgenommenen „Flüssigkeit“ verbunden sind. Die durchschnittlichen Frametimes werden oft als das arithmetische Mittel der Zeitdauer zwischen aufeinanderfolgenden Frames berechnet. Ein niedrigerer Durchschnittswert für die Frametimes deutet auf ein flüssigeres Spielerlebnis hin, während höhere Werte auf Unregelmäßigkeiten oder Ruckeln hindeuten können.

Um Prozessoren bewerten zu können, welche bessere Perzentile, niedrigere Frametimes und somit das ruhigere Bild liefern, setzt sich die Leistungsnote bei CPUs fortan nur noch zu 60 Prozent aus den durchschnittlich erreichten Bildraten zusammen, während P1- und P0.2-Fps zu jeweils 20 Prozent gewichtet werden. Diese 100 Prozent Note wandert schließlich mit einer Gewichtung von 60 Prozent in die Gesamtnote, während die anderen 40 Prozent von der durchschnittlichen Anwendungsleistung stammen. Damit haben Perzentile einen großen Einfluss auf die Leistungsnote.

Vergleich zwischen durchschnittlichem, P1- und P0.2-Frametime-Index (Erläuterung siehe Fließtext)



	Intel Core i9-14900K	Intel Core i9-13900K	Intel Core i7-13700K	AMD Ryzen 7 7800X3D	Intel Core i5-13600K	Intel Core i9-12900K	AMD Ryzen 9 7950X	Intel Core i7-12700K	AMD Ryzen 7 5800X3D	AMD Ryzen 5 7600	AMD Ryzen 5 5600X3D	AMD Ryzen 5 7500F	Intel Core i5-13400F	AMD Ryzen 7 5800X
■	100,0%	98,2%	95,7%	99,9%	90,0%	79,2%	78,1%	76,4%	81,8%	72,9%	78,7%	70,5%	67,4%	64,9%
■	100,0%	99,0%	95,8%	95,2%	91,7%	80,3%	80,8%	78,1%	78,9%	74,2%	75,4%	72,2%	69,0%	64,6%
■	100,0%	99,8%	96,5%	94,5%	93,0%	82,2%	80,7%	79,1%	76,3%	76,2%	73,9%	73,1%	70,4%	64,1%

Ausstattung von CPUs

Anhand des Beispiels eines Intel Core i9-14900K möchten wir Ihnen einmal aufzeigen, über welche Funktionen so ein Prozessor verfügt:

AES-NI, AVX, AVX2, Boot Guard, CET, DL Boost, EIST, GNA 3.0, Idle States, Instruction Set 64bit (Intel 64), Intel Adaptive Boost Technology, ISM, MBEC, OS Guard, Secure Key, Speed Shift, SSE4.1, SSE4.2, Thermal Monitoring, Thread Director, TVB, VMD, VT-d, VT-x, VT-x EPT, XD Bit, 4x Display Support, 2x Codec Engines / Video Decode Boxes, Intel Clear Video HD, Intel Quick Sync Video, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, HDCP 2.3, DirectX 12, OpenGL 4.5, OpenCL 3.0 und Vulkan 1.0

Moderne Prozessoren sind selbstverständlich viel mehr als einfache Rechenschieber, es handelt sich höchst komplexe Hardware. Doch was ist davon überhaupt relevant für PC-Spieler? Das lässt sich nicht eindeutig beantworten, da jeder andere Ansprüche an seinen Computer stellt. Das wichtigste aber ist die Unterstützung von bis zu SSE4.2 und AVX2, da viele Programme und Spiele auf diese Instruktionen zurückgreifen. Die meisten anderen Funktionen sind jedoch nur schmuckes Beiwerk oder dienen der Sicherheit einer CPU. Da all diese Dinge jedoch zur Ausstattung einer CPU gehören, bekommt jede unterstützte Funktion einen kleinen Platz an der Gesamtnote.

Zur Ausstattung gehört natürlich auch das Vorhandensein einer integrierten Grafikkarte (IGP) mitsamt Leistungsniveau und Funktionsumfang. Gerade hier war es wichtig, sich auf Ryzen 8000G vorzubereiten. Auch das Vorhandensein von KI-Beschleunigern gehört zur Ausstattung der neuesten Prozessoren und findet daher einen Platz bei der Punktevergabe. Diese Dinge werden im Excel so behandelt, dass sie die Note verbessern, jedoch nicht nach unten ziehen. Ist also eine Funktion vorhanden, wirkt sich das positiv auf die Note aus. Ist eine Funktion nicht vorhanden, bleibt die Note unverändert. Eine CPU ohne Ausstattung startet somit mit „Ungenügend“ und je mehr Punkte sie sammelt, desto besser wird dieser Wert.

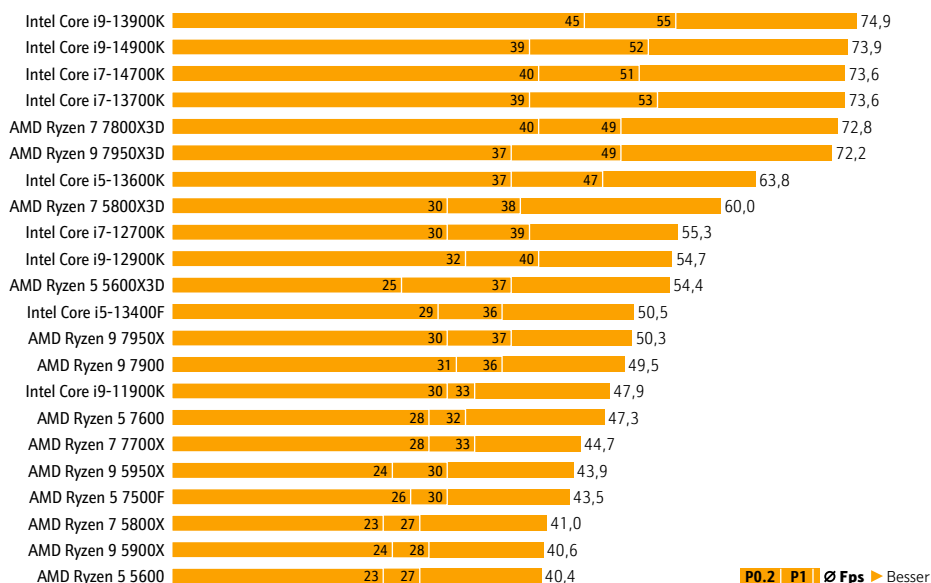
Der erweiterte CPU-Benchmark mit Frametimes

Da wir mehr Daten sammeln, als wir mit dem Standard-Benchmark-Kasten abbilden können, möchten wir Ihnen jetzt einen umfangreicheren Aufbau vorstellen. Ihr Feedback entscheidet dabei, ob dieser bleibt.

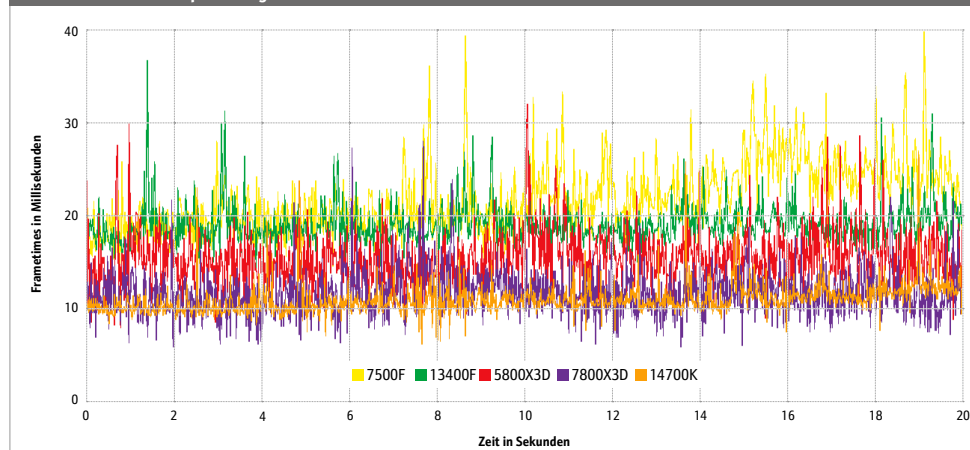
Schon im letzten Jahr haben wir unsere Online-CPU-Tests und Benchmarks auf das neue Format umgestellt. Im Heft jedoch ist der Platz begrenzt und wir müssen uns genau überlegen, was wir abdrucken und in welcher Größe. Heute möchten wir Ihnen den CPU-Benchmark in der Version 2.0 vorstellen:

Sie sehen unter den Zeilen einen riesigen Benchmark, der neben der durchschnittlichen Framerate zu den P1-Fps jetzt zusätzlich noch die P0.2-Fps aufzeigt. Der Unterschied zwischen beiden letzteren ist meist eher gering, sodass sich das aus Platzgründen nicht im regulären, zweiseitigen CPU-Benchmark abdrucken lässt. Die P0.2-Fps spielen auch eine Rolle bei der CPU-Bewertung (Leistungsnote) und haben mehr Aufmerksamkeit verdient. Denn jeder kleine Ruckler, selbst, wenn dieser noch so kurz ist, wird von den P0.2-Frametimes abgebildet. Die P1-Fps sind etwas zahmer, was das angeht. Der Vorteil liegt hier klar auf der Hand: Die Präzision der Ergebnisse wird verbessert und Sie können als Leser auf einen Blick erkennen, ob eine CPU wirklich dazu in der Lage ist, ein Spiel flüssig zu berechnen oder nicht. Optional bieten wir zum Benchmark die P1-Fps grafisch aufbereitet an, was die Vergleichbarkeit verbessert. Der Nachteil ist allerdings, dass dieser erweiterte Benchmark viel größer ist und mehr Platz auf den Seiten einnimmt. Wir fragen daher Sie, liebe Leser: Was ist Ihnen wichtiger? Eine umfangreichere Analyse mit weniger Benchmark-Kästen insgesamt oder die alten, zweiseitigen CPU-Benchmarks, die Sie hier im Artikel vorfinden, welche jedoch nur die halbe Wahrheit zeigen? Schreiben Sie uns bitte: post@pcgh.de

X4 Foundations (1.280 × 720, maximale Details)



P1-Frametimes als Graphen dargestellt



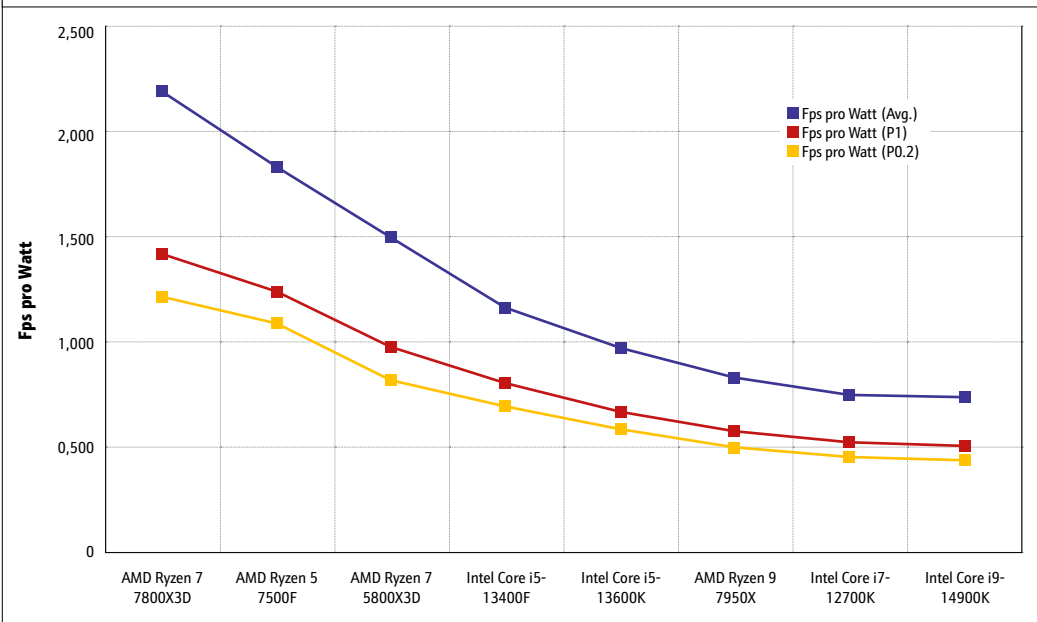
System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

Eigenschaften von CPUs

Grundsätzlich funktioniert die Notenvergabe bei den Eigenschaften genauso wie bei der Ausstattung. Allerdings hat die Gesamt-Effizienz einer CPU einen großen Einfluss auf diese Note. Dazu zählen die normierten Fps-pro-Watt-Werte in Spielen sowie die normierte Anwendungseffizienz, mit einer 60/40-Gewichtung auf die Spiele. Da wir die Leistung pro Watt als sehr wichtig erachten, ermöglichen wir es dem Prozessor, sich mit der jeweils höchsten Effizienz eine ganze Note dazu zu verdienen. Eine CPU ohne Eigenschaften, jedoch höchster Leistung pro Watt Bewertung, hätte somit statt einer „6“ bereits eine „4“. Zur Orientierung der Fps-pro-Watt-Leistung schauen Sie sich einfach das Diagramm an. Wie zu erwarten, liefern alle CPUs über alle Fps-Bereiche hinweg eine vergleichbare Effizienz und an den Kräfteverhältnissen zwischen AMD und Intel ändert auch der neue Testparcours nichts. Da keine CPU mit „null“ Fps pro Watt den Parcours abschließt, erhält auch jede CPU eine passende Beurteilung.

Der Rest dieser Note beschäftigt sich vor allem mit dem, was eine CPU zu bieten hat: Ein offener Multiplikator bringt genauso Pluspunkte, wie

Fps pro Watt (Avg., P1 und P0.2-Fps)



die Unterstützung von ECC-Speicher. Bietet ein Prozessor mehr als zwei Speicherkanäle, bessert sich die Note, auch die Speicherspezifikation seitens des Herstellers spielt eine Rolle. Zudem bewerten wir, wie viele freie Lanes das Modell liefert und wie schnell diese angebunden sind. PCI-Express 5.0 bringt natürlich die meisten Punkte, aber auch 4.0 liefert noch ein kleines Plus, da im-

mer noch viele Prozessoren im Umlauf sind, die nur PCI-Express 3.0 bieten. Darunter fallen auch Kaliber wie Intels Core i9-10900K oder die Vorgänger der aktuellen APUs von AMD, darunter Ryzen 5 5600G oder Ryzen 7 5700G. Mit diesen Prozessoren kann man heute immer noch sehr gut arbeiten und spielen, ein Plus in der Note gibt es jedoch mit dieser alten Technik nicht mehr.

Insgesamt ergeben sich somit 72 einzelne Parameter, die sich auf die Note einer CPU auswirken. Aus Platzgründen können wir diese natürlich nicht alle aufzeigen. Damit Sie sich aber schon einmal einen Überblick über die neue Testtabelle verschaffen können, haben wir beispielhaft einen Intel Core i9-14900K mit finaler Benotung abgedruckt, viel Spaß beim Stöbern!

CPU-Index (Spiele)

Normierte, durchschnittliche Leistung aus 12 Spielen

Intel Core i9-14900K	100,0
AMD Ryzen 7 7800X3D	99,9
AMD Ryzen 9 7950X3D	99,6
Intel Core i9-13900K	98,2
Intel Core i7-14700K	97,8
Intel Core i7-13700K	95,7
Intel Core i5-13600K	90,0
AMD Ryzen 7 5800X3D	81,8
Intel Core i9-12900K	79,2
AMD Ryzen 5 5600X3D	78,7
AMD Ryzen 9 7950X	78,1
AMD Ryzen 7 7700X	78,0
Intel Core i7-12700K	76,4
AMD Ryzen 9 7900	74,6
AMD Ryzen 5 7600	72,9
Intel Core i9-11900K	71,3
AMD Ryzen 5 7500F	70,5
Intel Core i5-13400F	67,4
AMD Ryzen 9 5950X	65,5
AMD Ryzen 7 5800X	64,9
AMD Ryzen 9 5900X	64,5
AMD Ryzen 5 5600	60,7

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

Prozent
➤ Besser

CPU-Index (Anwendungen)

Normierte Leistung aus 13 Anwendungsbenchmarks

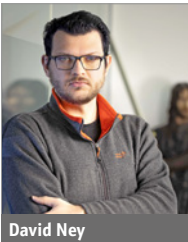
Intel Core i9-14900K	100,0
Intel Core i9-13900K	97,2
Intel Core i7-14700K	92,9
AMD Ryzen 9 7950X	89,5
AMD Ryzen 9 7950X3D	87,4
Intel Core i7-13700K	86,6
Intel Core i9-12900K	76,6
Intel Core i5-13600K	75,5
AMD Ryzen 9 7900	73,2
Intel Core i7-12700K	69,9
AMD Ryzen 9 5950X	69,0
AMD Ryzen 7 7700X	65,9
AMD Ryzen 7 7800X3D	64,8
AMD Ryzen 9 5900X	64,7
Intel Core i9-11900K	58,6
AMD Ryzen 7 5800X	56,6
Intel Core i5-13400F	55,6
AMD Ryzen 7 5800X3D	55,2
AMD Ryzen 5 7600	54,9
AMD Ryzen 5 7500F	54,1
AMD Ryzen 5 5600X3D	49,0
AMD Ryzen 5 5600	47,7

System: PNY RTX 4090 Epic-X, rBAR/SAM aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

Prozent
➤ Besser

Ich liebe frische und neue CPU-Vergleiche

Jedes Jahr steht ein neuer Testparcours auf dem Programm. Diese Zeit ist als Hardware-Tester immer sehr spannend, da man alte Zöpfe abschneiden und neuen Ideen Raum geben kann. Schauen Sie sich nur die ganzen Index-Vergleiche an, die sich durch die neuen Daten ergeben! Prozessor-Artikel werden damit jedes Jahr informativer bei uns, was nicht zuletzt daran liegt, dass ich in meiner Position immer mehr Erfahrungen sammeln darf. Einzig der IPC-Benchmark, den ich Ihnen auch gerne noch gezeigt hätte, hat sich als Rohrkrepierer offenbart, jedoch erst, als ich schon viele Daten gesammelt hatte. Somit war keine Zeit mehr, einen neuen Test zu finden. Gleichwohl ist der CPU-Index 2024 mit 26 Benchmarks sehr umfangreich und spannend geworden. Ich bin jetzt bereit für neue CPUs!



David Ney

Zusammenfassung

Mit insgesamt 26 Benchmarks und den dazugehörigen Analysen der Leistungsaufnahme ergeben sich am Ende genau 234 einzelne Messungen pro Prozessor für einen Eintrag in den CPU-Index. Rechnet man die mitunter zahlreich auftretenden „Fehlmessungen“ dazu, die unweigerlich in Spielen auftreten, kommen wir auf über 250 Messungen. So umfangreich war bislang kein Testparcours zuvor.

Damit ergeben sich Vorteile sowohl für Sie, liebe Leser, als auch für den Tech-Redakteur. Denn umfangreiche Datensätze bieten wiederum Gelegenheit für detailliertere Untersuchungen und einzigartige Vorteile von Prozessoren kommen erst zur Geltung, wenn man diese in möglichst vielen Bereichen miteinander vergleichen kann. Mit der Vorstellung des neuen CPU-Index hat sich vor allem gezeigt, wie wichtig die Perzentile für die Beurteilung der Spielleistung sind. In Anwendungen dagegen dominiert das Powerlimit und die Fähigkeit eines Prozessors, die Last perfekt auf alle vorhandenen Threads zu lenken (woran auch das Betriebssystem Anteil trägt). Im besten Fall bleiben die Spiele im Testparcours stabil, das heißt: Wir hoffen, dass keine Patches erscheinen, welche die Performance verändern. Das ist uns vor einiger Zeit bei Hitman 3 passiert, und zuvor bei anderen Titeln und ist ärgerlich, weil es Einfluss auf alle Werte hat. Nachtests mit über 20 CPUs sind aus Zeitgründen oft nicht möglich.

Spezial-Limit-Benchmark

Es gibt einen weiteren Test, der mit jeder CPU durchgeführt wird, der jedoch nicht Teil des offiziellen Testparcours ist und nicht in Zusammenhang mit der Index-Berechnung gebracht werden soll.

Die Rede ist von Cyberpunk 2077, jedoch nicht im CPU-Limit, wie im offiziellen Test, sondern im GPU-Limit. Dieser Spezial-Benchmark dient dazu herauszufinden, wie sich Prozessoren in einem gewöhnlichen Grafikkarten-Limit verhalten. Für die CPU ist das wie ein Fps-Limit (in dem Fall rund 42 Fps) und je nach Modell kann ein Prozessor in dieser Szene normalerweise die dreifachen Bildraten liefern. Bei diesem Benchmark wird geprüft, wie gut die CPU-Kerne in den Sparmodus gehen und wie sich die geringere Last gegenüber dem regulären CPU-Benchmark verhält. Schlussendlich messen wir noch die Leistungsaufnahme des Prozessors während des Benchmarks im GPU-Limit. Diese spannenden Analysen werden zu späterer Stunde einen eigenen Artikel erhalten. Wir haben sie hier nicht abgedruckt, damit sie nicht fälschlicherweise in Zusammenhang mit dem CPU-Index gebracht werden. Wir können jedoch vorwegnehmen, dass sich an den Kräfteverhältnissen zwischen AMD und Intel nicht viel verändert. Sie finden online unter www.pcgh.de im Test des Ryzen 5 7500F bereits eine Auswertung dazu. Selbstverständlich fließt dieser Test auch nicht in die finale Note einer CPU ein.

Prozessor Testtabelle (Beispiel!)	Intel Core i9-14900K
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3043102
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 615,-/4
Für Mainboards mit ...	Socket 1700
Codename	Raptor Lake Refresh
Anzahl Kerne/Threads	8p+16e/32t
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3,20/2,40 GHz, (5,70/4,40-6,00/4,40 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern)	80 KiByte/96 KiByte
L2-Cache (je Kern)/LLC (gesamt)	6.144 KiByte/36 MiByte
Heatspreader, Fertigung	Metall (verlötet), Intel 7+
Ausstattung (20 % der Endnote)	3,10
Integrierte Grafikeinheit (IGP)	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)
IGP-Funktionen	4x Display Support, 2x Codec Engines / Video Decode Boxes, Intel Clear Video HD, Intel Quick Sync Video, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, HDCP 2.3, DirectX 12, OpenGL 4.5, OpenCL 3.0, Vulkan 1.0
Befehlssätze und Erweiterungen	AES-NI, AMT, AVX, AVX2, Boot Guard, CET, DL Boost, EIST, Flex Memory Access, GNA 3.0, Hardware Shield, Idle States, Instruction Set 64bit (Intel 64), Intel Adaptive Boost Technology, ISM, MBEC, One-Click Recovery, OS Guard, RPE, Secure Key, SIPP, Speed Shift, SSE4.1, SSE4.2, TDT, Thermal Monitoring, Thread Director, Total Memory Encryption - Multi Key, TVB, TXT, VMD, VT-d, VT-rp, VT-x, VT-x EPT, XD Bit
AI-Beschleuniger (NPU)	Nicht vorhanden
Integrierte PCI-Express-Lanes	16x PCI-Express 5.0 + 4x PCI-Express 4.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	4,52
Offener Multiplikator	Ja
Speicherkanäle/Speicher-Spezifikation	2x DDR5-5600/DDR4-3200
ECC-Support	Unterstützt
TDP laut Hersteller	125 Watt
TDP (AMD=PPT / Intel=PL2)	253 Watt
Leistungsaufnahme (X4/Starfield/V-Ray)*	129/201/302 Watt
Leistungsaufnahme Spiele (Durchschnitt)*	156 Watt
Leistungsaufn. Anwendungen (Durchschn.)*	197 Watt
Effizienz Gesamt (25 Benchmarks)	43,5 Prozent
Leistung (60 % der Endnote)	1,00
Spiele-Index (Avg)	100 Prozent
Spiele-Index (P1)	100 Prozent
Spiele-Index (P0.2)	100 Prozent
Anwendungs-Index	100 Prozent
FAZIT	
Wertung: 2,13	

* Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen

Fazit PCGH

Neue CPU-Benchmarks

Wenn Sie bis hierhin gelesen und alles verstanden haben, möchten wir ein Lob aussprechen. Jetzt sind alle Weichen für kommende Prozessoren gestellt. Arrow Lake und Zen 5 sind dabei natürlich jene, die wir am meisten erwarten. Doch auch Ryzen 8000G dürfte sehr spannend werden.

Wie steht es mit Ihnen? Werden Sie die umfangreichen Informationen in diesem Artikel nutzen, um Ihrem Gaming-PC ein Upgrade zu verpassen? Sehen Sie Dinge jetzt klarer oder anders als vorher? Wir sind immer gespannt, welches Feedback wir von Ihnen erhalten. An dieser Stelle erinnern wir gerne noch einmal an das neue Benchmark-Format für CPUs. Bitte schreiben Sie uns (post@pcgh.de). Wir lesen jede E-Mail, versprochen. (dn)

Kaufberatung: Die besten CPUs für jeden Geldbeutel

Core i9-14900K: Pfeilschnell in jeder Lebenslage

Intels bestes Pferd im Stall, zumindest auf den Desktop bezogen, führt die Leistungsindizes an. Doch das hat leider (s)einen Preis.

Die letzten zwei Prozent sind die schwersten, so auch für den Intel-24-Kerner. Um gleichermaßen in Spielen und Anwendungen überzeugen zu können, braucht man nicht nur einen möglichst hohen Takt, sondern auch sehr viele Kerne, eine gute Selektion beim Silizium, Software, die sich daran anpasst, und eine ausgezeichnete Kühlmöglichkeit. Die 253 Watt Standard-Powerlimit sind nämlich erst der Anfang beim 14900K. Wenn Sie die Leinen loslassen, sehen Sie schnell die 350 Watt. Nach oben hin gibt es keine Grenzen, solange die Kühlung stimmt. Für Nutzer mit höchsten Ansprüchen an die Performance.



Ryzen 7 7800X3D: Perfekt für Spieler mit Sockel AM5

Mit der höchsten Fps-pro-Watt-Leistung, die wir jemals gemessen haben, ist dieser Achtkerner die beste Wahl für Spieler bei Ryzen 7000.

PC-Spieler mit hohen Ansprüchen bekommen bei AMD die Gamingleistung des i9-14900K für einen Bruchteil des Preises bei dreifach höherer Fps-pro-Watt-Bewertung. Die „nur“ acht Kerne des 7800X3D takteten dabei bis in den Bereich um 5 GHz. Je nach Kühlung wird jedoch etwas weniger Takt anliegen, denn die acht Kerne werden Ryzen-typisch aufgrund der Wärmestromdichte ziemlich heiß. Zum Arbeiten ist diese CPU nicht gedacht, obgleich Sie natürlich auch das tun können. Spieler werden dagegen das Beste vom besten von AMD bekommen, wie nicht nur unsere Benchmarks immer wieder aufzeigen.



Core i5-13600K: Ein guter All-rounder, der nicht zu teuer ist

Sechs Performance-Kerne und acht Effizienz-Kerne zu einem anständigen Preis machen diese CPU weiterhin zu einem P/L-Tipp!

Auch, wenn diese CPU nirgendwo in den Top 3 zu finden ist, so ist doch gerade die Fähigkeit überall „gut“ abzuschneiden das, was diesen 14-Kerner so besonders macht. Ob Sie arbeiten, ob Sie spielen, ob Sie Emulatoren betreiben, Office-Tätigkeiten nachgehen, oder drei Browser mit etlichen Tabs offen haben – ein 13600K wird keine Schwäche zeigen. Zudem haben sich in den neuen Tests eine Stärke von Raptor-Lake-Prozessoren offenbart, nämlich wirklich flüssige (P0.2-)Frametimes abzuliefern. Intels Core i5-13600K agiert hier auf Augenhöhe mit AMDs Ryzen 7 7800X3D. Das muss man erst mal schaffen.



Ryzen 9 7900: Mit 12 Kernen und nur 65 Watt TDP weit vorn

Wer mit dem PC arbeitet, aber keine Unsummen ausgeben möchte, sollte sich genauer nach diesem Ryzen erkundigen.

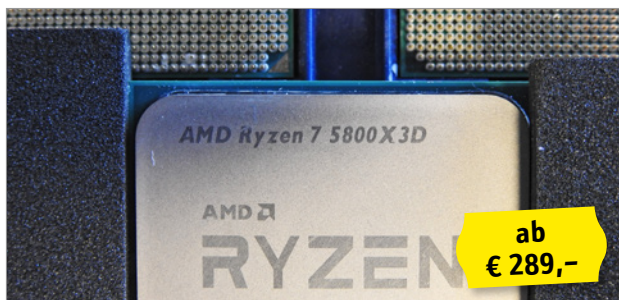
Auf Spiele bezogen fällt diese CPU niemanden auf, weil sich die Performance kaum von anderen (älteren) Prozessoren abhebt und im Zen-4-Portfolio und bei der Konkurrenz für diesen Preis bessere Alternativen warten. Verwendet man einen Ryzen 9 7900 jedoch zum Arbeiten, werden die Augen ganz groß, denn dieser 12-Kerner wird spielend mit einem Ryzen 9 5950X fertig und besitzt dabei die Frechheit, auch noch rund 20 Prozent sparsamer zu rechnen. Die Lockerheit, welche dieser Ryzen ausstrahlt, geht auf den Nutzer über, denn die TDP beträgt nur 65 Watt. Das kühlen Sie sogar mit einem Boxed-Kühler.



Ryzen 7 5800X3D: Dauerbrenner noch, nöcher, am nöchsten

Diese CPU ist nicht totzukriegen, nicht einmal mit dem günstigeren Ryzen 7 5700X3D. Für Spieler mit Sockel AM4 die beste Wahl.

Wenn Sie die letzten 1,5 Jahre nicht hinter dem Mond gelebt haben, wissen Sie bereits alles über diesen Prozessor. Was sollen wir Ihnen also noch erzählen? Natürlich könnte an dieser Stelle auch ein Ryzen 5700X3D thronen, doch wir sind ehrlich, bis Redaktionsschluss hat sich kein Sample gezeigt, sodass es sich der gute alte „X3D“ weiterhin gemütlich in unseren CPU-Tests machen kann. Mit knapp 82 Prozent der Spieleleistung einen i9-14900K zeigt AMD dem Chipriesen, wer der eigentliche Zwerg ist. Lediglich die Fps-pro-Watt-Bewertung beginnt langsam zu bröckeln. Nicht, dass sich dieser Achtkerner vom „Chipzwerger“ fürchten müsste, nein, es ist eher die Konkurrenz aus dem eigenen Hause, denn bereits ein Ryzen 5 7500F liefert mehr Fps und deutlich mehr Leistung pro Euro und bis Zen 5 erscheint, dürfte es auch nicht mehr lange dauern. Dennoch: Sollten Sie als PC-Spieler noch auf AM4 setzen, greifen Sie beherzt zu. Die ganz Harten überspringen mit der CPU glatt den Sockel AM5.



Ryzen 5 7500F: Sparsames Sparbrötchen ohne sichtbares Säumnis

Einsteiger-CPU? Weit gefehlt, denn in dem „kleinen“ Sechskerner für den Sockel AM5 steckt mehr, als man für den Preis denken würde.

Würden Sie jemanden Glauben schenken, der Ihnen erzählt, dass ein Ryzen 5 7500F über 70 Prozent der Spieleleistung eines Core i9-14900K liefert, ohne dabei das fast Vierfache zu kosten? Ist aber so. Denn hier stecken immerhin sechs vollwertige Zen-4-Kerne drin, die im besten Fall mit 5 GHz takten. Dieser Prozessor fällt jedoch der Selektion zum Opfer: Nur Chips, die es nicht ganz zum Ryzen 5 7600 schaffen, werden zum 7500F degradiert. Obendrein ist die Grafikeinheit deaktiviert. Dafür gibt es eine satte Ersparnis zum großen Bruder. Leider ist die CPU nur als Tray-Variante erhältlich, dafür jedoch sehr gut verfügbar. Ein Wechselbad der Gefühle und eine Achtbahnfahrt für PC-Spieler, die sich nun entweder für ein Upgrade der bestehenden Plattform oder für einen Neukauf mit Sockel AM5 entscheiden müssen. Sehen Sie es positiv, denn AM5 wird auf jeden Fall noch neue Prozessoren erhalten, Sockel 1700 oder AM4 dagegen keine mehr. Ein A620-Mainboard genügt bereits für den kleinen Ryzen.



Core i5-13400F: Intels Mittelklasse mit bis zu 16 Threads

Gute und günstige CPUs zu bauen war mal Intels größte Stärke, doch es gibt sie noch, die Kleinen, die trotz Schwächen überzeugen können.

Damals hatten i5-Prozessoren noch vier Kerne und nicht einmal SMT zu bieten, doch diese Zeit ist zum Glück überstanden. Heutzutage hält bereits die Mittelklasse 10-Kerner mit 16 Threads bereit, die aus verschiedenen CPU-Kern-Typen bestehen, modernen DDR5-Speicher unterstützen und die Welt gerne aus der Brille eines Allrounders betrachten wollen. Doch für diese Aufgabe muss es dann doch ein i5-13600K sein, denn der kleine Bruder 13400F hat weder die schnellen Raptor-Cove-Kerne, noch eine Grafikeinheit zu bieten, kostet aber dennoch mehr als 200 Euro. Die Performance ist für Spieler aber ausreichend.



Ryzen 5 5600: Immer noch ein Tipp für Sparfüchse

Die CPU stirbt langsam aus, ist aber nicht wegzudenken, denn für sparsame Spieler bietet der Sechskerner immer noch genug Leistung.

Wer nur wenig Geld zur Verfügung hat, muss sich nicht schämen, denn selbst für 119 Euro gibt es Prozessoren, die mehr als ausreichend schnell für die meisten Spiele rechnen. Mit sechs Kernen und der Zen-3-Architektur passt dieser Prozessor sogar auf A320-Mainboards, die man mit etwas Geduld für unter 20 Euro (neu!) bekommt. Dazu passt ein DDR4-Speicher mit 16 GiB Kapazität und fertig ist der passende Unterbau, der keine 200 Euro gekostet hat. Gegen die Giganten im Test hat die CPU natürlich wenig Chancen, aber das erwartet auch niemand. Unser Tipp für Sparfüchse und Genügsame.



Grafikkarten

Grafikkarten, Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte



Richard Engel
Fachbereich „Gib her!“
E-Mail: post@pcgh.de

Kommentar

Grafik und Leistung werden durch Software immer weiter verfeinert – der potenzielle Gewinn ist 2024 nicht abzuschätzen.

Und gemeint sind damit nicht nur die mittlerweile langjährig im Alltag genutzten DLSS-/FSR-Upsampling-Verfahren von Nvidia und AMD (sowie später auch Intel mit XeSS), sondern auch die Fortschritte der künstlichen Zwischenbilder durch Interpolation, ergo flüssigere Bildrate fürs Auge. Dass die unterschiedlichen Techniken jeweils mit Kompromissen einhergehen, dürfte auf der Hand liegen. Mit stetigen Updates und besserer Implementierung verflüchtigen sich diese Kompromisse jedoch zusehends. Man vergleiche nur DLSS 1.0 mit der aktuellen Version: Aus unscharfem Pixelbrei wurde eine ansehnliche Anti-Aliasing-Lösung. Wer „braucht“ denn veraltetes 4x MSAA oder unscharfes TAA, wenn DLAA oder DLSS Qualität für mehr Performance und (mindestens im Spielealltag) vergleichbare Optik sorgen? Ähnlich erfreuliche Entwicklungen erhoffe ich mir eben auch bei der Frame Generation. AMD baut mit FSR 3.0 und dem treiberseitigen FMF die einstige Nvidia-Exklusivität für interpolierte Zwischenframes in Spielen sukzessiv ab. Fluid Motion Frames soll am 24. Januar in den stabilen Treiber-Branch Einzug halten. Daneben gibt es mittlerweile auch Drittanbieter-Programme wie das gute alte Lossless Scaling auf Steam (ursprünglich für Spatial-Scaling im Vollbild konzipiert), das mit dem LSGF-1.0-Update Frame Generation „für alle“ anbietet. Ob es Kinderkrankheiten mit all dem gibt? Artefakte, veränderte Latenzen, teils Screen Tearing ähnliche Frames, Abstürze, Inkompatibilitäten mit Overlays und mehr. Aber diese Trends bieten mehr Möglichkeiten, etwa bei der Spielbarkeit oder dem „Aufrüstzwang“. Find ich klasse, gerne weiter so!






GPU-Roadmap 2024+

AMD, Intel und Nvidia lassen sich selten in die Karten schauen. Derzeit tut sich jedoch viel am Grafikkartenmarkt – Zeit für einen aktuellen Überblick.

Zwar kommt es immer wieder vor, dass eine große Chip-Schmiede auf einer Veranstaltung für Investoren einen Fahrplan für die kommenden Jahre vorlegt, konkret sind diese Roadmaps jedoch selten. Das hat den Hintergrund, dass ein Hersteller sich nicht selbst die aktuell feilgebotenen Produkte kannibalisieren möchte – die Aussicht auf einen Nachfolger lässt Kunden warten. Das ist auch jetzt, Anfang 2024, zu beobachten. Einige Nutzer vermuten die baldige Veröffentlichung der RTX-5000-Generation und stellen somit den Sinn des just angelaufenen RTX-4000-Refreshes in Frage. Nvidia hat die IT-Messe CES dazu genutzt, die RTX 4070 Super, RTX 4070 Ti Super und RTX 4080 Super vorzustellen. Das Trio erneuert ab dem 17., 24. und 31. Januar das Ada-Lovelace-Portfolio. Während es die RTX 4070 Super vollumfänglich in diese

Ausgabe geschafft hat, erreichte uns der Treiber für die RTX 4070 Ti Super um Haaresbreite – immerhin für volle Index-Durchläufe hat es gereicht. Von einer RTX 4080 Ti, RTX 4090 Super oder Ti fehlt indes jede Spur, doch zur Jahresmitte – ein rundes halbes Jahr vor der neuen Generation „Blackwell“ – könnte es noch passieren.

Doch zurück zu den sicheren Produkten. Am 24. Januar wird die Radeon RX 7600 XT das 350-Euro-Segment aufmischen; auch diese Karte hat es gerade noch in die Leistungsindizes dieser Ausgabe geschafft. Alles zu den genannten Grafikkarten finden Sie in voller Breite auf PCGH.de und in Videoform auf unserem Youtube-Kanal. Sieht man von der RTX 3050 6GB ab, einer Grafikkarte der „Finger weg!“-Kategorie, sieht der Rest des Jahres relativ karg aus. Intels mit Spannung erwarteter Battlemage (Arc-B-Serie) scheint sich zu verspäten, man geht derzeit von Herbst aus, außerdem ist unklar, ob beide geplanten GPUs erscheinen werden. (rv)

			
H1/2024	<div>RX 7600 XT GPU: Navi 33 XT, RDNA 3, TSMC N6 RAM: 16 GiB, 128 Bit, GDDR6</div> <div>RX 7800? GPU: Navi 32, RDNA 3, TSMC N6 RAM: GDDR6</div> <div>RX 7700? GPU: Navi 32, RDNA 3, TSMC N6 RAM: GDDR6</div>		<div>RTX 4070 Super GPU: AD104, Ada Lovelace, TSMC 4N RAM: 12 GiB, 192 Bit, GDDR6X</div> <div>RTX 4070 Ti Super GPU: AD103, Ada Lovelace, TSMC 4N RAM: 16 GiB, 256 Bit, GDDR6X</div> <div>RTX 4080 Super GPU: AD103, Ada Lovelace, TSMC 4N RAM: 16 GiB, 256 Bit, GDDR6X</div>
H2/2024	<div>RX 8000? GPU: Navi 4x, RDNA 4, TSMC N3 oder N4P RAM: GDDR7 Ohne High-End bzw. Navi 41 und 42</div>	<div>Arc B770? (Battlemage) GPU: BMG-G10, Xe2-HPG, TSMC N4 RAM: 16 GiB, 256 Bit, GDDR6/GDDR7</div>	<div>RTX 5000? GPU: GB20X, Blackwell/Ada Lovelace Next, TSMC N3 RAM: bis zu 24 GiB, bis zu 384 Bit, GDDR7</div>
2025		<div>Arc Celestial (Arc-C-Serie) GPU: Xe3-HPG, TSMC N3?</div>	
2026		<div>Arc Druid (Arc-D-Serie) GPU: Xe Next Arch, TSMC N3?</div>	

Grafikkarten-Leistungsindex 2024 – Rasterizing

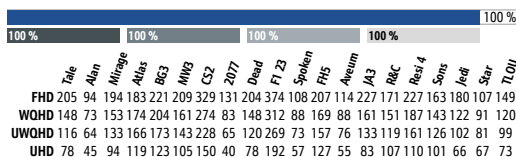
■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► | Normierte Leistung

Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

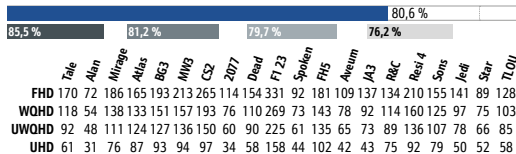
Geforce RTX 4090

Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.920 €
PLV: 42,4 %



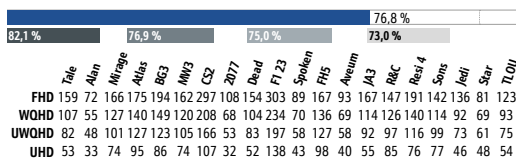
Radeon RX 7900 XTX

Takt: ~2,61 GHz, 20 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 950 €
PLV: 69,0 %



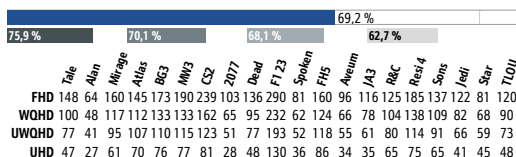
Geforce RTX 4080

Takt: ~2,78 GHz, 22,4 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.140 €
PLV: 54,8 %



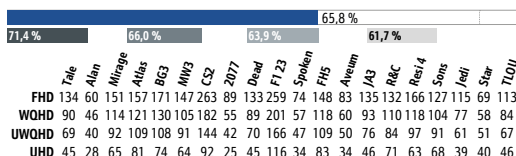
Radeon RX 7900 XT

Takt: ~2,56 GHz, 20 GT/s
RAM: 20 GiB GDDR6
Preis: Ca. 800 €
PLV: 70,4 %



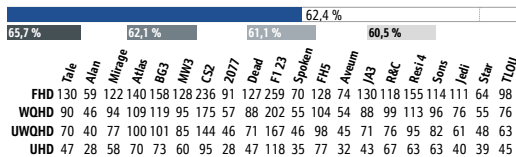
Geforce RTX 4070 Ti Super

Takt: ~2,75 GHz, 21 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 890 €
PLV: 60,1 %



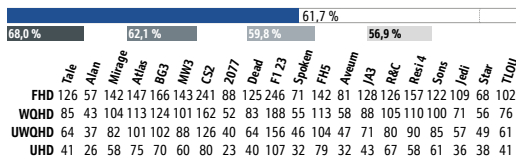
Geforce RTX 3090 Ti

Takt: ~1,98 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



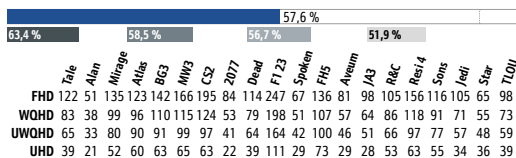
Geforce RTX 4070 Ti

Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 800 €
PLV: 62,7 %



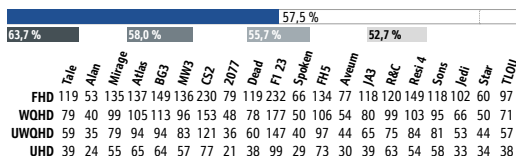
Radeon RX 7900 GRE

Takt: ~2,23 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 600 €
PLV: 78,1 %



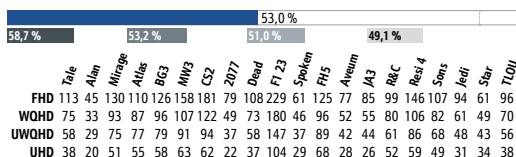
Geforce RTX 4070 Super

Takt: ~2,72 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 660 €
PLV: 70,9 %



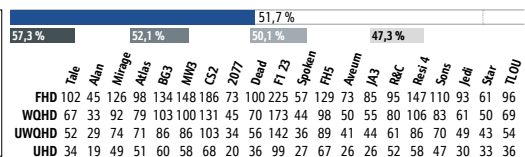
Radeon RX 7800 XT

Takt: ~2,36 GHz, 19,5 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 520 €
PLV: 82,9 %



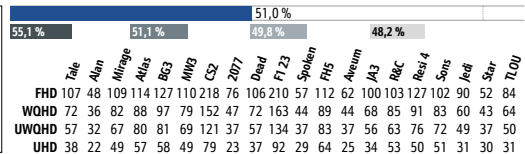
Radeon RX 6800 XT

Takt: ~2,32 GHz, 16 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 530 €
PLV: 79,4 %



Geforce RTX 3080 10GB

Takt: ~1,88 GHz, 19 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



Grafikkarten-Leistungsindex 2024 – Raytracing

■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► | Normierte Leistung Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

Geforce RTX 4090 Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s RAM: 24 GiB GDDR6X Preis: Ca. 1.920 € PLV: 48,1%	<table> <tr><th colspan="10">100%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>98</td><td>128</td><td>163</td><td>120</td><td>233</td><td>114</td><td>104</td><td>205</td><td>145</td><td>128</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>79</td><td>107</td><td>133</td><td>107</td><td>204</td><td>107</td><td>99</td><td>151</td><td>129</td><td>102</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>69</td><td>90</td><td>116</td><td>88</td><td>172</td><td>100</td><td>94</td><td>123</td><td>106</td><td>88</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>49</td><td>62</td><td>87</td><td>67</td><td>119</td><td>89</td><td>79</td><td>85</td><td>97</td><td>66</td></tr> </table>	100%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	R&C	Witch	FHD	98	128	163	120	233	114	104	205	145	128	WOHD	79	107	133	107	204	107	99	151	129	102	UWOHD	69	90	116	88	172	100	94	123	106	88	UHD	49	62	87	67	119	89	79	85	97	66	Radeon RX 7900 GRE Takt: ~2,19 GHz, 18 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6 Preis: Ca. 600 € PLV: 65,9%	<table> <tr><th colspan="10">49,5%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>42</td><td>54</td><td>70</td><td>63</td><td>120</td><td>62</td><td>59</td><td>95</td><td>79</td><td>65</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>32</td><td>39</td><td>51</td><td>46</td><td>83</td><td>54</td><td>44</td><td>64</td><td>65</td><td>50</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>27</td><td>32</td><td>42</td><td>36</td><td>65</td><td>50</td><td>36</td><td>51</td><td>51</td><td>42</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>18</td><td>20</td><td>27</td><td>25</td><td>42</td><td>42</td><td>25</td><td>31</td><td>40</td><td>27</td></tr> </table>	49,5%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	42	54	70	63	120	62	59	95	79	65	WOHD	32	39	51	46	83	54	44	64	65	50	UWOHD	27	32	42	36	65	50	36	51	51	42	UHD	18	20	27	25	42	42	25	31	40	27	
100%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	R&C	Witch																																																																																																																												
FHD	98	128	163	120	233	114	104	205	145	128																																																																																																																											
WOHD	79	107	133	107	204	107	99	151	129	102																																																																																																																											
UWOHD	69	90	116	88	172	100	94	123	106	88																																																																																																																											
UHD	49	62	87	67	119	89	79	85	97	66																																																																																																																											
49,5%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	42	54	70	63	120	62	59	95	79	65																																																																																																																											
WOHD	32	39	51	46	83	54	44	64	65	50																																																																																																																											
UWOHD	27	32	42	36	65	50	36	51	51	42																																																																																																																											
UHD	18	20	27	25	42	42	25	31	40	27																																																																																																																											
Geforce RTX 4080 Takt: ~2,78 GHz, 22,4 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6X Preis: Ca. 1.140 € PLV: 64,0%	<table> <tr><th colspan="10">79,0%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>75</td><td>117</td><td>138</td><td>107</td><td>210</td><td>95</td><td>102</td><td>155</td><td>127</td><td>102</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>59</td><td>85</td><td>109</td><td>82</td><td>155</td><td>87</td><td>91</td><td>110</td><td>108</td><td>80</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>51</td><td>69</td><td>92</td><td>66</td><td>125</td><td>80</td><td>79</td><td>88</td><td>88</td><td>68</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>36</td><td>46</td><td>65</td><td>49</td><td>84</td><td>69</td><td>59</td><td>55</td><td>77</td><td>50</td></tr> </table>	79,0%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	75	117	138	107	210	95	102	155	127	102	WOHD	59	85	109	82	155	87	91	110	108	80	UWOHD	51	69	92	66	125	80	79	88	88	68	UHD	36	46	65	49	84	69	59	55	77	50	Radeon RX 7800 XT Takt: ~2,30 GHz, 19,5 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6 Preis: Ca. 520 € PLV: 70,0%	<table> <tr><th colspan="10">39,4%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>39</td><td>50</td><td>63</td><td>59</td><td>110</td><td>55</td><td>57</td><td>86</td><td>80</td><td>56</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>30</td><td>35</td><td>44</td><td>43</td><td>73</td><td>49</td><td>42</td><td>57</td><td>64</td><td>43</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>25</td><td>28</td><td>35</td><td>34</td><td>57</td><td>45</td><td>34</td><td>45</td><td>51</td><td>36</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>17</td><td>19</td><td>23</td><td>24</td><td>38</td><td>39</td><td>24</td><td>29</td><td>40</td><td>26</td></tr> </table>	39,4%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	39	50	63	59	110	55	57	86	80	56	WOHD	30	35	44	43	73	49	42	57	64	43	UWOHD	25	28	35	34	57	45	34	45	51	36	UHD	17	19	23	24	38	39	24	29	40	26
79,0%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	75	117	138	107	210	95	102	155	127	102																																																																																																																											
WOHD	59	85	109	82	155	87	91	110	108	80																																																																																																																											
UWOHD	51	69	92	66	125	80	79	88	88	68																																																																																																																											
UHD	36	46	65	49	84	69	59	55	77	50																																																																																																																											
39,4%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	39	50	63	59	110	55	57	86	80	56																																																																																																																											
WOHD	30	35	44	43	73	49	42	57	64	43																																																																																																																											
UWOHD	25	28	35	34	57	45	34	45	51	36																																																																																																																											
UHD	17	19	23	24	38	39	24	29	40	26																																																																																																																											
Geforce RTX 4070 Ti Super Takt: ~2,75 GHz, 21 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6X Preis: Ca. 890 € PLV: 70,1%	<table> <tr><th colspan="10">67,6%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>63</td><td>104</td><td>122</td><td>88</td><td>183</td><td>85</td><td>98</td><td>130</td><td>115</td><td>87</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>49</td><td>73</td><td>94</td><td>67</td><td>130</td><td>76</td><td>81</td><td>92</td><td>96</td><td>66</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>42</td><td>59</td><td>79</td><td>54</td><td>104</td><td>70</td><td>67</td><td>75</td><td>76</td><td>55</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>29</td><td>38</td><td>56</td><td>40</td><td>69</td><td>61</td><td>50</td><td>50</td><td>65</td><td>41</td></tr> </table>	67,6%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	63	104	122	88	183	85	98	130	115	87	WOHD	49	73	94	67	130	76	81	92	96	66	UWOHD	42	59	79	54	104	70	67	75	76	55	UHD	29	38	56	40	69	61	50	50	65	41	Geforce RTX 4060 Ti 16GB Takt: ~2,71 GHz, 18 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6 Preis: Ca. 460 € PLV: 78,4%	<table> <tr><th colspan="10">39,1%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>33</td><td>66</td><td>78</td><td>52</td><td>109</td><td>50</td><td>66</td><td>73</td><td>75</td><td>51</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>25</td><td>42</td><td>57</td><td>38</td><td>74</td><td>45</td><td>48</td><td>50</td><td>60</td><td>38</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>22</td><td>33</td><td>46</td><td>30</td><td>58</td><td>41</td><td>41</td><td>40</td><td>47</td><td>30</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>15</td><td>21</td><td>31</td><td>22</td><td>38</td><td>35</td><td>30</td><td>25</td><td>38</td><td>23</td></tr> </table>	39,1%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	33	66	78	52	109	50	66	73	75	51	WOHD	25	42	57	38	74	45	48	50	60	38	UWOHD	22	33	46	30	58	41	41	40	47	30	UHD	15	21	31	22	38	35	30	25	38	23
67,6%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	63	104	122	88	183	85	98	130	115	87																																																																																																																											
WOHD	49	73	94	67	130	76	81	92	96	66																																																																																																																											
UWOHD	42	59	79	54	104	70	67	75	76	55																																																																																																																											
UHD	29	38	56	40	69	61	50	50	65	41																																																																																																																											
39,1%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	33	66	78	52	109	50	66	73	75	51																																																																																																																											
WOHD	25	42	57	38	74	45	48	50	60	38																																																																																																																											
UWOHD	22	33	46	30	58	41	41	40	47	30																																																																																																																											
UHD	15	21	31	22	38	35	30	25	38	23																																																																																																																											
Geforce RTX 3090 Ti Takt: ~1,99 GHz, 21 GT/s RAM: 24 GiB GDDR6X Preis: Nicht lieferbar PLV: -	<table> <tr><th colspan="10">63,7%</th></tr> <tr><th></th><th>Alan</th><th>2077</th><th>Ordnr</th><th>Dying</th><th>Fl 23</th><th>Forza</th><th>Hog</th><th>Metro</th><th>R&C</th><th>Witch</th></tr> <tr><td>FHD</td><td>54</td><td>92</td><td>110</td><td>87</td><td>175</td><td>77</td><td>94</td><td>120</td><td>100</td><td>80</td></tr> <tr><td>WOHD</td><td>43</td><td>76</td><td>85</td><td>67</td><td>130</td><td>71</td><td>78</td><td>85</td><td>87</td><td>62</td></tr> <tr><td>UWOHD</td><td>38</td><td>54</td><td>72</td><td>55</td><td>102</td><td>66</td><td>66</td><td>69</td><td>69</td><td>53</td></tr> <tr><td>UHD</td><td>28</td><td>36</td><td>53</td><td>40</td><td>69</td><td>58</td><td>50</td><td>47</td><td>62</td><td>40</td></tr> </table>	63,7%											Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch	FHD	54	92	110	87	175	77	94	120	100	80	WOHD	43	76	85	67	130	71	78	85	87	62	UWOHD	38	54	72	55	102	66	66	69	69	53	UHD	28	36	53	40	69	58	50	47	62	40	Radeon RX 6800 XT Takt: ~2,30 GHz, 16 GT/s RAM: 16 GiB GDDR6 Preis: Ca. 530 € PLV: 64,4%																																																																		
63,7%																																																																																																																																					
	Alan	2077	Ordnr	Dying	Fl 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch																																																																																																																											
FHD	54	92	110	87	175	77	94	120	100	80																																																																																																																											
WOHD	43	76	85	67	130	71	78	85	87	62																																																																																																																											
UWOHD	38	54	72	55	102	66	66	69	69	53																																																																																																																											
UHD	28	36	53	40	69	58	50	47	62	40																																																																																																																											

System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores + SMT, keine E-Cores) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28-2T inklusive Tertiär-Timing-Tuning); 8 von 10 Benchmarks mit Quality-Upsampling (TAA nur bei Forza Motorsport und Metro Exodus Enhanced Edition), anisotroper Filter auf Standardqualität; Vsync aus.

Spezialnamen: Alan: Alan Wake 2, 2017; Cyberpunk 2077, Oracle: Desordre, Dying: Dying Light 2, F1 23: F1 23 (Überschungung), Forza: Forza Motorsport, Hog: Hogwarts Legacy, Metro: Metro Exodus Enhanced Edition, R&C: Ratchet & Clank Rift Apart, Witch: The Witcher 3 „Next-Gen“. Angabe auf die nächste Ganzzahl gerundeter Fps.

PCGH Digital im Abo

Jeden Monat neue Prämienvorteile!

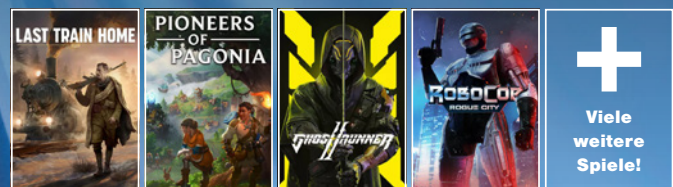
Lesen Sie PCGH bequem am PC als Download-PDF, im Web oder auf Ihrem iOS-, Android- oder Amazon-Gerät!

1-Jahres-Abo

12 x PCGH 
mit 10-Euro-Gutschein
www.pcgh.de/digital-only

*1-Jahres-Abo: 59,99 Euro

2-Jahres-Abo



24 x PCGH 
**+ 1 brandaktuelles PC-Spiel
als Key von Gamesplanet**
www.pcgh.de/digital2

**2-Jahres-Abo: 119,98 Euro (In Deutschland)



Weitere Vorteile

- » Werbefreier Zugang auf PCGH.de
- » PCGH-Jahresarchive ab 2001 (PDF)
- » Printartikel direkt kostenfrei im Webseitenlayout lesen – auf Desktop und Mobile!

PCGH +

www.pcgh.de/digitalabo



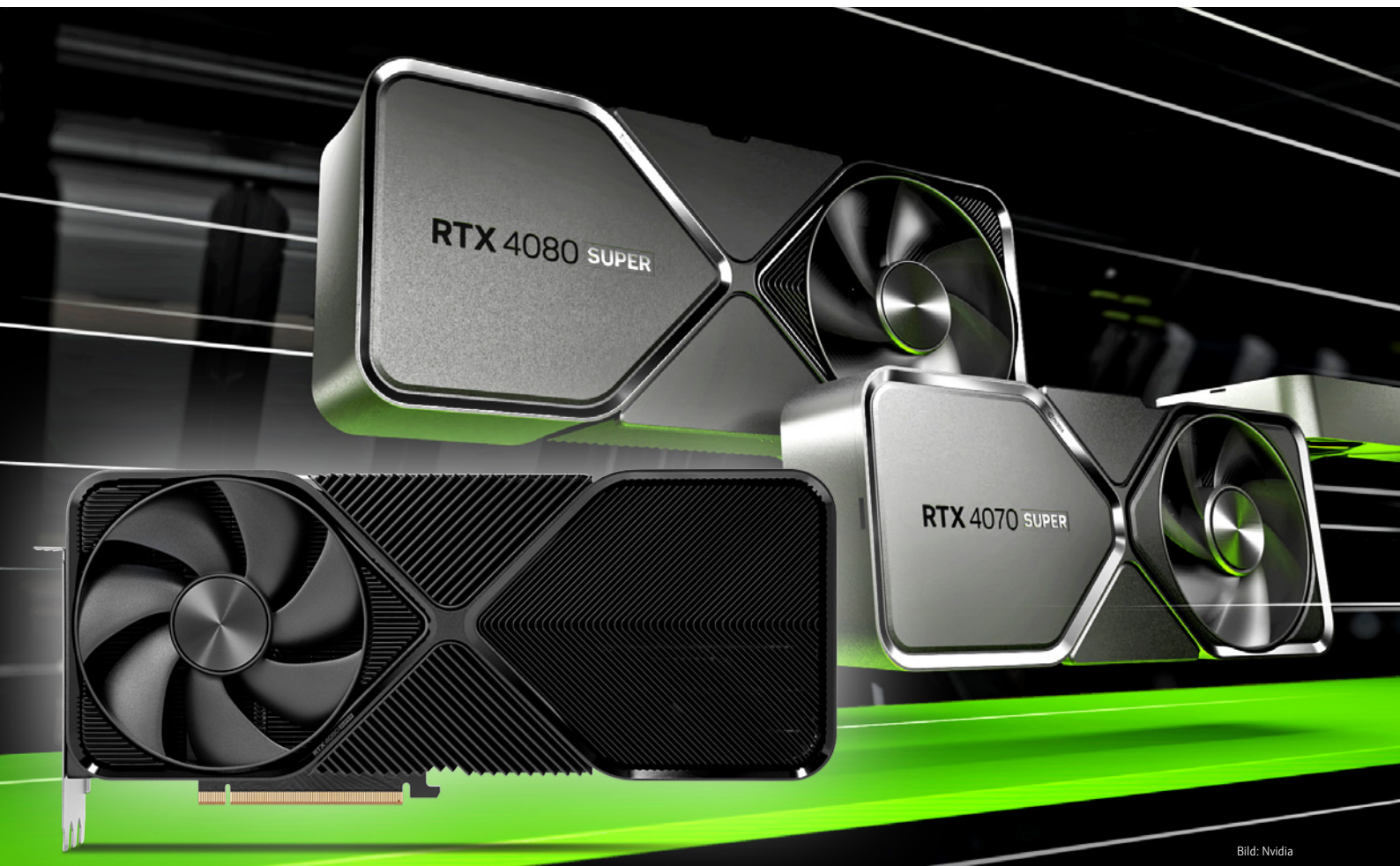


Bild: Nvidia

Wird jetzt alles super?

Mehr Leistung zum gleichen oder geringeren Preis: Nvidia erneuert sein Grafikkarten-Portfolio zum Jahresbeginn. PCGH prüft, was Spieler davon haben.

Produkte im Test (Auswahl):

- Nvidia GeForce RTX 4070 Super Founders Edition
- Nvidia GeForce RTX 4070 Founders Edition
- MSI GeForce RTX 4070 Ti Super Ventus 3x
- Zotac GeForce RTX 4070 Ti Trinity
- AMD Radeon RX 7900 XT (MBA)
- AMD Radeon RX 7900 GRE (MBA)
- AMD Radeon RX 7800 XT (MBA)

Flüssiges WQHD-Gaming, das modernste Feature-Set, nutzbares Raytracing und die bekannte Ada-Effizienz in der gehobenen Mittelklasse: All das zeichnete bereits die GeForce RTX 4070 aus. Nun steht ihre Nachfolgerin auf der Matte – die RTX 4070 Super, welche den alten Listenpreis der RTX 4070 einnimmt. PCGH klärt im Test der GeForce RTX 4070S, was das 659-Euro-Modell leistet und welche Alternativen es gibt.

Super-Grafikkartenjahr

Im Januar jagt eine Grafikkarten-Neuveröffentlichung die nächste. Den Anfang machten Nvidias GeForce RTX 4070 Super am 17. Januar und RTX 4070 Ti Super am 24. Januar. Es folgt die RTX 4080 Super am 31. Januar.

Mit den Super-Versionen erneuert Nvidia sein Grafikkarten-Portfolio für das Jahr 2024. Die Basis bilden nicht etwa neue Grafikchips, sondern eine neue Balance aus Preis und Leistung – Nvidia möchte mit dem Super-Refresh beide Merkmale verbessern und den Kunden damit Anreize zum Aufrüsten liefern. Die neuen Grafikkarten ergänzen das GeForce-Portfolio nicht bloß, sondern ersetzen auch zwei Modelle: Sowohl die RTX 4080 als auch die RTX 4070 Ti werden eingestellt und machen Platz für ihre Nachfolger RTX 4080 Super und RTX 4070 Ti Super. Beachten Sie dazu bitte die Extraseite – im Folgenden liegt der Fokus auf der RTX 4070 Super, da diese rechtzeitig für einen vollumfänglichen Test verfügbar war.

Spezifikationsübersicht: Gaming-Grafikkarten (Auswahl)

Grafikkarte	Nvidia Geforce RTX 4070 Ti	Nvidia Geforce RTX 4070 Super	Nvidia Geforce RTX 4070	AMD Radeon RX 7900 XT	AMD Radeon RX 7900 GRE	AMD Radeon RX 7800 XT
Marktstart	03.01.2023	17.01.2024	12.04.2023	13.12.2022	28.07.2023	06.09.2023
Architektur	Nvidia Ada Lovelace	Nvidia Ada Lovelace	Nvidia Ada Lovelace	AMD RDNA 3	AMD RDNA 3	AMD RDNA 3
Codename/Konfektion	AD104-400	AD104-350	AD104-250	Navi 31 XT	Navi 31 XL	Navi 32 XTX
Chipgröße (Die/GCD)	294,5 mm ²	294,5 mm ²	294,5 mm ²	300 mm ²	300 mm ²	200 mm ²
Transistoren Grafikchip (Mrd.)	35,8	35,8	35,8	<57.700 (inkl. MCDs)	<57.700 (inkl. MCDs)	28.100 (inkl. MCDs)
Größe Memory Cache Dies (MCD) – angegeben sind nur die aktiven!	–	–	–	5× 36,6 = 183 mm ²	4× 36,6 = 146 mm ²	4× 36,6 = 146 mm ²
Fertigungsverfahren	4N	4N	4N	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N5 (GCD) + N6 (MCD)
Shader-Cluster (CUs/SMs)	60	56	46	84	80	60
FP32-ALUs/TMUs/ROPs	7.680/240/80	7.168/224/80	5.888/184/64	5.376*/336/192	5.120*/320/160	3.840*/240/96
Raytracing-Einheiten	60 (3. Gen.)	56 (3. Gen.)	46 (3. Gen.)	84 (2. Gen.)	80 (2. Gen.)	60 (2. Gen.)
Matrix-Einheiten	240 (4. Gen.)	224 (4. Gen.)	184 (4. Gen.)	168 (1. Gen.)	160 (1. Gen.)	120 (1. Gen.)
Level-2-Cache (MiB)	48	48	36	6	6	4
Level-3-Cache (MiB)	–	–	–	80	64	64
GPU-Takt in Spielen (MHz)	2.740	2.720	2.760	2.560	2.210	2.330
FP32-Leistung ALUs (TFLOPS)	42,1	39	32,5	55	45,3	35,8
Füllrate (Mtex/Mpix pro Sek.)	657,6/219,2	609,3/217,6	507,8/176,6	860,2/491,5	707,2/353,6	559,2/223,7
(DLSS 3) Frame Generation	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Treiber-Frame-Generation	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Speicheranbindung (Bit)	192	192	192	320	256	256
Geschwindigkeit RAM (GTs/MHz)	21,0/10.500	21,0/10.500	21,0/10.500	20,0/10.000	18,0/9.000	19,5/9.750
Speichertyp (DRAM)	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6	GDDR6	GDDR6
Transferrate Speicher (GB/s)	504	504	504	800	576	624
Speicherkapazität (MiB)	12.288	12.288	12.288	20.480	16.384	16.384
PCI-Express-Standard	4.0 × 16	4.0 × 16	4.0 × 16	4.0 × 16	4.0 × 16	4.0 × 16
Stromanschlüsse	1× 16-/2× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol	2× 8-Pol	2× 8-Pol	2× 8-Pol
Leistungsaufnahme (Board Power)	285 Watt	220 Watt	200 Watt	315 Watt	260 Watt	263 Watt
Display-Konnektivität	DP 1.4a, HDMI 2.1a	DP 1.4a, HDMI 2.1a	DP 1.4a, HDMI 2.1a	DP 2.1, HDMI 2.1a	DP 2.1, HDMI 2.1a	DP 2.1, HDMI 2.1a
Preis bei Redaktionsschluss	800 Euro	659 Euro (UVP)	580 Euro	800 Euro	600 Euro (OEM)	520 Euro

Bemerkungen: Angaben der Leistung auf Basis der von uns ausführlich durchgetesteten Grafikkarten (durchschnittlicher GPU-Boost über alle Benchmarks) – die Herstellerangaben liegen teils deutlich und somit praxisfern darunter. Je nach Modell sind Abweichungen um bis zu 200 MHz möglich. *ALUs mit „Dual-Issue“-Fertigkeit, welche sich bestenfalls verhalten wie die doppelte Anzahl. Angegeben ist der Best-Case.

4070 Ti > 4070S > 4070

Die RTX 4070 Super – im Folgenden öfter RTX 4070S genannt – nimmt den alten Preispunkt der RTX 4070 (599 USD) ein, liefert aber dank zusätzlicher Rechenwerke eine deutlich höhere Leistung. Dank nunmehr 7.168 Shader-Einheiten liegt die RTX 4070S näher an der RTX 4070 Ti als an der RTX 4070. Letztere bleibt am Markt und erfährt eine Preissenkung auf 549 USD (minus 50 USD). 499 USD wären angesichts der starken Konkurrenz von AMD passender gewesen, doch die Richtung stimmt. Beim Blick auf die Spezifikationen (Tabelle oben) wird klar: Die drei Siebziger-Karten verfügen über die gleichen Stärken und Schwächen.

Leistung (1): Rasterizing

Wie schlägt sich Nvidias Geforce RTX 4070 Super in traditionellen Spielen und bei modernen Raytracing-Krachern? Um diese Frage zu beantworten, haben wir die Gaming-Grafikkarte durch unsere neuen Leistungsindizes (siehe Seite 29/30) gescheut. Sowohl die 20 Rasterizing-Tests als auch die 10 Raytracing-Tests sind brandneu und liefern hoch spannende Ergebnisse, damit Sie eine fundierte Kaufentscheidung treffen können. WQHD und Ultrawide-QHD erfreuen sich wachsender Beliebtheit und sind das optimale Einsatzgebiet für die Geforce RTX 4070 Super, Radeon RX 7800 XT und weitere Gaming-Grafikkarten um 500 Euro.

Die Spieleleistung der RTX 4070S fällt erwartungsgemäß aus: Sie liegt stets zwischen den Hardware-Ver-

wandten RTX 4070 und RTX 4070 Ti, wobei die Tendenz zum großen Modell offensichtlich ist. Hohe zweistellige oder gar dreistellige Bildraten sind die Regel. Mit dieser Gaming-Leistung hat sie leichtes Spiel mit der Radeon RX 7800 XT, welche unter WQHD/1440p in 15 von 20 Fällen geschlagen wird. Das AMD-Modell ist jedoch deutlich günstiger, was den Blick auf die nächststärkere Grafikkarte schweifen lässt: die Radeon RX 7900 GRE. Dieses OEM-Modell bietet der Geforce RTX 4070S erfolgreich die Stirn, weshalb wir unseren Appell an AMD wiederholen möchten: Diese Grafikkarte wäre eine formidable Ergänzung des Retail-Angebots.

Zahlreiche Grafikkarten-Videos unter

<https://www.youtube.com/@pcgh>

PCGH
PC GAMES HARDWARE



Seasonic
THE HEART OF YOUR SYSTEM

MagFlow
ARGB

NEU AUCH MIT ARGB!
Dezentes LED Design



Was ist mit der RTX 4070 Ti Super und RTX 4080 Super?

Die RTX 4070S haben wir kennengelernt, doch Nvidias Salami-Taktik verhinderte den Triple-Test mit ihren großen Geschwistern – fast.

Die Geforce RTX 4070 Super analysieren wir umfassend in diesem Artikel. Aufgrund der streng gestaffelten Launches und unseres nicht verschiebbaren Redaktionsschlusses mussten wir die RTX 4070 Ti Super und RTX 4080 Super anders unterbringen. In einer langen Sonderschicht gelang es uns immerhin, sowohl die Geforce RTX 4070 Ti Super als auch die Radeon RX 7600 XT durch die Leistungsindizes zu scheuchen. Beide Grafikkarten starten erst am 24. Januar und somit sechs Tage nach Redaktionsschluss.

Für diesen Aufwand gibt es gute Gründe, denn beide Grafikkarten haben Potenzial, das wir Ihnen zeitnah vermitteln wollten – gerade die RTX 4070 Ti Super alias die „wahre RTX 4070 Ti“. Im Gegensatz zu den anderen 70er-Modellen weist sie keine Sollbruchstelle beim Speicher auf. Nvidia kommt für ein ordentliches Leistungsplus gegenüber der RTX 4070 Ti nicht umhin, den größeren AD103 anstelle des AD104 zu installieren, sodass die TiS über ein 256-Bit-Interface zum Speicher sowie 16 GiByte Kapazität verfügt. Diese „RTX 4080 Light“ wird so viel kosten wie die auslaufende RTX 4070 Ti – 889 Euro (UVP). Die Geforce RTX 4070 TiS wird ab dem 24. Januar ausschließlich in Gestalt von Custom-Designs der Board-Partner verfügbar sein, eine Founders Edition gibt es nicht.

In den Benchmarks kam dann die Überraschung: Die Geforce RTX 4070 TiS erreicht eine geringere



Leistung, als wir sie angesichts der lange bekannten Spezifikation erwartet hatten. Der Abstand zur RTX 4070 Ti ist zwar stets vorhanden, mit bestenfalls zehn Prozent aber relativ gering. Mit den real anliegenden Taktraten weist unser TiS-Muster gut zehn Prozent mehr Rechenleistung und eine um 33 Prozent höhere Speichertransferrate auf, doch das Potenzial blitzt erst in hohen Auflösungen durch – und bei Benchmarks mit sehr hoher Speicherlast, welche die TiS souverän meistert. Möglicherweise klären sich die Ursachen im Dialog mit Nvidia, bis dahin haben die auf den Seiten 29 und 30 gezeigten Leistungsindizes Bestand. Den Test der Geforce RTX 4070 Ti Super mit allen Fakten lesen Sie ab dem 23. Januar und den der Radeon RX 7600 XT ab dem 24. Januar auf PCGH.de.

Den vorläufigen Abschluss des RTX-40-Portfolios bildet die Geforce RTX 4080 Super. Dieses Modell ersetzt die RTX 4080 und wird künftig den Platz als

zweitschnellstes Pferd im Nvidia-Stall einnehmen. Im Presse-Briefing gab sich Nvidia erfrischend ehrlich, was die Leistungsfähigkeit der RTX 4080S angeht: Zwei bis drei Prozent, bestenfalls fünf Prozent flotter als die RTX 4080 soll sie sein. Das passt zu den Spezifikationen rund um 10.240 Shader-Einheiten und 16 GiByte GDDR6X mit 23 GT/s. Die RTX 4080S ist folglich das schnellste Modell des Super-Trios, aber auch das mit dem geringsten Leistungsplus, womit AMDs Radeon RX 7900 XTX voraussichtlich den Titel als zweitschnellste Rasterizing-Karte behalten wird. Nvidia wertet die 4080S jedoch auf andere Weise auf: Das Modell wird deutlich günstiger als die originale (und landläufig als überteuert wahrgenommene) RTX 4080 angeboten. Die Geforce RTX 4080S startet ab dem 31. Januar sowohl als Nvidia Founders Edition als auch in Gestalt von Custom-Designs der Board-Partner – selbstverständlich ebenfalls begleitet von einem zeitnahen PCGH-Test.

Spezifikationsübersicht: RTX 4000 neben RTX 4000 Super

Nvidia Geforce ...	RTX 4080 Super	RTX 4080	RTX 4070 Ti Super	RTX 4070 Ti	RTX 4070 Super	RTX 4070
Marktstart	31.01.2024	16.11.2022	24.01.2024	03.01.2023	17.01.2024	12.04.2023
Architektur	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace
Codename/Konfektion	AD103-400*	AD103-300	AD103-275	AD104-400*	AD104-350	AD104-250
Chipgröße (Die)	378,6 mm²	378,6 mm²	378,6 mm²	294,5 mm²	294,5 mm²	294,5 mm²
Transistoren Grafikchip (Mrd.)	45,9	45,9	45,9	35,8	35,8	35,8
Fertigungsverfahren (Foundry)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)
Shader-Cluster (CUs/SMs)	80	76	66	60	56	46
FP32-ALUs/TMUs/ROPs	10.240/320/112	9.728/304/112	8.448/264/96	7.680/240/80	7.168/224/80	5.888/184/64
Raytracing-Einheiten	80 (3. Gen.)	76 (3. Gen.)	66 (3. Gen.)	60 (3. Gen.)	56 (3. Gen.)	46 (3. Gen.)
Matrix-Einheiten	320 (4. Gen.)	304 (4. Gen.)	264 (4. Gen.)	240 (4. Gen.)	224 (4. Gen.)	184 (4. Gen.)
Level-2-Cache (MiB)	64	64	48	48	48	36
GPU-Takt in Spielen (MHz)	2.700**	2.780	2.750	2.740	2.720	2.760
FP32-Leistung ALUs (TFLOPS)	55,3	54,1	46,5	42,1	39,0	32,5
Füllrate (Mtex/Mpix pro Sek.)	864,0/302,4	845,1/311,4	726,0/264,0	657,6/219,2	609,3/217,6	507,8/176,6
Speicheranbindung (Bit)	256	256	256	192	192	192
Geschwindigkeit RAM (GT/s/MHz)	23,0/11.500	22,4/11.200	21,0/10.500	21,0/10.500	21,0/10.500	21,0/10.500
Speichertyp (DRAM)	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6X	GDDR6X
Transferrate Speicher (GB/s)	736	717	672	504	504	504
Speicherkapazität (MiB)	16.384	16.384	16.384	12.288	12.288	12.288
PCI-Express-Standard	4.0 ×16	4.0 ×16	4.0 ×16	4.0 ×16	4.0 ×16	4.0 ×16
Stromanschlüsse	1× 16-/3× 8-Pol	1× 16-/3× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol	1× 16-/2× 8-Pol
Leistungsaufnahme (Board Power)	320 Watt	320 Watt	285 Watt	285 Watt	220 Watt	200 Watt
UVP in Euro	1.109	1.469	889	899	659	599 (2024)

Bemerkungen: Angaben der Leistung auf Basis der von uns ausführlich durchgetesteten Grafikkarten (durchschnittlicher GPU-Boost über alle Benchmarks). *Vollausbau der GPU **Vermuteter, realistischer Durchschnittstakt einer Referenzkarte ohne Overclocking (reale Frequenzen ergeben sich im PCGH-Test Ende Januar).

Das Einheitenplus von knapp 22 Prozent gegenüber der RTX 4070 führt zu einem mittleren Leistungsplus (Leistungsindex gesamt) von 16 Prozent. Dies erreicht die RTX 4070S mit einem etwas niedrigeren Durchschnittstakt und somit glatt 20 Prozent höherer Rechenleistung – angesichts der gleichen Speicherschnittfrequenz ist das ein starkes Ergebnis. Mit dieser Leistung schiebt sich die Geforce RTX 4070 Super um acht Prozent an der Radeon RX 7800 XT vorbei und liefert sich ein Kühler-an-Kühler-Duell mit der Radeon RX 7900 GRE.

Leistung (2): Raytracing

Bildhübsches Raytracing hält in immer mehr Spielen Einzug, sodass eine neu angeschaffte Grafikkarte darauf vorbereitet sein sollte. Der Raytracing-Leistungsindex 2024 macht keine Gefangenen, um diese Frage zu beantworten. Die neuen Benchmarks fordern den Grafikkarten enorm viel ab, um deren Zukunftstauglichkeit abzuklopfen. Der Nutzwert der Raytracing-Implementierungen steht bei den Tests nicht in Frage – die Leistung der Grafikkarte entscheidet, ob man die Aufwertung in Anspruch nehmen kann. Alle Details und Bildraten sehen Sie im RT-Leistungsindex auf Seite 30.

Auch hier fallen die Ergebnisse erwartungsgemäß aus. Die RTX 4070S kann sich stets deutlich von der RTX 4070 distanzieren und in Schlagdistanz zur RTX 4070 Ti setzen. Da Ada Lovelace die derzeit stärkste Raytracing-Architektur darstellt, boxt die Geforce RTX 4070 Super hier in einer höheren Gewichtsklasse als beim Rasterizing. Je nach Spiel rangiert sie nicht auf dem Niveau der Radeon RX 7800 XT oder RX 7900 GRE, sondern im Dunstkreis der Radeon RX 7900 XT(X). Im Gesamtindex wächst der Abstand der RTX 4070S gegenüber der RTX 4070 auf 18 Prozent an, der AD104-Chip zeigt somit eine fast lineare Skalierung mit der um

rund 20 Prozent erhöhten Rechenleistung. Das verhilft der Geforce RTX 4070S zu einem Gesamtwert auf Augenhöhe zur Radeon RX 7900 XTX, AMDs aktueller Speerspitze. Mit diesem Leistungsniveau kann man unter WQHD/1440p definitiv flüssigen Spaß haben.

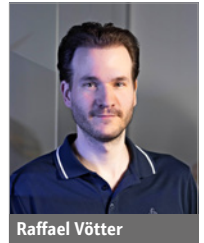
Lautheit

Die Geforce RTX 4070 Super ist sowohl als Referenzkarte – von Nvidia „Founders Edition“ (FE) genannt – als auch in Gestalt zahlreicher Partnerdesigns seit dem 17. Januar 2024 erhältlich. An dieser Stelle beschränken wir uns auf die FE, mit der wir alle Messungen zur Bewertung durchgeführt haben.

Die Founders Edition der Geforce RTX 4070 brachte das mit der RTX-30-Serie ins Leben gerufene „Flow Through“-Design in die gehobene Mittelklasse. Die RTX 4070S nutzt das gleiche Design, die Unterschiede betreffen nur die Farbgebung des Kühlers, welche konsequent schwarz ausfällt. Das kompakte Format sowie das geringe Gewicht

Der vollste Jahresstart in der Grafikkarten-Geschichte

Die Erholung nach den Weihnachtsfeiertagen währte nicht lange. Ich kann mich nicht erinnern, wann ein Januar jemals so anstrengend war. Vier Grafikkarten in drei Wochen, mit doppelt so vielen, zerstückelten Embargos – ernsthaft? Ich mache diesen Job wirklich gerne und sehe ihn als Berufung, aber in diesem Fall bin ich ambivalent froh, dass es die China-exklusive Geforce RTX 4090D nicht auch noch zu uns geschafft hat. Diese Druckbetankung hilft niemandem. Weder den Testern, die ihre Liebsten nicht mehr zu Gesicht bekommen, noch den Kunden. Wenn jede Woche eine neue Grafikkarte erscheint, bleibt zu wenig Zeit, um alles abzuklopfen (selbst bei durchgemachten Nächten) und Interessenten verpassen Informationen. Bitte besser verteilen, AMD und Nvidia!



Raffael Vötter

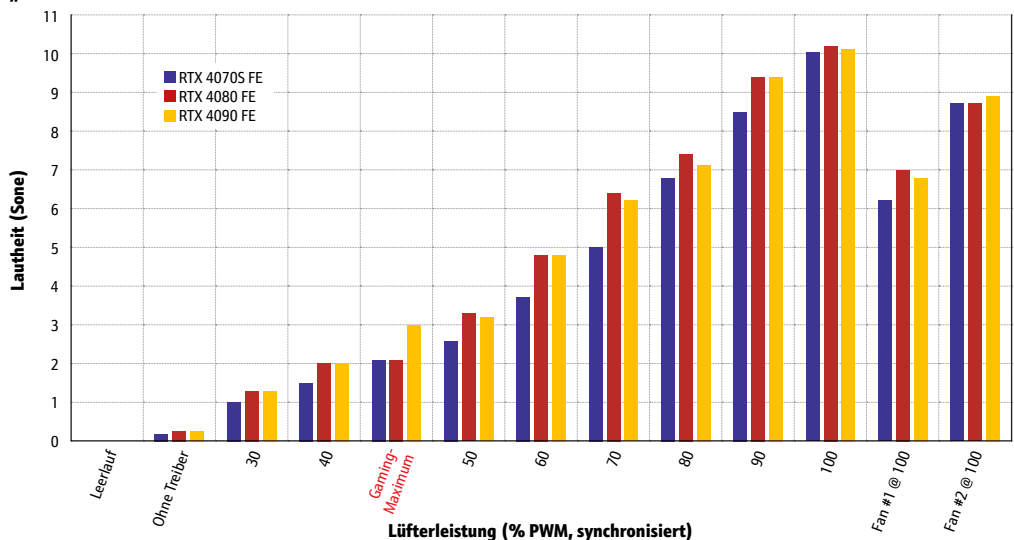
von knapp über einem Kilogramm erlauben den Einsatz in einer Vielzahl von Gehäusen, ohne sich über den Platzbedarf oder Durchhängen Gedanken zu machen.

Im Leerlauf stehen die synchron angesteuerten Lüfter der Geforce

RTX 4070 Super Founders Edition still. Wird Last angesetzt, beginnen die Propeller mit ihrer Arbeit. Mit einer maximalen Lautheit von 2,1 Sone ist die Geforce RTX 4070 Super FE zwar aus einem typischen Gaming-PC herauszuhören, aber nicht störend laut. Dieses Geräusch-

Nvidia-Referenzkarten: Lüfterlaufleistung & Lautheit

„Founders Edition-Modelle“ in verschiedenen Szenarien



Bemerkungen: Messung aus 50 Zentimeter Entfernung lotrecht zur Lüfternabe mittels Neutrik Cortex NC10. Werte abseits des Leerlaufs unter Spielbelastung gemessen; das Spulenzirpen fließt in das Ergebnis mit ein. „Gaming-Maximum“: So laut wurde die Karte unter Spielbelastung maximal.

Seasonic
FOCUS

80
PLUS
GOLD



ATX 3.0
PCIE 5.0
READY

GX - 1000W/ 850W/ 750W

Aktuellste ATX 3.0 Technologie
Direkter PCIe 5.0 Anschluss
Semi-passive Kühlung
10 Jahre Herstellergarantie

Gaming-Leistung in WQHD/1440p (reines Rasterizing ohne Upsampling)

Counter-Strike 2, maximale Details, 8* MSAA – „Ancient Smoke“

Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	149	208,2 (+36 %)
Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	154	192,9 (+26 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	135	162,2 (+6 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	140	162,1 (+6 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	133	153,1 (Basis)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	126	152,1 (-1 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	117	134,6 (-12 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	102	130,8 (-15 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	108	124,4 (-19 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	104	122,4 (-20 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	82	92,4 (-40 %)

CoD Modern Warfare 3, maximale Details (kein VRS), TAA + CAS – „Dam“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	136	156,9 (+63 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	116	133,2 (+39 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	103	119,5 (+24 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	98	114,7 (+19 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	92	107,1 (+11 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	87	101,2 (+5 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	84	100,4 (+4 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	82	96,1 (Basis)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	73	83,4 (-13 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	67	79,1 (-18 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	52	62,6 (-35 %)

Baldur's Gate 3, maximale Details mit TAA + CAS – „Putrid Bog“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	121	151,1 (+34 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	122	149,0 (+32 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	106	133,3 (+18 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	104	124,1 (+10 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	95	112,9 (Basis)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	90	110,0 (-3 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	83	102,5 (-9 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	82	97,1 (-14 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	82	96,5 (-15 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	80	95,7 (-15 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	61	72,0 (-36 %)

Forza Horizon 5, max. Rasterizing-Details, TAA (Schärfe 5) – „Pitfall!“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	130	143,3 (+35 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	126	136,1 (+28 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	113	124,1 (+17 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	104	112,7 (+6 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	98	107,3 (+1 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	98	106,1 (Basis)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	91	98,1 (-8 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	87	96,1 (-9 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	86	92,7 (-13 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	80	89,0 (-16 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	66	72,1 (-32 %)

Assassin's Creed Mirage, maximale Details, TAA – „New Dawn“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	112	137,8 (+39 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	98	126,5 (+28 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	98	117,3 (+18 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	83	103,5 (+4 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	80	99,2 (Basis)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	81	98,5 (-1 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	77	93,2 (-6 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	75	91,7 (-8 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	70	85,4 (-14 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	67	82,0 (-17 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	56	67,0 (-32 %)

Ratchet & Clank Rift Apart, max. Rasterizing-Details, TAA – „Rooftops“

Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	97	125,7 (+27 %)
Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	96	114,1 (+15 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	84	104,9 (+6 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	88	103,6 (+4 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	79	99,2 (Basis)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	69	87,0 (-12 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	73	86,2 (-13 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	66	85,1 (-14 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	68	80,2 (-19 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	68	80,0 (-19 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	52	67,6 (-32 %)

Immortals of Aveum, maximale Details, TAA – „Palathon“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	64	77,5 (+43 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	59	69,3 (+28 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	56	66,2 (+22 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	49	57,6 (+6 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	47	56,6 (+4 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	45	54,2 (Basis)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	44	52,0 (-4 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	42	50,1 (-8 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	39	46,7 (-14 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	36	44,3 (-18 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	28	33,5 (-38 %)

Cyberpunk 2077, max. Rasterizing-Details, TAA – „Dog Days“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	66	75,8 (+58 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	60	68,3 (+42 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	58	64,9 (+35 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	47	53,1 (+10 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	46	52,3 (+9 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	42	48,8 (+1 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	40	48,1 (Basis)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	39	47,3 (-2 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	37	44,7 (-7 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	34	41,9 (-13 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	26	30,8 (-36 %)

Starfield, maximale Details (kein VRS), TAA – „Outer Wilds“

Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	65	74,6 (+49 %)
Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	60	68,5 (+37 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	60	67,6 (+35 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	50	56,2 (+12 %)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	48	54,8 (+9 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	45	50,2 (+0 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	44	50,1 (Basis)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	44	49,4 (-1 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	40	45,8 (-9 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	38	43,1 (-14 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	27	31,2 (-38 %)

Alan Wake 2, max. Rasterizing-Details, FSR 2 Native Mode – „Nightingale“

Geforce RTX 4080 (~2,78 GHz, 22,4 GT/s, 16 GiB)	49	54,9 (+38 %)
Radeon RX 7900 XTX (~2,61 GHz, 20 GT/s, 24 GiB)	48	54,1 (+36 %)
Radeon RX 7900 XT (~2,56 GHz, 20 GT/s, 20 GiB)	40	47,7 (+20 %)
Geforce RTX 4070 Ti (~2,74 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	38	43,1 (+8 %)
Geforce RTX 4070 Super (~2,72 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	36	39,9 (Basis)
Radeon RX 7900 GRE (~2,23 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	34	38,0 (-5 %)
Geforce RTX 3080 (~1,88 GHz, 19 GT/s, 10 GiB)	33	36,3 (-9 %)
Geforce RTX 4070 (~2,76 GHz, 21 GT/s, 12 GiB)	31	34,0 (-15 %)
Radeon RX 7800 XT (~2,36 GHz, 19,5 GT/s, 16 GiB)	30	33,0 (-17 %)
Radeon RX 6800 XT (~2,32 GHz, 16 GT/s, 16 GiB)	30	33,0 (-17 %)
Geforce RTX 4060 Ti (~2,72 GHz, 18 GT/s, 16 GiB)	23,5	25,8 (-35 %)

System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores, 16 Threads) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28, 2T); Windows 11 x64

Bemerkungen: Alle Benchmarks mit maximalen Rasterizing-Details (kein Raytracing). Die Gaming-Leistung der Geforce RTX 4070S liegt stets zwischen RTX 4070 und RTX 4070 Ti, mit Nähe zu Letzterer.

P1 **Fps**
Besser

niveau wird unter Volllast mit rund 230 Watt Leistungsaufnahme erreicht, die Drehzahl beider Lüfter liegt dann bei knapp über 2.000 U/min. Wer die RTX 4070 Super FE übertaktet, kann das Powerlimit um zehn Prozent auf 240 Watt erhöhen, was in einer realen Leistungsaufnahme um 252 Watt resultiert.

Selbstverständlich ist auch Undervolting respektive eine maßgeschneiderte Voltage/Frequency Curve möglich. Im Test mit Metro Exodus Enhanced Edition in WQHD mit allen Details, einem der hitzigsten Spiele, erreichten wir um Haarsbreite 2,8 GHz GPU-Takt mit 970 Millivolt Kernspannung sowie 23 GT/s auf dem Speicher. Das Powerlimit wird restlos und relativ gleichmäßig ausgereizt, was in genau zehn Prozent höherer Leistung bei 245 Watt Leistungsaufnahme führt.

Leistungsaufnahme

Mit der Geforce RTX 3090 Ti erschien im Frühjahr 2022 die erste Grafikkarte mit der ATX-3.0-konformen 12VHPWR-Strombuchse und alle bisherigen RTX-4000-Grafikkarten folgen ihr. Das bedeutet

\$1,599: RTX 4090

\$999: RTX 4080 SUPER

\$799: RTX 4070 Ti SUPER

\$599: RTX 4070 SUPER

\$549: RTX 4070


\$399 RTX 4060 Ti

\$299 RTX 4060

Max Frame Rate, Resolution, Settings
Super-fast Generative AI

1440p High Frame Rates

Essential for the Latest Games



Das Geforce-Portfolio Anfang 2024: Die RTX 4080 und RTX 4070 Ti werden zugunsten ihrer Nachfolger eingestellt, welche eine höhere Leistung bieten und günstiger sind. Die RTX 4070 erfährt eine Preissenkung und verbleibt am Markt.

nicht, dass Sie zum Betrieb ein neues Netzteil benötigen! Allen Grafikkarten mit 12VHPWR-Buchse liegt ein Adapterkabel bei, das den Betrieb mit mehreren konventionellen 8-Pol-Steckern erlaubt. Im Falle der RTX 4070, RTX 4070 Super und RTX 4070 Ti werden zwei Stränge vom Netzteil benötigt.

Blickt man auf die Durchschnittswerte bei rund 400 Messungen,

benötigt die Geforce RTX 4070 Founders Edition rund 215 Watt (komplette Karte) und erreicht einen durchschnittlichen GPU-Boost von 2,72 GHz. Dabei verhält sich die neueste Nvidia-Grafikkarte genauso wie die RTX 4070: Sie ist sehr oft powerlimitiert, die Fluktuation von Takt und Spannung ist stärker als bei den größeren RTX-40-Grafikkarten, was Undervolting besonders lohnenswert macht.

Vermutlich deswegen überschreitet die Geforce RTX 4070 Super Founders Edition ihre offizielle Boardpower (TGP) um bis zu sechs Prozent, wir messen bis zu 233 Watt – Leistungsspitzen im Mikrosekundenbereich gehen sogar deutlich darüber. Das ist aber kein Grund zur Sorge, denn dieses Watt-Niveau ist kein Problem für die meisten Netzteile. Falls Sie etwa Ihre altgediente Geforce GTX 1070/1080 (Ti) oder

GPGPU-Test AIDA64: Theoretische Durchsatzmessungen

	Memory Copy (MByte/s)	Single-Precision (GFLOPS)	Double Precision (GFLOPS)	INT24 (GIOPS)	INT32 (GIOPS)	INT64 (GIOPS)	AES-256 (MByte/s)	SHA-1 Hash (MByte/s)	SP-Julia (Fps)	DP Mandel (Fps)
Mittelwert aus zwei Benchmark-Durchläufen										
Nvidia Geforce RTX 4090	2.240.000	89.560	1.414	44.890	44.890	11.110	156.300	264.950	14.920	336,6
Nvidia Geforce RTX 4080	2.055.000	53.790	848,9	27.010	27.001	6.460	94.410	241.050	10.030	225,6
Nvidia Geforce RTX 4070 Ti Super	1.253.000	46.470	720,9	23.310	23.310	5.680	82.210	164.700	8.850	197,2
Nvidia Geforce RTX 4070 Ti	1.268.000	41.620	647,5	20.910	20.890	4.970	73.390	131.310	8.020	182,9
Nvidia Geforce RTX 4070 Super	1.220.300	37.810	618,2	19.630	19.620	4.730	69.100	131.210	7.570	173,1
Nvidia Geforce RTX 4070	1.072.000	31.660	513,3	16.310	16.330	3.955	57.281	131.100	6.290	145,5
Nvidia Geforce RTX 4060 Ti 16GB	967.600	23.550	370,1	11.875	11.860	2.850	41.770	108.900	4.630	106,8
Nvidia Geforce RTX 4060	273.100	15.449	267,1	8.580	8.560	2.090	29.975	78.230	3.365	79,1
Nvidia Geforce RTX 3090 Ti	858.410	43.200	678,2	22.085	22.025	5.154	117.400	255.130	6.948	173,5
Nvidia Geforce RTX 3080 Ti	782.910	36.595	623,8	19.796	19.675	4.782	107.200	237.948	6.177	156,6
Nvidia Geforce RTX 3080 10GB	652.510	31.769	520,3	16.990	16.980	3.990	89.850	221.501	5.247	137,7
Nvidia Geforce RTX 3070	387.200	23.206	361,6	11.665	11.661	2.808	62.177	145.020	3.855	97,9
Nvidia Geforce RTX 3060 12GB	316.900	13.554	211,8	6.821	6.821	1.684	36.429	89.037	2.309	61,8
Intel Arc A770 16GB	399.900	13.020	–	5.515	5.510	1.393	30.250	74.250	2.988	–
AMD Radeon RX 7900 XTX	1.225.200	61.650	1.140	33.470	8.470	3.830	111.050	291.520	7.710	343,1
AMD Radeon RX 7900 XT	1.095.300	54.510	952,5	27.810	7.320	3.420	93.740	263.350	6.705	286,8
AMD Radeon RX 7900 GRE	845.800	44.520	819,9	24.200	6.010	2.670	79.100	247.300	5.510	243,2
AMD Radeon RX 7800 XT	860.200	35.990	635,2	18.450	4.890	2.165	61.950	168.720	4.510	196,2
AMD Radeon RX 7700 XT	483.400	18.317	577,7	18.120	3.670	1.580	54.990	152.600	4.259	175,3
AMD Radeon RX 7600 XT	470.100	20.660	372,2	10.910	2.740	1.227	35.240	135.500	2.570	115,2
AMD Radeon RX 6950 XT	1.199.100	27.050	1.690	24.390	5.200	1.420	77.800	184.200	5.560	515,7
AMD Radeon RX 6800 XT	1.100.090	22.320	1.390	20.877	4.450	1.140	64.225	174.860	4.195	447,2
AMD Radeon RX 6800	951.670	16.868	1.024	16.535	3.403	861,9	48.970	105.170	3.370	345,8
AMD Radeon RX 6700 XT	634.880	13.250	830,1	12.870	2.635	689,5	37.850	91.425	2.624	275,1
AMD Radeon RX 6600 XT	388.310	11.010	696,9	10.414	2.199	578,5	31.480	95.152	2.123	220,7

Bemerkungen: „Memory Copy“ spricht auf große Caches (L2/L3) und deren Durchsatz an, daher ergeben sich hier viel höhere Werte als bei Cache-armen GPUs, bei denen effektiv nur die DRAM-Transferrate getestet wird.

Radeon RX Vega 56/64 in Rente schicken möchten, haben Sie bereits einen passenden Stromspender im Rechner.

Effizienzabris

Leistung ist Arbeit pro Zeit, das wissen wir spätestens seit dem Physik-Unterricht. Da wir nun sowohl die Bildraten (Fps) als auch den Verbrauch (Watt) ermittelt haben, können wir diese ins Verhältnis setzen, um die Energie-Effizienz zu berechnen. Da sich beide Metriken als Durchschnittswerte über zahlreiche Messungen verstehen, ist die Betrachtung ausreichend präzise. Für maximale Aussagekraft haben wir

die Berechnung sowohl für das Rasterizing als auch Raytracing getrennt vorgenommen. Die Ergebnisse können sich sehen lassen: Dank starker Skalierung mit den zusätzlichen Rechenwerken gelingt ihr ein kleines Wunder: Die bislang effizienteste Grafikkarte dieser Klasse - die RTX 4070 - wird knapp geschlagen. Die GeForce RTX 4070 Super darf sich somit „Effizienzmeister unter 1.000 Euro“ nennen, doch AMD ist beim Rasterizing dicht auf den Fersen: Die Radeon RX 7900 GRE, ihres Zeichens effizienteste RDNA-3-Grafikkarte und genauso schnell wie die RTX 4070S, liegt um 14 Prozent zurück.

Beim Raytracing zementiert die GeForce RTX 4070 Super hingegen Nvidias Dominanz. Die Ada-Lovelace-Chips erreichen nicht nur die höchsten Bildraten ihrer Klasse, sondern dank niedriger Verbrauchswerte außerdem mit Abstand die beste Energie-Effizienz. Die effiziente Radeon RX 7900 GRE wird von der GeForce RTX 4070S um 62 Prozent überboten. Die RX 7900 XT erreicht unterdessen etwa den gleichen RT-Leistungsindex wie die RTX 4070S, benötigt jedoch 350 Watt anstelle von 215 Watt.

Preis-Leistungs-Verhältnis

Fps, Watt und Sone sind geklärt, doch eine wichtige Frage gilt es noch zu beantworten: Wie steht es um das Preis-Leistungs-Verhältnis (PLV) der GeForce RTX 4070S? Wir haben die neuen Leistungsindizes zu den bei Testschluss aktuellen Marktpreisen gesetzt. Alle Daten finden Sie in den Leistungsindizes auf den Seiten 29 und 30.

Die GeForce RTX 4070 Super startet in Nvidias Heimatland ab 599 US-Dollar. Diese Zahl hätte sich auch in Euro gut gemacht, allerdings führt unsere 19-prozentige Mehrwertsteuer plus Sicherheitspuffer zu einem UVP von 659 Euro. Beim Rasterizing, im Volksmund die „normalen Spiele“ genannt, erreicht die RTX 4070 Super für 660 Euro ein vergleichbares Preis-Leistungs-Verhältnis wie eine RTX 4070 um 580 Euro. AMDs Radeon RX 7800 XT, welche vereinzelt schon ab 500 Euro den Besitzer wechselt, bietet ein um rund 20 Prozent besseres Fps-pro-Euro-Verhältnis.

Beim Raytracing erzielen alle GeForce-Grafikkarten eine deutlich bessere PLV-Bilanz als beim Rasterizing, da hier eine bessere relative Leistung erzielt wird. So kommt es zu veränderten Platzierungen, bei denen AMD Federn lässt. Wie beim Rasterizing erreicht die RTX 4070S auch beim Raytracing ein zur RTX 4070 vergleichbares Preis-Leistungs-Verhältnis (660 zu 580 Euro). Das genügt für eine Spitzenplatzierung der GPUs bis 700 Euro, wenngleich der Durchmarsch bei 600 Euro deutlich beeindruckender wäre. Gegenüber einer Radeon RX 7800 XT für 500 Euro fällt das PLV einer GeForce RTX 4070S mit 660 Euro um 14 Prozent besser aus.

Achillesferse 12 GiByte

Die Speicherkapazität ist ein breit diskutierbares Thema. Wie wir in den Grafikkarten-Tests des Jahres 2023 breit erläuterten, raten wir davon ab, beim Neukauf zu einer 8-GiByte-Grafikkarte zu greifen – zumindest jenseits von 300 Euro. Diese Kapazität hielt im Jahr 2014 Einzug auf Grafikkarten (!), hat ihren Zenit folglich längst überschritten und erfordert bei modernen Spielen einige Kompromisse. Das hat auch Nvidia erkannt.

Während die Kalifornier allmählich alle Preisbereiche mit 16-GiByte-Grafikkarten ergänzen, handelt es sich bei der GeForce RTX 4070 Super um ein 12-GiByte-Modell. Ursächlich ist die Speicheranbindung des genutzten AD104-Prozessors, welche sechs 32-Bit-Kanäle bereitstellt – für 16 GiByte werden acht benötigt (256 statt 192 Bit insgesamt). Vor genau einem Jahr, als die GeForce RTX 4070 Ti startete, war das noch kein Problem, doch 2023 zeigte dieser Konfiguration mehrmals ihre Grenzen auf. Wir kommen daher nicht umhin, dem Thema noch einige Worte zu widmen – konkrete Speichertests bleiben wir Ihnen jedoch bis zur nächsten Ausgabe schuldig. Alternativ sehen Sie sich den Test der GeForce RTX 4070 Ti Super auf PCGH.de an.

Bemerkenswert ist, dass die meisten kritischen Spiele mit hohen VRAM-Anforderungen starteten und in den Wochen und Monaten nach ihrem Release mittels Patches entschärft wurden. The Last of Us Part I, Star Wars Jedi Survivor, Resident Evil 4 (2023) und einige andere laufen mittlerweile ordentlich mit einer 12-GiByte-Grafikkarte (etwas, das für 8-GiByte-Modelle nicht gilt). Doch diese Entwicklung lässt uns keine uneingeschränkte Empfehlung mehr für 12-GiByte-Grafikkarten aussprechen, obwohl sie in circa 99,8 Prozent der Fälle problemlos laufen. Grafik entwickelt sich perspektivisch niemals rückwärts, sondern stets nach vorn, sodass die Anforderungen künftig steigen werden.

Frame-Plutimikation 2024

Immer mehr Spiele und auch AMDs Grafiktreiber bieten die Option, die konventionell erzeugten Fps mithilfe von Zwischenbildern



Das neue Super-Trio ist in diversen Farben und Formen erhältlich. Jeder Board-Partner ist angehalten, mindestens ein UVP-Modell anzubieten.

Frame Generation – Rasterizing (AMD-Bestfall)

CoD: Modern Warfare 3, maximale Details mit TAA + CAS – „Dam“

Radeon RX 7900 XTX + Frame Generation	260	290,6 (+202 %)
Radeon RX 7900 XT + Frame Generation	224	250,5 (+161 %)
Geforce RTX 4090 + Frame Generation	195	220,5 (+129 %)
Radeon RX 7900 GRE + Frame Generation	195	213,5 (+122 %)
Radeon RX 7800 XT + Frame Generation	168	193,1 (+101 %)
Geforce RTX 4080 + Frame Generation	148	171,0 (+78 %)
Geforce RTX 4090 - FG aus	141	160,9 (+67 %)
Radeon RX 7900 XTX - FG aus	136	156,9 (+63 %)
Geforce RTX 4070 Ti + Frame Generation	123	142,3 (+48 %)
Geforce RTX 4070 Super + Frame Generation	116	134,6 (+40 %)
Radeon RX 7900 XT - FG aus	116	133,2 (+39 %)
Geforce RTX 4080 - FG aus	103	119,5 (+24 %)
Geforce RTX 4070 + Frame Generation	101	119,4 (+24 %)
Radeon RX 7900 GRE - FG aus	98	114,7 (+19 %)
Radeon RX 7800 XT - FG aus	92	107,1 (+11 %)
Geforce RTX 4070 Ti - FG aus	82	101,2 (+5 %)
Geforce RTX 4070 Super - FG aus	82	96,1 (Basis)
Geforce RTX 4070 - FG aus	73	83,4 (-13 %)

System: Core i9-13900KS @ 5,7 GHz, Z790, 32 GiB DDR5-7600 (32-44-44-28, 2T)
Bemerkungen: In diesem Beispiel sehen Sie starke Radeon-Performance und eine fast perfekte Skalierung mittels Fluid Motion Frames. DLSSG gibt die Fps hingegen sauberer aus.

P1 **Ø Fps**
 Besser

Frame Generation – Pathtracing (Nvidia-Bestfall)

Alan Wake 2, max. Details mit Pathtracing und Perf.-Upsampling – „Nightingale“

Geforce RTX 4090 + Frame Generation	108	120,6 (+224 %)
Geforce RTX 4080 + Frame Generation	81	91,8 (+147 %)
Geforce RTX 4090 - FG aus	63	72,9 (+96 %)
Geforce RTX 4070 Ti + Frame Generation	60	69,6 (+87 %)
Geforce RTX 4070 Super + Frame Generation	55	64,2 (+73 %)
Geforce RTX 4070 + Frame Generation	47	55,2 (+48 %)
Geforce RTX 4080 - FG aus	48	53,9 (+45 %)
Radeon RX 7900 XTX + Frame Generation	35	47,7 (+28 %)
Geforce RTX 4070 Ti - FG aus	36	40,6 (+9 %)
Geforce RTX 4070 Super - FG aus	33	37,2 (Basis)
Radeon RX 7900 XT + Frame Generation	26	36,9 (-1 %)
Geforce RTX 4070 - FG aus	28	31,6 (-15 %)
Radeon RX 7900 GRE + Frame Generation	17	27,8 (-25 %)
Radeon RX 7900 XTX - FG aus	23	25,3 (-32 %)
Radeon RX 7800 XT + Frame Generation	15	23,9 (-36 %)
Radeon RX 7900 XT - FG aus	19	21,5 (-42 %)
Radeon RX 7900 GRE - FG aus	16,5	18,2 (-51 %)
Radeon RX 7800 XT - FG aus	14,5	15,8 (-58 %)

System: Core i9-13900KS @ 5,7 GHz, Z790, 32 GiB DDR5-7600 (32-44-44-28, 2T)
Bemerkungen: In diesem Beispiel zeigt sich die Geforce-Überlegenheit bei komplexer Strahlverfolgung sowie eine starke Skalierung mittels DLSS Frame Generation.

P1 **Ø Fps**
 Besser

Leistungsaufnahme in verschiedenen Situationen

	RX 7900 GRE	RX 7800 XT	RX 7700 XT	RTX 4070 Super	RTX 4070	RTX 4060 Ti 16GB	RX 6800 XT	RTX 3080 10GB
Leerlauf (UHD-Desktop)	10 – 53 Watt	9 – 33 Watt	8 – 27 Watt	9 – 10 Watt	10 – 12 Watt	14 – 17 Watt	8 Watt*	12 Watt*
Dual-Display (UHD + FHD)	32 – 54 Watt	30 – 59 Watt	25 – 44 Watt	16 – 17 Watt	15 – 17 Watt	19 – 21 Watt	39 Watt*	23 Watt*
UHD-YouTube-Video	39 – 60 Watt	35 – 65 Watt	29 – 52 Watt	17 – 19 Watt	15 – 18 Watt	18 – 20 Watt	49 Watt*	27 Watt*
Gaming (MAXIMUM)	252 Watt	248 Watt	230 Watt	233 Watt	208 Watt	167 Watt	302 Watt	348 Watt
Full-HD-Gaming @ 60 Fps	95 Watt	88 Watt	70 Watt	53 Watt	49 Watt	51 Watt	101 Watt	90 Watt
Anno 1800 (Full HD)	250 Watt	244 Watt	229 Watt	224 Watt	202 Watt	162 Watt	296 Watt	344 Watt
Control (WQHD + RT)	249 Watt	246 Watt	229 Watt	231 Watt	203 Watt	158 Watt	285 Watt	343 Watt
Metro Exodus EE (WQHD + RT)	252 Watt	247 Watt	228 Watt	233 Watt	208 Watt	163 Watt	–	–
Starfield (WQHD)	–	246 Watt	–	227 Watt	–	–	–	–

Bemerkungen: Die Leistungsaufnahme ist abhängig von Display, Auflösung und Bildwiederholrate, angegeben ist daher die Spanne von 60 bis 144 Hertz. Freesync ist nicht aktiv.

*Ausschließlich mit 4K60 (Ultra HD mit 60 Hz) gemessen.

aufzubessern – Frame Generation ist das Stichwort. Wir prüfen in zwei Extremfällen, was sich mithilfe von Nvidias Frame Generation (DLSSG) und AMDs Fluid Motion Frames (AFMF) erreichen lässt.

Bei AMDs Fluid Motion Frames handelt es sich um ein Verfahren, das in jedem Spiel aktiviert werden kann. Diese Herangehensweise führt zwar zu breiter Kompatibilität, aber selten zu einwandfreier Qualität. Besonders ärgerlich ist, dass AFMF derzeit nicht zuverlässig mit Vsync funktioniert. Nvidias Frame Generation ist anders, dieses KI-gestützte Verfahren muss gezielt von Spiele-Entwicklern implementiert werden. Dafür verrechnet es auch Bewegungsvektoren und unternimmt mittels Reflex wirkungsvolle Schritte gegen die zusätzliche Latenz, welche durch die Zwischenbildberechnung entsteht. Die Ver-

fahren unterscheiden sich daher qualitativ recht deutlich und eines ist klar: 120 Fps mittels DLSSG sind sauberer als 120 Fps mittels AFMF, sowohl die Einzelbilder als auch deren zeitliche Verteilung. Dafür zeigt der AMD-Algorithmus meistens eine bessere Skalierung, Faktor 2 ist eher Regel denn Ausnahme. Im Falle von Call of Duty Modern Warfare 3, dem Extremfall pro AMD, führt das zu wahnwitzigen Bildraten. In Alan Wake 2, dem Nvidia-Bestcase, sind 60 Fps hingegen selbst mit Frame Generation ein ambitioniertes Ziel. Erneut zeigt sich eine enorme Geforce-Überlegenheit bei der Strahlenverfolgung, was angesichts der Technik-Partnerschaft zwischen Remedy und Nvidia nicht direkt verwunderlich. Die Ausprägung ist allerdings so markant wie nirgendwo anders. So erreicht die Radeon RX 7900 XTX in WQHD mit Performance-Up-

sampling nur 25 Fps, während sich die Geforce RTX 4070 Super bis knapp unter die 40-Fps-Marke schleppt. Beides genügt nicht, um flüssig zu spielen, daher kommt die optionale Zwischenbildberechnung gerade recht. Beide genannten Modelle machen dadurch einen großen Satz nach vorn, das Spielgefühl fällt auf der Nvidia-Grafikkarte jedoch aus mehreren Gründen besser aus. Das liegt zum einen an der höheren absoluten Bildrate im 50er-Bereich als auch an der saubereren Frame-Ausgabe. Soll es stattdessen Quality-Upsampling sein, reicht selbst der „doppelte Espresso“ aus Frame Generation und Super Resolution nicht aus, um WQHD wirklich ruckelfrei zu nutzen.

Zielgerichtet aufrüsten

Treue Leser kennen unsere bunten Tabellen, besser bekannt als Aufrüstmatrizen. Für maximale Aus-

sagekraft haben wir die relevanten Auflösungen einzeln abgebildet, damit Sie zielgerichtet aufrüsten können. Erstmals präsentieren wir Ihnen nicht nur Rasterizing-Daten, sondern auch Aufrüstmatrizen gezielt für Raytracing. Viel Spaß damit! Feedback dazu gerne an post@pcgh.de. (rv)

Fazit

PCGH

Hier ist alles super – oder nicht?

Perfekt ist weder eine Geforce RTX 4070 (Super) noch eine Radeon RX 7800 XT. Auf der einen Seite steht der VRAM-Mangel, auf der anderen eine schwache Raytracing-Leistung. Beides lässt sich gezielt entschärfen, entweder durch reduzierte (Textur-)Details oder durch Upsampling. Sie entscheiden, welche Grafikkarte um 600 Euro es werden soll.

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Rasterizing

Full-HD-Index (1.920 × 1.080)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Radeon RX 7900 XTX	Geforce RTX 4080	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070 Ti	Radeon RX 7900 GRE	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7800 XT	Radeon RX 6800 XT	Geforce RTX 4070
Basis-GPU										
Radeon RX 7900 XTX	+ 17 %	± 0 %	-4 %	-11 %	-20 %	-26 %	-25 %	-31 %	-33 %	-35 %
Geforce RTX 4080	+ 22 %	+ 4 %	± 0 %	-7 %	-17 %	-23 %	-22 %	-28 %	-30 %	-32 %
Radeon RX 7900 XT	+ 32 %	+ 13 %	+ 8 %	± 0 %	-10 %	-16 %	-16 %	-23 %	-25 %	-27 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 47 %	+ 26 %	+ 21 %	+ 12 %	± 0 %	-7 %	-6 %	-14 %	-16 %	-18 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 52 %	+ 30 %	+ 25 %	+ 15 %	+ 3 %	-4 %	-3 %	-11 %	-13 %	-16 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 57 %	+ 34 %	+ 29 %	+ 19 %	+ 7 %	± 0 %	± 0 %	-8 %	-10 %	-13 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 58 %	+ 35 %	+ 29 %	+ 20 %	+ 7 %	± 0 %	± 0 %	-7 %	-10 %	-13 %
Radeon RX 7800 XT	+ 70 %	+ 46 %	+ 40 %	+ 29 %	+ 16 %	+ 8 %	+ 8 %	± 0 %	-2 %	-6 %
Radeon RX 6800 XT	+ 75 %	+ 49 %	+ 43 %	+ 33 %	+ 19 %	+ 11 %	+ 11 %	+ 3 %	± 0 %	-3 %
Geforce RTX 4070	+ 80 %	+ 54 %	+ 48 %	+ 37 %	+ 23 %	+ 14 %	+ 15 %	+ 6 %	+ 3 %	± 0 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 81 %	+ 55 %	+ 49 %	+ 38 %	+ 23 %	+ 15 %	+ 16 %	+ 7 %	+ 4 %	+ 1 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 145 %	+ 109 %	+ 101 %	+ 86 %	+ 66 %	+ 55 %	+ 56 %	+ 44 %	+ 40 %	+ 36 %
Arc A770 16GB	+ 219 %	+ 173 %	+ 162 %	+ 142 %	+ 117 %	+ 103 %	+ 104 %	+ 88 %	+ 83 %	+ 77 %
Geforce RTX 4060	+ 208 %	+ 164 %	+ 153 %	+ 134 %	+ 110 %	+ 95 %	+ 96 %	+ 81 %	+ 77 %	+ 71 %
Radeon RX 7600	+ 205 %	+ 161 %	+ 151 %	+ 132 %	+ 108 %	+ 94 %	+ 95 %	+ 79 %	+ 75 %	+ 69 %
Arc A750	+ 255 %	+ 203 %	+ 191 %	+ 169 %	+ 141 %	+ 125 %	+ 126 %	+ 108 %	+ 103 %	+ 97 %
Arc A580	+ 289 %	+ 233 %	+ 219 %	+ 195 %	+ 165 %	+ 147 %	+ 148 %	+ 129 %	+ 123 %	+ 116 %
Radeon RX 6600	+ 286 %	+ 230 %	+ 217 %	+ 193 %	+ 163 %	+ 145 %	+ 146 %	+ 127 %	+ 121 %	+ 114 %
Geforce RTX 3050	+ 406 %	+ 333 %	+ 315 %	+ 284 %	+ 244 %	+ 221 %	+ 222 %	+ 197 %	+ 190 %	+ 180 %

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Rasterizing

WQHD-Index (2.560 × 1.440)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Radeon RX 7900 XTX	Geforce RTX 4080	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070 Ti	Radeon RX 7900 GRE	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7800 XT	Radeon RX 6800 XT	Geforce RTX 4070
Basis-GPU										
Radeon RX 7900 XTX	+ 23 %	± 0 %	-5 %	-14 %	-24 %	-28 %	-29 %	-35 %	-36 %	-38 %
Geforce RTX 4080	+ 30 %	+ 6 %	± 0 %	-9 %	-19 %	-24 %	-25 %	-31 %	-32 %	-35 %
Radeon RX 7900 XT	+ 43 %	+ 16 %	+ 10 %	± 0 %	-11 %	-17 %	-17 %	-24 %	-26 %	-29 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 61 %	+ 31 %	+ 24 %	+ 13 %	± 0 %	-6 %	-7 %	-14 %	-16 %	-19 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 61 %	+ 31 %	+ 24 %	+ 13 %	± 0 %	-6 %	-7 %	-14 %	-16 %	-19 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 71 %	+ 39 %	+ 32 %	+ 20 %	+ 6 %	± 0 %	-1 %	-9 %	-11 %	-14 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 72 %	+ 40 %	+ 33 %	+ 21 %	+ 7 %	+ 1 %	± 0 %	-8 %	-10 %	-14 %
Radeon RX 7800 XT	+ 88 %	+ 53 %	+ 45 %	+ 32 %	+ 17 %	+ 10 %	+ 9 %	± 0 %	-2 %	-6 %
Radeon RX 6800 XT	+ 92 %	+ 56 %	+ 48 %	+ 34 %	+ 19 %	+ 12 %	+ 11 %	+ 2 %	± 0 %	-4 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 96 %	+ 59 %	+ 51 %	+ 37 %	+ 22 %	+ 14 %	+ 13 %	+ 4 %	+ 2 %	-2 %
Geforce RTX 4070	+ 100 %	+ 62 %	+ 54 %	+ 40 %	+ 24 %	+ 17 %	+ 16 %	+ 6 %	+ 4 %	± 0 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 176 %	+ 124 %	+ 112 %	+ 93 %	+ 71 %	+ 61 %	+ 60 %	+ 47 %	+ 44 %	+ 38 %
Arc A770 16GB	+ 243 %	+ 178 %	+ 164 %	+ 140 %	+ 113 %	+ 100 %	+ 99 %	+ 82 %	+ 79 %	+ 72 %
Geforce RTX 4060	+ 251 %	+ 185 %	+ 170 %	+ 146 %	+ 118 %	+ 105 %	+ 104 %	+ 87 %	+ 83 %	+ 76 %
Radeon RX 7600	+ 251 %	+ 185 %	+ 170 %	+ 146 %	+ 118 %	+ 105 %	+ 104 %	+ 87 %	+ 83 %	+ 76 %
Arc A750	+ 279 %	+ 208 %	+ 192 %	+ 166 %	+ 136 %	+ 122 %	+ 120 %	+ 102 %	+ 98 %	+ 90 %
Arc A580	+ 322 %	+ 242 %	+ 224 %	+ 196 %	+ 162 %	+ 147 %	+ 145 %	+ 124 %	+ 120 %	+ 111 %
Radeon RX 6600	+ 350 %	+ 265 %	+ 246 %	+ 215 %	+ 179 %	+ 163 %	+ 161 %	+ 139 %	+ 135 %	+ 125 %
Geforce RTX 3050	+ 477 %	+ 369 %	+ 344 %	+ 304 %	+ 258 %	+ 237 %	+ 235 %	+ 207 %	+ 201 %	+ 189 %

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Rasterizing

UWQHD-Index (3.440 × 1.440)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Radeon RX 7900 XTX	Geforce RTX 4080	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070 Ti	Radeon RX 7900 GRE	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7800 XT	Radeon RX 6800 XT	Geforce RTX 4070
Basis-GPU										
Radeon RX 7900 XTX	+ 25 %	± 0 %	-6 %	-15 %	-25 %	-29 %	-30 %	-36 %	-37 %	-40 %
Geforce RTX 4080	+ 33 %	+ 6 %	± 0 %	-9 %	-20 %	-24 %	-26 %	-32 %	-33 %	-36 %
Radeon RX 7900 XT	+ 47 %	+ 17 %	+ 10 %	± 0 %	-12 %	-17 %	-18 %	-25 %	-26 %	-30 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 64 %	+ 30 %	+ 23 %	+ 12 %	-2 %	-7 %	-9 %	-17 %	-18 %	-22 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 67 %	+ 33 %	+ 25 %	+ 14 %	± 0 %	-5 %	-7 %	-15 %	-16 %	-20 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 76 %	+ 41 %	+ 32 %	+ 20 %	+ 6 %	± 0 %	-2 %	-10 %	-12 %	-16 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 79 %	+ 43 %	+ 35 %	+ 22 %	+ 7 %	+ 2 %	± 0 %	-9 %	-10 %	-14 %
Radeon RX 7800 XT	+ 96 %	+ 56 %	+ 47 %	+ 34 %	+ 17 %	+ 11 %	+ 9 %	± 0 %	-2 %	-6 %
Radeon RX 6800 XT	+ 99 %	+ 59 %	+ 50 %	+ 36 %	+ 19 %	+ 13 %	+ 11 %	+ 2 %	± 0 %	-5 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 101 %	+ 60 %	+ 51 %	+ 37 %	+ 20 %	+ 14 %	+ 12 %	+ 3 %	+ 1 %	-4 %
Geforce RTX 4070	+ 109 %	+ 67 %	+ 57 %	+ 43 %	+ 25 %	+ 19 %	+ 17 %	+ 7 %	+ 5 %	± 0 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 192 %	+ 132 %	+ 119 %	+ 99 %	+ 74 %	+ 65 %	+ 63 %	+ 49 %	+ 46 %	+ 39 %
Arc A770 16GB	+ 252 %	+ 181 %	+ 164 %	+ 140 %	+ 111 %	+ 100 %	+ 96 %	+ 80 %	+ 77 %	+ 68 %
Geforce RTX 4060	+ 269 %	+ 194 %	+ 177 %	+ 151 %	+ 121 %	+ 109 %	+ 106 %	+ 88 %	+ 85 %	+ 76 %
Radeon RX 7600	+ 274 %	+ 198 %	+ 180 %	+ 155 %	+ 124 %	+ 112 %	+ 108 %	+ 91 %	+ 87 %	+ 78 %
Arc A750	+ 299 %	+ 218 %	+ 199 %	+ 172 %	+ 139 %	+ 126 %	+ 122 %	+ 104 %	+ 100 %	+ 90 %
Arc A580	+ 348 %	+ 257 %	+ 236 %	+ 205 %	+ 168 %	+ 154 %	+ 150 %	+ 128 %	+ 125 %	+ 114 %
Radeon RX 6600	+ 385 %	+ 286 %	+ 264 %	+ 230 %	+ 190 %	+ 175 %	+ 170 %	+ 147 %	+ 143 %	+ 131 %
Geforce RTX 3050	+ 504 %	+ 381 %	+ 353 %	+ 311 %	+ 261 %	+ 242 %	+ 236 %	+ 208 %	+ 203 %	+ 188 %

 System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores, 16 Threads) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz); MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28, 2T); Windows 11 x64
 ■ Über 50 Prozent ■ Plus 31–50 Prozent ■ Plus 1–30 Prozent ■ Leistungsverlust

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Raytracing

Full-HD-Index (1.920 × 1.080)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Geforce RTX 4080	Geforce RTX 4070 Ti	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7900 XTX	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070	Radeon RX 7900 GRE	Radeon RX 7800 XT	Geforce RTX 4060 Ti 16GB
Basis-GPU										
Geforce RTX 4080	+ 17 %	± 0 %	-16 %	-20 %	-22 %	-30 %	-31 %	-42 %	-46 %	-47 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 38 %	+ 19 %	± 0 %	-6 %	-7 %	-17 %	-19 %	-31 %	-36 %	-37 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 45 %	+ 24 %	+ 5 %	-1 %	-3 %	-13 %	-15 %	-28 %	-33 %	-34 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 47 %	+ 26 %	+ 6 %	± 0 %	-2 %	-12 %	-14 %	-27 %	-33 %	-33 %
Radeon RX 7900 XTX	+ 49 %	+ 27 %	+ 8 %	+ 2 %	± 0 %	-11 %	-12 %	-26 %	-32 %	-32 %
Radeon RX 7900 XT	+ 67 %	+ 43 %	+ 20 %	+ 14 %	+ 12 %	± 0 %	-2 %	-18 %	-24 %	-24 %
Geforce RTX 4070	+ 70 %	+ 46 %	+ 23 %	+ 16 %	+ 14 %	+ 2 %	± 0 %	-16 %	-22 %	-23 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 72 %	+ 47 %	+ 24 %	+ 17 %	+ 15 %	+ 3 %	+ 1 %	-15 %	-21 %	-22 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 102 %	+ 73 %	+ 46 %	+ 38 %	+ 36 %	+ 21 %	+ 19 %	± 0 %	-7 %	-8 %
Radeon RX 7800 XT	+ 118 %	+ 87 %	+ 57 %	+ 49 %	+ 46 %	+ 31 %	+ 28 %	+ 8 %	± 0 %	-1 %
Radeon RX 6800 XT	+ 133 %	+ 99 %	+ 68 %	+ 59 %	+ 56 %	+ 40 %	+ 37 %	+ 15 %	+ 7 %	+ 6 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 133 %	+ 99 %	+ 68 %	+ 59 %	+ 56 %	+ 40 %	+ 37 %	+ 15 %	+ 7 %	+ 6 %
Geforce RTX 4060	+ 192 %	+ 150 %	+ 111 %	+ 100 %	+ 96 %	+ 76 %	+ 72 %	+ 45 %	+ 34 %	+ 33 %
Arc A770 16GB	+ 199 %	+ 156 %	+ 116 %	+ 104 %	+ 101 %	+ 79 %	+ 76 %	+ 48 %	+ 37 %	+ 36 %
Arc A750	+ 249 %	+ 199 %	+ 152 %	+ 138 %	+ 134 %	+ 110 %	+ 105 %	+ 73 %	+ 60 %	+ 59 %
Arc A580	+ 284 %	+ 229 %	+ 177 %	+ 162 %	+ 158 %	+ 131 %	+ 126 %	+ 90 %	+ 76 %	+ 75 %
Radeon RX 7600	+ 333 %	+ 271 %	+ 213 %	+ 195 %	+ 191 %	+ 160 %	+ 155 %	+ 114 %	+ 99 %	+ 97 %
Geforce RTX 3050	+ 390 %	+ 320 %	+ 254 %	+ 234 %	+ 229 %	+ 194 %	+ 188 %	+ 143 %	+ 125 %	+ 123 %
Radeon RX 6600	+ 440 %	+ 363 %	+ 290 %	+ 269 %	+ 263 %	+ 224 %	+ 218 %	+ 167 %	+ 148 %	+ 146 %

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Raytracing

WQHD-Index (2.560 × 1.440)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Geforce RTX 4080	Geforce RTX 4070 Ti	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7900 XTX	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070	Radeon RX 7900 GRE	Radeon RX 7800 XT	Geforce RTX 4060 Ti 16GB
Basis-GPU										
Geforce RTX 4080	+ 26 %	± 0 %	-18 %	-24 %	-24 %	-34 %	-35 %	-45 %	-50 %	-51 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 54 %	+ 23 %	± 0 %	-7 %	-7 %	-19 %	-21 %	-33 %	-39 %	-40 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 55 %	+ 23 %	± 0 %	-6 %	-7 %	-18 %	-20 %	-33 %	-39 %	-39 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 65 %	+ 31 %	+ 7 %	± 0 %	-1 %	-13 %	-15 %	-28 %	-35 %	-35 %
Radeon RX 7900 XTX	+ 66 %	+ 32 %	+ 8 %	+ 1 %	± 0 %	-12 %	-14 %	-28 %	-34 %	-35 %
Radeon RX 7900 XT	+ 90 %	+ 51 %	+ 23 %	+ 15 %	+ 14 %	± 0 %	-2 %	-18 %	-25 %	-26 %
Geforce RTX 4070	+ 94 %	+ 54 %	+ 26 %	+ 17 %	+ 17 %	+ 2 %	± 0 %	-16 %	-23 %	-24 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 93 %	+ 54 %	+ 25 %	+ 17 %	+ 16 %	+ 2 %	± 0 %	-16 %	-23 %	-24 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 130 %	+ 83 %	+ 49 %	+ 39 %	+ 39 %	+ 21 %	+ 19 %	± 0 %	-9 %	-10 %
Radeon RX 7800 XT	+ 152 %	+ 101 %	+ 64 %	+ 53 %	+ 52 %	+ 33 %	+ 30 %	+ 10 %	± 0 %	-1 %
Radeon RX 6800 XT	+ 169 %	+ 114 %	+ 74 %	+ 63 %	+ 62 %	+ 42 %	+ 39 %	+ 17 %	+ 7 %	+ 6 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 177 %	+ 120 %	+ 80 %	+ 68 %	+ 67 %	+ 46 %	+ 43 %	+ 20 %	+ 10 %	+ 9 %
Arc A770 16GB	+ 235 %	+ 166 %	+ 117 %	+ 103 %	+ 102 %	+ 77 %	+ 73 %	+ 45 %	+ 33 %	+ 31 %
Geforce RTX 4060	+ 248 %	+ 177 %	+ 126 %	+ 111 %	+ 110 %	+ 84 %	+ 80 %	+ 51 %	+ 38 %	+ 37 %
Arc A750	+ 318 %	+ 233 %	+ 171 %	+ 153 %	+ 152 %	+ 121 %	+ 116 %	+ 82 %	+ 66 %	+ 64 %
Arc A580	+ 360 %	+ 266 %	+ 198 %	+ 178 %	+ 177 %	+ 143 %	+ 137 %	+ 100 %	+ 82 %	+ 80 %
Radeon RX 7600	+ 475 %	+ 357 %	+ 273 %	+ 248 %	+ 246 %	+ 203 %	+ 196 %	+ 150 %	+ 128 %	+ 125 %
Geforce RTX 3050	+ 500 %	+ 377 %	+ 289 %	+ 263 %	+ 261 %	+ 216 %	+ 209 %	+ 161 %	+ 138 %	+ 135 %
Radeon RX 6600	+ 620 %	+ 473 %	+ 367 %	+ 336 %	+ 334 %	+ 280 %	+ 271 %	+ 213 %	+ 185 %	+ 183 %

Grafikkarte aufrüsten: Mögliche Leistungsgewinne – Raytracing

UWQHD-Index (3.440 × 1.440)

Aufrüst-GPU	Geforce RTX 4090	Geforce RTX 4080	Geforce RTX 4070 Ti	Radeon RX 7900 XTX	Geforce RTX 4070 Super	Radeon RX 7900 XT	Geforce RTX 4070	Radeon RX 7900 GRE	Radeon RX 7800 XT	Geforce RTX 4060 Ti 16GB
Basis-GPU										
Geforce RTX 4080	+ 30 %	± 0 %	-21 %	-25 %	-27 %	-35 %	-38 %	-46 %	-52 %	-52 %
Geforce RTX 3090 Ti	+ 63 %	+ 26 %	-1 %	-5 %	-8 %	-18 %	-22 %	-33 %	-39 %	-40 %
Geforce RTX 4070 Ti	+ 65 %	+ 27 %	± 0 %	-4 %	-7 %	-17 %	-21 %	-32 %	-38 %	-39 %
Radeon RX 7900 XTX	+ 72 %	+ 33 %	+ 4 %	± 0 %	-3 %	-14 %	-18 %	-29 %	-36 %	-36 %
Geforce RTX 4070 Super	+ 76 %	+ 36 %	+ 7 %	+ 3 %	± 0 %	-11 %	-16 %	-27 %	-34 %	-35 %
Radeon RX 7900 XT	+ 99 %	+ 54 %	+ 21 %	+ 16 %	+ 13 %	± 0 %	-5 %	-18 %	-26 %	-26 %
Geforce RTX 4070	+ 109 %	+ 61 %	+ 27 %	+ 22 %	+ 18 %	+ 5 %	± 0 %	-14 %	-22 %	-23 %
Geforce RTX 3080 10GB	+ 125 %	+ 74 %	+ 37 %	+ 31 %	+ 28 %	+ 13 %	+ 8 %	-7 %	-16 %	-16 %
Radeon RX 7900 GRE	+ 142 %	+ 87 %	+ 47 %	+ 41 %	+ 37 %	+ 22 %	+ 16 %	± 0 %	-10 %	-10 %
Radeon RX 7800 XT	+ 167 %	+ 106 %	+ 62 %	+ 55 %	+ 51 %	+ 34 %	+ 28 %	+ 11 %	± 0 %	-1 %
Radeon RX 6800 XT	+ 183 %	+ 119 %	+ 72 %	+ 65 %	+ 60 %	+ 42 %	+ 35 %	+ 17 %	+ 6 %	+ 5 %
Geforce RTX 4060 Ti 8GB	+ 229 %	+ 154 %	+ 99 %	+ 91 %	+ 86 %	+ 65 %	+ 57 %	+ 36 %	+ 23 %	+ 22 %
Arc A770 16GB	+ 251 %	+ 171 %	+ 113 %	+ 104 %	+ 99 %	+ 76 %	+ 68 %	+ 45 %	+ 31 %	+ 30 %
Geforce RTX 4060	+ 320 %	+ 224 %	+ 155 %	+ 144 %	+ 138 %	+ 111 %	+ 101 %	+ 74 %	+ 57 %	+ 55 %
Arc A750	+ 376 %	+ 267 %	+ 188 %	+ 177 %	+ 170 %	+ 139 %	+ 128 %	+ 97 %	+ 78 %	+ 76 %
Arc A580	+ 416 %	+ 299 %	+ 213 %	+ 200 %	+ 193 %	+ 160 %	+ 147 %	+ 114 %	+ 93 %	+ 91 %
Radeon RX 7600	+ 557 %	+ 407 %	+ 298 %	+ 282 %	+ 272 %	+ 230 %	+ 214 %	+ 172 %	+ 146 %	+ 143 %
Geforce RTX 3050	+ 575 %	+ 421 %	+ 309 %	+ 293 %	+ 282 %	+ 239 %	+ 223 %	+ 179 %	+ 153 %	+ 150 %
Radeon RX 6600	+ 720 %	+ 533 %	+ 398 %	+ 377 %	+ 365 %	+ 312 %	+ 292 %	+ 239 %	+ 207 %	+ 204 %

System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores, 16 Threads) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28, 2T); Windows 11 x64
 ■ Über 50 Prozent ■ Plus 31–50 Prozent ■ Plus 1–30 Prozent ■ Leistungsvorteil



Frame Generation 2024

Ende Januar erscheinen mit der Radeon RX 7600 XT offiziell AMDs Fluid Motion Frames - AMDs Treiber-Frame-Generation. Doch es gibt noch weitere Neuigkeiten zu Bildinterpolation und frischer Hardware.

Das Jahr 2024 könnte für Entdecker virtueller Welten spannend werden. Kaum hat das Jahr begonnen, stehen bereits neue Grafikkarten an. Neben Nvidias Super-Modellen bringt auch AMD eine neue Grafikkarte. Während Nvidia mit RTX 4070 (Ti) Super und RTX 4080 Super die gehobenen Performance-Klassen anpeilt, nimmt AMD mit der RX 7600 XT die Mittelklasse ins Visier und rüstet diese für 2024 obendrein mit 16 GiByte Grafikspeicher aus. Unseren Artikel zu den Super-Geforces auf den vorherigen Seiten haben Sie wahrscheinlich bereits gelesen (siehe Seite 32), und während Sie diese Zeilen studieren, prüft PCGH-Grafikkarten-Maestro Raff die in Kürze erscheinende RX 7600 XT auf Herz und Nieren. Während

das Spiele-Jahr 2024 bislang mit verhaltenem Tempo anläuft, startet das neue Jahr im Bereich Hardware mit neuer Mittel- und gehobener Performance-Klasse durch. Und auf der CES gab es ebenfalls Neues zu bestaunen – lesen Sie unseren Bericht ab Seite 8.

Jahr der generierten Bilder

Der Launch der neuen Radeon rückt obendrein ein Feature in das Rampenlicht, welches unserer Meinung 2024 eine wichtige Rolle spielen wird: die Frame Generation. Mit der neuen Mittelklasse-Radeon starten am 24. Januar außerdem die AMD Fluid Motion Frames oder (A)FMF, die lang erwartete Radeon-Frame-Generation, die sich mittels Treiber zuschalten und so prinzipiell in jedem (DX11/12-) Spiel aktivie-

ren lässt. Selbstverständlich wird 2024 auch das Thema KI weiterhin für viel Aufruhr sorgen, nicht zuletzt natürlich prominent gefördert durch Nvidia, deren RTX-GPUs bereits die KI-unterstützte Frame Generation DLSS 3.0 bieten – ja dieses Feature im Grunde zu der aktuellen Popularität verholfen haben. Auch die Allgemeinheit kommt langsam in Kontakt mit KI-generierten Inhalten – und sei es nur in Form von Midjourney-Kreationen auf Social Media. Im Rahmen dieses Artikels möchten wir uns aber spezifisch mit der Bildgenerierung in Spielen beschäftigen – der Frame Generation.

Dabei soll es sich nicht direkt um einen Test handeln, obwohl wir eine Vielzahl Benchmarks bieten.

Vielmehr wollen wir einige Überlegungen anstellen, die auf zumindest mehr oder minder solidem Faktensfundament basieren – und schließlich einige Messungen vornehmen, um unsere Vorstellungen grob auf Validität zu prüfen. Denn mit einer Frame Generation eröffnen sich nicht nur Spielern die Möglichkeit auf höhere Bildraten und geschmeidigere Optik, sondern im Zusammenhang mit frischer Hardware potenziell außerdem auch feinere Grafik. Stellen Sie sich einmal vor: Mit einer Frame Generation könnte man im Grunde einen hypothetischen 4K/30-Fps-Quality-Mode dank Bild-Interpolation auf 4K/60 Fps beschleunigen – also im Grunde auf einen Performance-Mode beschleunigen. Einen 4K/60-Performance-Modus wiederum könnte



man mit einer Frame Generation auf 4K/120 Fps „aufblasen“. Klar, mit einer Bildinterpolation fühlen sich 120 Fps nicht genauso flüssig an wie 120 voll berechnete Fps, sondern eher wie 60 Bilder pro Sekunde, die auch die Ausgangsbasis für 120 Bilder mit einer Fps-Verdoppelung durch eine Frame Generation darstellen.

Unobtainium no more?

Sie wollen also wahrscheinlich eher nicht Overwatch mit aus 30 Fps generierten 60 Bildern pro Sekunde spielen – optisch würde das Bild zwar flüssig wirken, doch die Eingabe am Controller würde eher dem Input-Lag von 30 Fps entsprechen. Dabei steht anzumerken, dass das Spielgefühl sich dennoch unterscheidet, allein die auf das

Auge deutlich flüssigere Bildausgabe lässt das Spielerlebnis wesentlich geschmeidiger wirken. Im Grunde ist die virtuelle Darbietung mit einer Frame Generation (im Folgenden: FG) immer besser als ohne. Jedenfalls, wenn wir von einigen Kinderkrankheiten, Artefakten und bestimmten Nebeneffekten absehen.

Halten wir fest: Mit einer FG lassen sich die Bildraten eines Spiels im Prinzip verdoppeln – dies fühlt sich zwar nicht so flüssig an als würden tatsächlich die doppelten Fps berechnet, doch optisch, auf das Auge des Spielers, wirkt der Performance-Sprung gewaltig. Dabei spart man mit einer Frame Generation nicht nur massig Grafikleistung, sondern nimmt auch der CPU Arbeit ab und beschleunigt die Raytracing-Dar-

stellung. Das Potenzial einer FG ist demnach nicht zu unterschätzen. Ist es in diesem Zusammenhang nicht seltsam, das nicht auch und sogar insbesondere die Konsolenhersteller an einer Bildinterpolation interessiert sind und eine solche anzubieten gedenken?

Nun, auch in diesem Zusammenhang gibt es für 2024 Neuigkeiten. Ende Dezember 2023 erklungen frische Gerüchte zu Sonys bereits mehrfach zuvor kolportierten PlayStation 5 Pro. Diese soll nicht nur neue, potentere Hardware bieten, sondern außerdem ein KI-basiertes und durch AMDs XDNA-Neuroalprozessor beschleunigtes KI-Up-sampling – inklusive Frame Generation. Den sich mehr und mehr verdichtenden Gerüchten zufolge

soll die bisher nicht durch Sony offiziell bestätigte PS5 Pro im vierten Quartal des Jahres 2024 starten. Konsolen-Neuigkeiten sind auch für PC-Spieler interessant. Denn neue Konsolen-Hardware lässt auf angepasste Spiele hoffen, nicht zuletzt auf bislang nicht für den PC erschienene Sony-Titel, die im Rahmen der hypothetischen PS5 Pro wohl Anpassungen erhalten würden – Horizon Forbidden West beispielsweise.

Gibt es eventuell sogar Spiele, die diese Anpassungen bereits erhalten haben? Etwa das mehr oder minder geheime „Unobtainium“-Setting von Avatar Frontiers of Pandora? Ist dieses Setting für Hardware und FG einer PS5 Pro ausgelegt? Stellen wir diese Überlegungen doch ein wenig auf die Probe.

2024 – Das Jahr der besseren Spielegrafik

Natürlich werden die Spiele-Entwickler 2024 viel darauf setzen, die optische Darbietung in ihren virtuellen Welten zu verbessern – eine hübsche Optik macht nun mal attraktiv, auch wenn dies selbstredend eine recht oberflächliche Betrachtung ist. Mit unserer Überschrift lehnen wir uns also nicht wirklich weit aus dem Fenster. Besonders gut lässt sich dieses Unterfangen indes angehen, wenn die Ausgangsbasis bereits existiert. Dies kann sich beispielsweise in einer verbreiteten Spiele-Engine manifestieren, welche Developern diese Möglichkeiten bieten. Die Unreal Engine 5 sei an dieser Stelle beispielhaft erwähnt. Auch eine neue, sich weit verbreitende Hardware-Basis kann ein solches Fundament legen – Raytracing-fähige Grafikkarten etwa. Oder eben eine neue Spiele-Konsole, wie eine hypothetische Playstation Pro 5. Und auch breite Akzeptanz findende Features bieten eine Basis für Fortschritte – das nunmehr hohe Popularität genießende Temporal-Upsampling ist aus aktuellen und kommenden Spielen nicht mehr wegzudenken. In vielen Fällen ist die maximale Spiele- und Raytracing-Pracht nur mit einer Bildhochrechnung wirklich flüssig zu genießen.

Was wäre, wenn?

Die im Bereich Spiele noch recht junge Frame Generation – erst seit kurzer Zeit kein Nvidia-exklusives Feature mehr – könnte unseres Erachtens in näherer Zukunft einen ähnlichen Impact haben. Insbesondere, wenn sie außerdem durch neue Hardware beschleunigend unterstützt wird. In diesem Sinne sind nicht nur die jüngst erschienenen



Die Grafik von Avatar Frontiers of Pandora ist ausgesprochen hübsch. Die schicke Raytracing-Pracht lässt sich nochmals deutlich veredeln und beschleunigen, indem Sie das „geheime“ Unobtanium-Setting samt Frame Generation zuschalten.

und in Bälde erhältlichen, neuen Grafikkarten interessant. Obendrein ist eine steigende Akzeptanz und Verbreitung der FG durch AMDs Steckenpferd FSR 3.0 und die mit der RX 7600 XT offiziell startenden AFMF sowie Intels ebenfalls in Entwicklung befindliche FG-Konkurrenz ExtraSS zu erwarten. Dazu kommen die kolportierten Gerüchte um eine Playstation 5 Pro. Es wäre im Rahmen Letzterer anzunehmen, dass nicht nur kommende PS5-Pro-Titel Support für eine Frame Generation erhielten, sondern obendrein auch ältere PS5-Titel Anpassungen erfahren würden – wie zuvor schon bei der PS4 Pro geschehen. Und während sich AMDs AFMF aktuell beim Schreiben dieser Zeilen noch im Beta-Zustand befinden – wir

zwar den passenden Review-Treiber für die RX 7600 XT bereits haben, jedoch keine passende Grafikkarte und daher ein vollumfänglicher Test just in diesem Moment noch nicht möglich ist –, so lässt sich dennoch eine potenzielle Marschrichtung erahnen. Diesem Potenzial wollen wir in diesem Artikel einmal folgen, theoretisch erörtern, was in naher Zukunft mit neuer Hardware und der zunehmenden Verbreitung findenden Frame Generation möglich sein könnte. Diese Überlegungen wollen wir darauf praxisnah auf ihre Validität prüfen – wäre es etwa möglich, das besonders schicke Unobtanium-Setting auf einer hypothetischen Playstation 5 Pro mithilfe von Upsampling und Frame Generation flüssig darzustellen?

Oder wäre dies zumindest in einem „4K/60-Quality-Mode“ möglich, der auf per Temporal-Upsampling kräftig hochgerechneten und via FG von 30 Fps auf 60 Bilder pro Sekunde verdoppelten Bildrate basiert?

Dass Überlegungen dieserart existieren, suggeriert im Übrigen nicht nur das „versteckte“ Unobtanium-Setting von Avatar. Wir haben schon zuvor von ähnlichen Absichten vernommen. In unserem Unreal-Engine-5-Tech-Interview zu dem grafisch schicken, doch leider geflopten Immortals of Aveum sprach CTO Mark Maratea: „Nehmen wir doch einmal an, in etwa einem Jahr erscheint eine Playstation 5 Pro. Da könnten wir einfach in den Editor gehen, ein

Playstation 5 Pro - Gemunkelte Features

Playstation 5 Pro Spezifikationen (unbestätigt, basierend auf Leaks/Gerüchten!)

Codename „Trinity“; drei Kerntechnologien bestehend aus: schnellen Zugriffszeiten (SSD, Hardware-beschleunigte De-/Kompression), Hardware-RT, KI-Upsampling
AMD APU/System-on-a-Chip Codename „Viola“
GPU-Einheit „GFX1115“ auf RNDA3-Basis, 4nm, abwärtskompatibel zu PS5; ~2.000 MHz, 3.584 Shader, 224 TMUs, 96 ROPs (~28.67 TFLOPs)
Hardware-Raytracing Beschleunigung auf Basis von RNDA4; dedizierte Hardware-Einheiten für BHV-Handling, Thread Reordering
AMD XDNA NPU (Neuromorphic Processing Unit; Neurosynaptischer Prozessor) zur KI-Beschleunigung/KI-Upsampling inklusive Frame Generation
16 GiByte 18 Gbps GDDR6; 256-bit Speicheranbindung, 576 GB/s Bandbreite.
CPU auf Zen-2-Basis wie in PS5 (8 Kerne?), abwärtskompatibel zu PS5, dynamischer Takt mit bis zu 4,4 GHz
64 KB L1-Cache pro CPU-Kern, 512 KB L2-Cache pro CPU-Kern, 8 MB L3-Cache (shared, 4 MB pro CCX)

Spezifikationsübersicht											
Chipname	Playstation 5 Pro (Gerücht!)	Radeon RX 7800 XT	Radeon RX 7700 XT	Radeon RX 7600 XT	Radeon RX 7600	Geforce RTX 4080 Super	Geforce RTX 4080	Geforce RTX 4070 Super	Geforce RTX 4070	Geforce RTX 4060	Arc A770 16 GB
GPU & Konfektion	„Viola“ (GFX1115)	Navi 32 XTX	Navi 32 XL	Navi 33 XT	Navi 33 XL	AD103-400-A1	AD103-300-A1	AD104-350-A1	AD104-250-A1	AD107-400-A1	ACM-G10
Architektur	RDNA 3/4-Hybrid	RDNA 3	RDNA 3	RDNA 3	RDNA 3	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Ada Lovelace	Xe HPG
Schnittstelle	k. A.	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×8	PCI-Express 4.0 ×8	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×8	PCI-Express 4.0 ×16
UVP zum Release (Euro)	k. A.	549	489	359	299	1109	1469	659	659	329	419
Fertigungstechnologie	N4 (TSMC)	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N6 (TSMC)	N6 (TSMC)	N6 (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)	4N (TSMC)
Anzahl Transistoren (Mio.)	k. A.	28.100 (inkl. MCDs)	<28.100 (inkl. MCDs)	13.300	13.300	45.900	45.900	35.800	35.800	18.900	21.700
Die Size (mm²)	k. A.	200 (GCD) + 146 (MCDs)	200 (GCD) + 110 (MCDs)	204	204	379	378,6	294,5	294,5	158,7	406
GPU Boost (MHz)	2.000	2.124	2.171	2.470	2.250	2.550	2.505	2.475	2.475	2.460	2.100
Speichertakt (MHz)	9.000	9.750	9.000	9.000	9.000	11.500	11.200	10.502	10.502	8.500	8.750
SIMDs (SMs/CUs/Slices)	56	60	54	32	32	80	76	56	46	24	32
Shader-ALUs (FP32)	3.584	3.840	3.456	2.048	2.048	10.240	9.728	7.168	5.888	3.072	4.096
GFLOPS SP (FP32)	28.672	32.625	30.012	20.234	18.432	52.224	48.737	35.482	29.146	15.114	17.203
Textureinheiten (TMUs)	224	240	216	128	128	320	304	224	184	96	256
Raster Operators (ROPs)	96	96	96	64	64	112	112	80	64	48	128
Texelfüllrate (Megatexel/s)	448.000	509.760	468.936	316.160	288.000	816.000	761.520	554.400	455.400	236.160	537.600
Pixelfüllrate (Megapixel/s)	192.000	203.904	208.416	158.080	144.000	285.600	280.560	198.000	158.400	118.080	268.800
Raytracing-Kerne	56	60	54	32	32	80	76	56	46	24	32
Dedizierte BHV-Einheiten	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Matrix-/„KI“-Einheiten	Ja (XDNA NPU)	120	108	64	64	320	304	224	184	96	512
Frame Generation	Ja, KI-gestützt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja, KI-gestützt	Ja, KI-gestützt	Ja, KI-gestützt	Ja, KI-gestützt	Ja, KI-gestützt	Nein
Speicherinterface (Bit)	256	256	192	128	128	256	256	192	192	128	256
Speichergeschwindigkeit (GT/s)	18,0	19,5	18,0	18,0	18,0	23,0	22,4	21,0	21,0	17,0	17,5
Speichertransferrate (GByte/s)	576	624	432	288	288	736	716,8	504,096	504,096	272	560
Speicherbestückung (MiByte)	16.384	16.384	12.288	16.384	8.192	16.384	16.384	12.288	12.288	8.192	16.384
Leistungsaufnahme	k. A.	263 Watt (TBP)	230 Watt (TBP)	190 Watt (TBP)	165 Watt (TBP)	320 Watt (TGP)	320 Watt (TGP)	220 Watt (TGP)	200 Watt (TGP)	115 Watt (TGP)	225 Watt (TBP)

paar Einstellungen tweaken und so direkt die Vorteile des größeren Speichers und der zusätzlichen Leistung ausschöpfen. Das ist beinahe wie der ‚Magic Button‘. Man drückt drauf und die Qualität des Spiels wird besser.“

Der für die Technik zuständige Chefentwickler von Ascendent sprach nicht nur über eine hypothetische PS5 Pro, sondern außerdem über ein spezielles Grafiksetting, das für eine solche neue Konsolen-Hardware ausgelegt werden könnte. Wenn Sie sich für das Interview interessieren, finden Sie den Artikel auf www.pcgh.de/immortals-tech-talk.

Doch nicht nur im Tech-Talk zum bunten Fantasy-Shooter, auch einige weitere Spiele und Grafiksettings lassen ähnliche Überlegungen zu. Das Raytracing in Cyberpunk 2077 ist auf Xbox Series und PS5 bislang beispielsweise nur in stark abge-

speckter Form integriert, die Next-Gen-Konsolen haben bereits an der Standard-Grafik ohne Raytracing-Veredelung zu kämpfen. Die große Mehrheit der aktuellen UE5-Titel setzt zudem noch auf Software-Raytracing und obendrein nochmals abgespeckte RT-Settings auf den aktuellen Konsolen. Der PC darf nahezu in jedem Spiel auf Basis der neuen Unreal Engine Raytracing-Extra-Schmankerl zuschalten. Viele Nanite-Modelle, die bereits in Spielen Verwendung finden, können mithilfe der Unreal Engine 5 und Parametern in ihrer Qualität nochmals verbessert, der Polygon-Count der dynamischen Meshes erhöht werden. Die Raytracing-Beleuchtung und Bounce-Light-GI in der Mehrzahl der UE5-Titel interagiert bislang nicht vollumfänglich mit den volumetrischen Effekten. Wie es etwa in den UE5-Titel Ark Survival Ascender, aber auch in anderen Spielen mit feiner, umfangreich und dynamisch mit der virtuellen

Welt interagierender Raytracing-Beleuchtung der Fall ist – Avatar oder Cyberpunk etwa, selbst wenn wir die edelste Pathtracing-Grafik außer Acht lassen. Das Potenzial für eine bessere Grafik ist also schon da, es

fehlt bislang nur die breite Hardware-Basis. Oder, wie im Fall von Nvidia oder Sony mit einer hypothetischen PS5 Pro: Ein Hersteller, dem sehr daran gelegen ist, Software für die hauseigene Hardware zu sub-



Immortals of Aveum erhält laut Dev-Auskunft eine veredelte PS5-Pro-Fassung. Oder sollte sie erhalten – ob magernder Popularität scheint eine Pro-Version ungewiss.

ventionieren. Dass Nvidia mit dieser Strategie erfolgreich ist, ist kaum zu bestreiten. Technischer Vorreiter zu sein, kann sich offenkundig auszahlen, Pathtracing und KI weiter Zugpferd für den Hardware-Her-

steller bleiben. Denn selbst eine hypothetische Playstation 5 Pro, selbst mit KI-Beschleunigung und neuen RDNA4-Raytracing-Rechenwerken, einer kolportierten Verdoppelung der Rechenleistung sowie einer

vierfachen Raytracing-Performance dürfte auch 2024 zu langsam für fette Pathtracing-Grafik sein. Nvidia dürfte in absehbarer Zeit diesbezüglich also weiterhin die technische Speerspitze bilden – das in Kürze erscheinende Remix, diverse Pathtracing-Ports von beliebten Klassikern wie Half-Life 2 oder Max Payne weisen bereits darauf hin.

Doch eine Frame Generation und Raytracing-Power macht nicht nur Nvidia-Hardware interessant, wenn diese in RTX-Titeln prominent für edle Optik bei hohen Bildraten sorgt, sondern auch eine Playstation 5 Pro im Vergleich zu einer Xbox Series attraktiv, wenn die Microsoft-Konsole diese Vorteile nicht bietet. Die kolportierte Hardware und die gemunkelten Features der hypothetischen Sony-Pro-Konsole sind diesbezüglich sehr interessant. Sony arbeitet offenbar nicht nur an einem hauseigenen, auf AMDs KI-Neuralprozessor basierenden Upsampling inklusive Frame Generation, sondern verpasst – gemunkelter Weise – auch der Grafikeinheit der Pro-Daddelkiste einen tüchtigen Leistungs-Boost samt hybriden RDNA4-Genen zwecks RT-Beschleunigung und BVH-Verwaltung. Der Codename „Trinity“, also das „Dreigestirn“, die „Heilige Dreifaltigkeit“, die „Technik-Troika“ der Playstation 5 Pro zeichnet sich durch ebendieses KI-beschleunigte Upsampling, die bereits in der PS5 verbaute Hochgeschwindigkeits-SSD samt Hardware De-/Kompression sowie mittels RDNA4-Einheiten Hardware-unterstütztes Raytracing aus – abermals: laut Gerüchten.

Power-Boost im Fps-Doppel
Die aus diversen Hardware- und Konsolen-Foren, aus Social-Media-Kanälen bekannter Leaker schallenden und in Interviews leise zwischen den Zeilen anklingenden Leistungsdaten der gemunkelten Playstation 5 Pro lesen sich sehr vielversprechend. Bezüglich reiner Raster-Performance dürfte die PS5 Pro – sollte sie in dieser oder ähnlicher Form erscheinen – in etwa zwischen RX 7700 XT und RX 7800 XT landen. Bei der Raytracing-Leistung könnte sie dank gemunkelter RDNA4-Beschleunigung gar etwas potenter als die aktuellen, gehobenen Radeon-Modelle ausfallen und eventuell nä-

her an ansonsten vergleichbare Nvidia-Modelle wie etwa RTX 4060, 4070 respektive Ti- und Super-Modelle kommen. Zum Vergleich können Sie die Spec-Tabellen auf der vorherigen Seite zurate ziehen.

Blaue Aliens auf Speed
Doch genug der schnöden Theorie und Gerüchte-Spinnerei! Wie könnte ein hypothetischer, für die Hardware einer kolportierten PS5 Pro optimierter und FG-beschleunigter Titel aussehen? Praktischerweise, und wie bereits angeschnitten könnte uns ein solcher jüngst gar schon begegnet sein: Avatar Frontiers of Pandora bietet nicht nur eine edle Grafik, sondern außerdem die aktuell beste und sauberste Implementation von AMDs Frame Generation FSR 3 und als einer der ersten Titel obendrein fest in die Darstellung der virtuellen Welt integrierte Raytracing-Effekte. Diese lassen sich lediglich in ihrer Qualität reduzieren, nicht jedoch deaktivieren und umfassen neben Spiegelungen, Schatten und Umgebungsverdeckung zudem die Globale Beleuchtung, Light Emitting Textures in Form der nachts photolumineszierenden Vegetation. Die Raytracing-Beleuchtung interagiert – ebenfalls sehr eindrücklich – außerdem mit der volumetrischen Darstellung von Nebel und Wolken. Letzteres ist ein extrem aufwendiger Effekt, der aktuell in Spielen noch relativ selten zu bewundern ist.

All diese Raytracing-Effekte sind in reduzierter Qualität auch auf den aktuellen Konsolen zugeschaltet, die feinere Ultra-Präsentation ist aktuell PC-exklusiv. Doch Avatar bietet noch ein weiteres, mehr oder minder verstecktes, „geheimes“ Qualitäts-Pre-set, das laut Entwickler „für zukünftige Hardware“ ausgelegt „Unobtanium“. Ist das an das nahezu unerreichbar rare Element aus dem ersten Film angelehnte Setting für „zukünftige Hardware“ unter Umständen etwa das Setting für einen kommenden Playstation-5-Pro-Quality-Modus? Könnte das „alte“ Ultra-Setting unter der Berücksichtigung der gemunkelten Hardware-Specs mithilfe einer Frame Generation und Upsampling dann vielleicht einen 4K/120-Fps-Performance-Mode bilden? Mit unserer Auswahl Grafikkarten stellen wir diese Grübeleien einmal auf die

Avatar Frontiers of Pandora - 4K, Unobtanium

RTX 4080/16G - 4K, Unobtanium	
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	17,6 19,6 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	43,9 51,1 (+161 %)
Ultra HD, FSR 3 Performance, FG an	54,1 85,2 (+335 %)
RX 7800 XT/16G - 4K, Unobtanium	
Ultra HD, FSR 3 nativ, keine FG	8,7 9,9 (Basis)
Ultra HD, FSR 3 Performance, keine FG	22,7 27,2 (+175 %)
Ultra HD, FSR 3 Performance, FG an	41,3 50,5 (+410 %)
RTX 4070/12G - 4K, Unobtanium	
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	9,5 10,9 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	24,4 30,1 (+176 %)
Ultra HD, FSR 3 Performance, FG an	39,8 52,8 (+384 %)
RX 7700 XT/12G - 4K, Unobtanium	
Ultra HD, FSR 3 nativ, keine FG	7,8 8,9 (Basis)
Ultra HD, FSR 3 Performance, keine FG	19,8 23,9 (+169 %)
Ultra HD, FSR 3 Performance, FG an	31,1 43,7 (+391 %)
System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546,33 WHQL, Radeon Software 23.12.1 WHQL, Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels FSR 3.0	
P1 Fps ▶ Besser	

Avatar – Reguläre Benchmarks mit FG

RTX 4080/16G - 4K, Ultra-Details	
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	37,1 43,6 (Basis)
Ultra HD, DLSS Balanced, keine FG	71,4 85,3 (+96 %)
Ultra HD, FSR 3 Balanced, FG an	74,2 122,1 (+180 %)
RX 7800 XT - 4K, Ultra-Details	
Ultra HD, FSR3 nativ, keine FG	19,9 23,4 (Basis)
Ultra HD, FSR 3 Balanced, keine FG	39,6 48,3 (+106 %)
Ultra HD, FSR 3 Balanced, FG an	80,4 101,4 (+333 %)
RTX 4070/12G - WQHD, Ultra-Details	
WQHD, DLSS nativ, keine FG	41,8 50,4 (Basis)
WQHD, DLSS Balanced, keine FG	70,1 93,9 (+86 %)
WQHD, FSR 3 Balanced, FG an	72,9 124,2 (+146 %)
RX 7700 XT/12G - Full HD, Ultra-Details	
WQHD, FSR 3 nativ, keine FG	33,3 40,4 (Basis)
WQHD, FSR 3 Balanced, keine FG	61,2 75,6 (+87 %)
WQHD, FSR 3 Balanced, FG an	94,2 131,4 (+225 %)
Arc A770/16G - Full HD, Ultra-Details	
FHD, FSR 3 nativ, keine FG	31,9 40,4 (Basis)
FHD, FSR 3 Balanced, keine FG	41,8 56,7 (+40 %)
FHD, FSR 3 Balanced, FG an	47,5 88,6 (+119 %)
RTX 4060/8G - Full HD, Ultra-Details	
FHD, DLSS nativ, keine FG	33 42,3 (Basis)
FHD, DLSS Balanced, keine FG	48,9 66,2 (+57 %)
FHD, FSR 3 Balanced, FG an	55,8 100,2 (+137 %)
RX 7600/8G	
FHD, FSR 3 nativ, keine FG	31,6 39,4 (Basis)
FHD, FSR 3 Balanced, keine FG	48,2 63,1 (+60 %)
FHD, FSR 3 Balanced, FG an	65,7 107,8 (+174 %)
System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546,33 WHQL, Radeon Software 23.12.1 WHQL, Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels FSR 3.0	
P1 Fps ▶ Besser	

Probe – beachten Sie, dass wir die Leistung der gemunkelten PS5 Pro natürlich nicht genau nachbilden oder gewiss mit einer solchen einfließende Optimierungen berücksichtigen können. Wir wollen allerdings eine Art Machbarkeitsstudie, ein selbstauferlegtes Peer Review für unsere theoretischen Überlegungen bieten und außerdem die Leistung der für den PC erhältlichen Grafikkarten in lose Relation setzen.

Avatar bietet sich für dieses Unterfangen besonders an, da das esoterisch angehauchte Sci-Fi-Abenteuer nicht nur ein erweitertes Setting, sondern obendrein mehrere Upsampling-Verfahren sowie AMDs Frame Generation FSR 3 verfügt. Für die „regulären“ Benchmarks nutzen wir das Ultra-Preset und Auflösungen für welche die Grafikkarten laut Hersteller explizit angedacht wurden, also etwa Full HD für die RTX 4060 oder WQHD für die RX 7700 XT. Auch hier kommt die Frame Generation sowie Upsampling zum Einsatz, hier lässt sich am einfachsten

ablesen, mit welchen Performance-Gewinnen zu rechnen sind. Andere Faktoren – insbesondere knapper Speicher – fallen bei diesen Messungen tendenziell weniger stark ins Gewicht.

Neben diesen Messungen prüfen wir mit den gewählten Oberklasse-Grafikkarten, die zumindest grob in die Leistungsklasse der gemunkelten PS5 Pro fallen, mit erweiterten Details und 4K-Darstellung. Eben jenen Einstellungen, die einer PS5 Pro gerecht werden könnten. Ziel sind dabei mindestens 30 Fps ohne Frame Generation, also eine Art „Quality-Mode“, den wir wiederum mithilfe der FG auf 60 Fps beschleunigen können. Eine „4K-Darstellung samt Raytracing und mehr als 30 Fps“ ist (laut Gerüchten) hehres Ziel der Pro-Playstation-5.

Wenn Sie das Unobtanium-Setting in Avatar selbst ausprobieren wollen, ein einfacher Eintrag in bei den Startparametern in Ubisoft Connect genügt. Rufen Sie die Software auf,

klicken Sie auf das Spiel und wählen Sie darauf „Eigenschaften“. Tragen Sie anschließend bei den Startparametern „-unlockmaxsettings“ ein (ohne Anführungszeichen). Wenn Sie das Spiel darauf starten, wartet im Grafikmenü ein neues Preset auf Sie. Sie können aber auch einzelne Effekte, wie etwa die Raytracing-Reflexionen, separat auf die neue, höchste Stufe setzen.

Für unsere Messungen haben wir uns eine gehobene, 130 Sekunden dauernde Benchmark-Strecke ausgesucht. Wir starten im Na’vi-Lager „Weavers Flourish“ im Dschungel-Biom des Waldmondes, östlich des Heimatbaumes gelegen. Von dort sprinten wir den Fußpfad ab, über die dicken Äste, die dank „Beschleunigungs-Pflanzen“ eine Art Dschungel-Bahn bilden, durch dichte Vegetation und an dem mit Raytracing-Spiegelungen veredelten Tümpel vorbei bis zum Eingang des Heimatbaumes. Die Messung lässt sich gut reproduzieren, indem Sie das Savegame sichern und nach

dem Ablauf ins Hauptmenü zurückwechseln und den Benchmark-Spielstand darauf wiederherstellen respektive zurückkopieren. Einzig das Wetter kann das Benchmark-Vorhaben torpedieren: Sollte es regnen, sorgt etwa leichter volumetrischer Nebel für zusätzliche Last. Ärgerlicherweise regnet es daraufhin häufig weiter, auch wenn sie den Spielstand neu laden. Um diesen messtechnisch unschönen Effekt zu beheben, nutzen Sie die Schnellreise in die (nahezu verlässlich trockenen) Ebenen und stellen Sie dann den Benchmarks-Spielstand wieder her – und es wart trocken.

Brachiale Beschleunigung

Die Zugewinne durch Upsampling in Kombination mit einer Frame Generation sind beeindruckend. Schon mit Ultra-Settings sind teils über 200 Prozent höhere Bildraten drin, insbesondere die AMD-GPUs erfreuen sich an hohem Leistungszuwachs. Nochmals deutlicher ist der Boost in den „PS5-Pro“-Settings samt Unobtanium-Grafikpreset.



Erlebe die Produktvielfalt von LC-POWER™

**LC-Power bietet Dir eine große Auswahl
an Gaming-PC-Komponenten!**

**Gehäuse - Netzteile - Monitore
Festplatten - Kühler - Gaming-Stühle
und vieles mehr**

www.lc-power.com

Hier können die GPUs teils um rund 400 Prozent zulegen, beinahe eine Verfünfachung der Bildraten. Um in den von uns angepeilten Bereich von 30 Fps bei maximaler Darstellung ohne Frame Genera-

tion zu landen, müssen wir allerdings FSR in der Performance-Stufe zuschalten. Doch dann erzielen wir selbst mit den 12-GiByte-Modellen gute Bildraten – jedenfalls genügend gute für einen hypothe-

tischen 4K/30-Fps-Quality-Mode; den wir mit der FG auf nahezu 60 Fps aufwerten können. Natürlich ist die Latenz ein gewisser Faktor und die Geschmeidigkeit mit der RTX 4080 spürbar am höchsten, doch ist

die Eingabelatenz bei Avatar nicht außergewöhnlich hoch. Und mit einem Framelock auf 60 (mit FG, also voll berechnete 30 Fps plus 30 generierte) und einem Controller würden außerdem teils spürbare

Ark Survival Ascended (EA) - 4K, Epic		
RTX 4080/16G - 4K, Epic		
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	18,8	22,3 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	25,6	33,5 (+50 %)
Ultra HD, DLSS Performance, FG an	39,9	56,1 (+152 %)
RX 7800 XT/16G - 4K, Epic		
Ultra HD, TSR nativ, keine FG	12,1	13,7 (Basis)
Ultra HD, TSR Performance, keine FG	19,3	21,6 (+58 %)
Ultra HD, TSR Performance, AFMF-FG an	25,8	35,8 (+161 %)
RTX 4070/12G - 4K, Epic		
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	11,1	12,9 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	13,9	17,3 (+34 %)
Ultra HD, DLSS Performance, FG an	22,1	19,9 (+54 %)
RX 7700 XT/12G - 4K, Epic		
Ultra HD, TSR nativ, keine FG	10,3	11,7 (Basis)
Ultra HD, TSR Performance, keine FG	11,4	14,4 (+23 %)
Ultra HD, TSR Performance, AFMF-FG an	13,7	17,7 (+51 %)
System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546,33 WHQL, Radeon Software 23.30.13.05 (AFMF Preview Dec8), Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels DLSS 3.0 (Nvidia), AFMF (AMD)		P1 Ø Fps ➤ Besser

Cyberpunk 2077 - 4K, Raytracing Ultra		
RTX 4080/16G - 4K, Epic		
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	23,7	28,3 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	56,3	78,6 (+178 %)
Ultra HD, DLSS Performance, FG an	84,3	107,9 (+281 %)
RX 7800 XT/16G - 4K, Epic		
Ultra HD, TSR nativ, keine FG	11,8	13,6 (Basis)
Ultra HD, TSR Performance, keine FG	27,3	35,4 (+160 %)
Ultra HD, TSR Performance, AFMF-FG an	35,6	48,6 (+257 %)
RTX 4070/12G - 4K, Epic		
Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	10,5	16,4 (Basis)
Ultra HD, DLSS Performance, keine FG	43,1	50,2 (+206 %)
Ultra HD, DLSS Performance, FG an	63,1	80,5 (+391 %)
RX 7700 XT/12G - 4K, Epic		
Ultra HD, TSR nativ, keine FG	8,5	10,1 (Basis)
Ultra HD, TSR Performance, keine FG	26,7	33,6 (+233 %)
Ultra HD, TSR Performance, AFMF-FG an	33,6	45,7 (+352 %)
System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546,33 WHQL, Radeon Software 23.30.13.05 (AFMF Preview Dec8), Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels DLSS 3.0 (Nvidia), AFMF (AMD)		P1 Ø Fps ➤ Besser

Ark SA (EA) - Reguläre Benchmarks

RTX 4080/16G - 4K, Details Hoch

Ultra HD, DLSS nativ, keine FG	21,3	28,5 (Basis)
Ultra HD, DLSS Balanced, keine FG	27,2	35,5 (+25 %)
Ultra HD, DLSS Balanced, FG an	33,4	55,3 (+94 %)

RX 7800 XT - 4K, Details Hoch

Ultra HD, TSR nativ, keine FG	15,1	19,9 (Basis)
Ultra HD, TSR Balanced, keine FG	23,1	26,9 (+35 %)
Ultra HD, TSR Balanced, AFMF-FG an	31,9	48,2 (+142 %)

RTX 4070/12G - WQHD, Details Hoch

WQHD, DLSS nativ, keine FG	18,2	26,7 (Basis)
WQHD, DLSS Balanced, keine FG	22,3	34,2 (+28 %)
WQHD, DLSS Balanced, FG an	27,6	52,8 (+98 %)

RX 7700 XT/12G - WQHD, Details Hoch

WQHD, TSR nativ, keine FG	19,4	25,9 (Basis)
WQHD, TSR Balanced, keine FG	27,9	35,1 (+36 %)
WQHD, TSR Balanced, AFMF-FG an	45,9	66,2 (+156 %)

Arc A770/16G - Full HD, Details Hoch

FHD, TSR nativ, keine FG	8,7	12,5 (Basis)
FHD, TSR Balanced, keine FG	10,2	14,3 (+14 %)
FHD, TSR Balanced, FG an	Nicht möglich	

RTX 4060/8G - Full HD, Details Hoch

FHD, DLSS nativ, keine FG	11,8	18,7 (Basis)
FHD, DLSS Balanced, keine FG	14,9	25,9 (+39 %)
FHD, DLSS Balanced, FG an	22,7	43,5 (+133 %)

RX 7600/8G - Full HD, Details Hoch

FHD, TSR nativ, keine FG	11,1	14,7 (Basis)
FHD, TSR Balanced, keine FG	12,1	16,1 (+10 %)
FHD, TSR Balanced, FG an	18,9	33,5 (+128 %)

System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546.33 WHQL, Radeon Software 23.30.13.05 (AFMF Preview Dec8), Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels DLSS 3.0 (Nvidia), AFMF (AMD)

P1 Ø Fps
➤ Besser

Cyberpunk 2077 - Reguläre Benchmarks

RTX 4080/16G - 4K, Ultra-Details

Ultra HD, DLSS nativ, keine FG43,653,60 (Basis)

Ultra HD, DLSS Balanced, keine FG73,895,40 (+78 %)

Ultra HD, DLSS Balanced, FG an (kein RR)109,5140,30 (+162 %)

RX 7800 XT - 4K, Ultra-Details

Ultra HD, TAA nativ, keine FG31,140,10 (Basis)

Ultra HD, FSR Balanced, keine FG59,369,20 (+73 %)

Ultra HD, FSR Balanced, AFMF-FG an62,3113,70 (+184 %)

RTX 4070/12G - WQHD, Ultra-Details

WQHD, TAA nativ, keine FG51,263,50 (Basis)

WQHD, DLSS Balanced, keine FG79,8113,30 (+78 %)

WQHD, DLSS Balanced, FG an (kein RR)130,3162,10 (+155 %)

RX 7700 XT/12G - Full HD, Ultra-Details

WQHD, TAA nativ, keine FG63,272,20 (Basis)

WQHD, FSR Balanced, keine FG86,5103,80 (+44 %)

WQHD, FSR Balanced, AFMF-FG an101,1186,90 (+159 %)

Arc A770/16G - Full HD, Ultra-Details

FHD, TAA nativ, keine FG63,177,10 (Basis)

FHD, XeSS Balanced, keine FG74,391,40 (+19 %)

FHD, XeSS Balanced, FG anNicht möglich

RTX 4060/8G - Full HD, Ultra-Details

FHD, TAA nativ, keine FG6073,40 (Basis)

FHD, DLSS Balanced, keine FG84,1115,50 (+57 %)

FHD, DLSS Balanced, FG an (kein RR)149,9180,70 (+146 %)

RX 7600/8G - Full HD, Ultra-Details

FHD, TAA nativ, keine FG69,480,30 (Basis)

FHD, FSR Balanced, keine FG92,5112,30 (+40 %)

FHD, FSR Balanced, FG an107,1200,30 (+149 %)

System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores), 2 x 16 GiByte RAM, Geforce 546.33 WHQL, Radeon Software 23.30.13.05 (AFMF Preview Dec8), Intel 31.0.101.5085/5122 WHQL; Windows 11 x64 (22H2); FG mittels DLSS 3.0 (Nvidia), AFMF (AMD)

P1 Ø Fps

➤ Besser

Schwankungen verschwinden. Ist Avatar mit Unobtainium-Grafik also Playstation-5-Pro-Konform? Definitiv bestätigen können wir dies zum momentanen Zeitpunkt natürlich nicht, doch es scheint nicht vollkommen ausgeschlossen.

Brontoschwere Last und spiegelnde Cyberpunks

Wir fühlen den nächsten beiden Titel nach dem gleichen Schema auf den Zahn. Ark Survival Ascended ist der aktuell wohl anspruchsvollste Unreal-Engine-5-Titel und nutzt obendrein die bisher aufwendigsten (Raytracing-)Effekte. Die Dino-Survival-Sandbox befindet sich noch in der Early-Access-Phase, die von uns getestete Version 33.37 läuft indes bereits deutlich besser als bei unserem letzten Test in PCGH-Ausgabe 01/2024. Allerdings stellen die höheren Presets (ab „Hoch“ kommen die erweiterten, besonders anspruchsvollen Effekte zum Einsatz) noch immer heftigste Anforderungen, insbesondere an die Grafikkarte und deren Speicher. Ark ist außerdem einer der UE5-Titel, mit denen sich aktuell DLSS 3.0 nutzen lässt, viel andere Spiele auf UE5-Basis haben die Nvidia-FG aufgrund Problemen, Abstützen und Fehlern momentan deaktiviert, darunter Lords of the Fallen und jüngst Talos Principle 2.

Bei AMD müssen wir auf die Fluid Motion Frames ausweichen – diese sind zum aktuellen Zeitpunkt nur mittels Beta-Treiber nutzbar und weisen noch einige Problemstellen auf. Neben Inkompatibilitäten zu Overlays und vielen Messtools zählt dazu obendrein eine Unverträglichkeit mit Vsync. Für unsere Messungen ist obendrein potenziell kritisch, dass sich die AFMF deaktivieren, wenn eine schnelle Mausbewegung vorgenommen wird – oder akkurater: Die AFMF deaktivieren sich, wenn zwischen den beiden Frames, aus denen der eingeschobene, interpolierte, Frame generiert werden soll, zu große Abweichungen festgestellt werden. Dies ist ein wichtiger Umstand, denn je mehr schnelle Kurven wir in unsere Benchmark-Szenen einbauen, desto häufiger deaktiviert sich die Radeon-Treiber-FG und desto schlechter schneiden die AFMF im Vergleich zu DLSS 3.0 oder FSR 3 ab. Doch nicht nur Kurven respek-

tive Mausbewegungen torpedieren die AFMF, auch sehr niedrige Bildraten können eine Deaktivierung der FG auslösen. Dieser Umstand tritt in Ark ganz besonders auf, da es sich bei der Dino-Sandbox im Kern um einen Multiplayer-Titel handelt. Im Gegensatz zu Singleplayer-Titeln, beispielhaft etwa das ebenfalls hier aufgeführte Cyberpunk, drehen MP-Spiele nicht die Spielgeschwindigkeit herunter, wenn die Bildrate unter ein bestimmtes Level sinkt (üblicherweise unter 30 Fps, so auch in Cyberpunk). Dies würde zu zeitlichen Diskrepanzen bei den anderen Mitspielern auslösen. Multiplayer-Titel ruckeln daher verstärkt, laufen jedoch mit dem gleichbleibenden Spieltempo. Viele aktuelle Einzelspieler-Titel reduzieren indes das Spieltempo. So wird das Spiel zwar träge, Ruckler und Hänger werden allerdings vermieden.

Diese Ruckler – im Grunde nichts weiter als große Abstände zwischen zwei Frames – sind in Ark so heftig, dass sie teilweise die AFMF deaktivieren. Die Messungen sind also nicht 1:1 mit DLSS 3.0 (oder FSR 3) zu vergleichen, da die AFMF nur über Teilbereiche der Messungen aktiv geschaltet sind. Trotzdem sind die Zugewinne beachtlich, auch wenn in Ark – im Gegensatz zu Cyberpunk mit Ultra-RT – einzig die RTX 4080 die angestrebte Performance erzielt. Auffällig ist obendrein ein weiterer Faktor: Wenig Speicher und eine beschnittene Bandbreite (wie etwa bei der RTX 4060) sind Gift für eine Frame Generation. Hier zu sparen ist wenig zukunftstauglich. (pr)

Fazit

PCGH

Neue Generation?

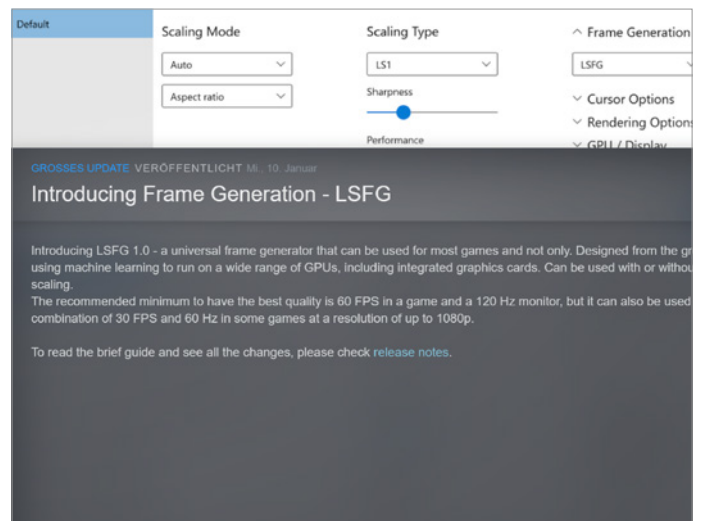
Ganz so weit wird es die Frame Generation 2024 wohl noch nicht treiben, doch ist ein Potenzial kaum zu übersehen, insbesondere in Kombination mit neuer Hardware. Die jüngst oder in Bälde erhältlichen Grafikkarten dürften auch in diesem Sinne spannend werden, etwa 16 GiByte einer RX 7600 XT oder RTX 4070 Ti Super bei der Bildinterpolation zugutekommen. Wir rechnen außerdem mit weiteren FG-Konkurrenten von Intel über Sony bis zu Privatprojekten und Mods. Spannend!



Ark Survival Ascended stellt extreme Anforderungen an die GPU und ist obendrein speicherhungrig. Insbesondere die RT-Beleuchtung ist jedoch eindrucksvoll.



Das extrem anspruchsvolle Pathtracing in Cyberpunk bleibt wohl auch mit einer hypothetischen PS5 Pro vorerst PC-exklusiv. Volle RT-Pracht wäre indes möglich.



Neben Vorstößen von Nvidia, AMD, Intel und nun offenbar auch Sony gibt es weitere Neuigkeiten zum Thema Frame Generation. Etwa LSFG auf Steam.



Winterzeit ist Benchmark-Zeit: Purzeln die Temperaturen, steigen die Highscores. Die Saison ist eröffnet – hier sind Pfeile für Ihren Köcher!

Macht der stolze Grafikkartenbesitzer sich auf, im Hardware-Forum seines Vertrauens die Leistung seines guten Stücks dem Vergleich mit anderen Exemplaren desselben Modells auszusetzen, erlebt er eine Überraschung, oft keine angenehme. Denn immer glänzt irgendjemandes Gerät mit höheren Fps bei geringerer Spannung oder weniger Temperatur und Verbrauch. Erster Gedanke dann: „Ist meine Karte schlecht?“, zweiter: „Mach’ ich was falsch?“ und dritter: „Stimmt, was der schreibt?“

Mögliche Antworten? Erstens: Chiplück und -pech existieren, sind aber selten gravierend. Die überwiegende Mehrheit von Prozessoren derselben Klasse performt quasi identisch. Zweitens: Vermut-

lich nicht – vielleicht können Sie aber ein paar Dinge verbessern. Drittens: Spielt keine Rolle. Sie wissen nicht, unter welchen Bedingungen die oft kontextfrei in den Raum geworfenen Leistungsangaben zustande gekommen sind, und manch privater Berichterstatter wird mit rosarot gefärbten Brillengläsern auf seine Hardware blicken. Aussagekräftige Fps-Vergleiche bedürfen der Nennung aller relevanten Einstellungen, von der Monitораuflösung bis zu den Grafiksettings in Spieletiteln und Treiber.

Die darüber hinaus notwendige systematische und standardisierte Testprozedur, wie etwa PCGH sie in ihren Benchmark-Szenen absolviert, kann oder will nicht jeder durchführen. Das ist auch verständlich.

Das Dilemma schlechter Vergleichbarkeit möchten spezialisierte Grafikkarten-Benchmarks lösen, die kostenlos oder per Lizenzmodell zum Download angeboten werden. Sie messen die Grafikkartenleistung in einem synthetisch erzeugten, immer gleichen Testablauf. Community-Projekte wie memtest_vulkan oder der MrH OpenCL Benchmark konzentrieren sich auf Teilbereiche wie den Speicher, die Rechenwerke für Geometrie und Texturen oder bikubische Kalkulationen und erzeugen keine sichtbaren 3D-Bilder während ihrer Ausführung. Im Gegensatz dazu haben die Klassiker mit automatisch ablaufenden grafischen Render-Szenen wie Heaven, Superposition oder das relativ junge EZbench den Anspruch, die Grafikkarte als Ganzes zu belasten und

den Anwender während der mehrminütigen Ausführung auch noch zu unterhalten.

Bekannteste Vertreter der grafischen Kategorie sind die Benchmarks der 3DMark-Suite. Aktuelles Aushängeschild ist der DX-12-Rastergrafik-Benchmark Time Spy. Er ist kostenlos in der 3DMark-Basisversion enthalten, was zu annähernd 23 Millionen hochgeladenen Scores durch 3DMark-User seit seinem Release 2016 geführt hat, wenn man dem Zähler auf der Webseite des Herstellers Underwriter Laboratories (UL) glauben möchte. Der De-Facto-Standard bei den Grafikkarten-Benchmarks soll nach dem Willen ULs im ersten Quartal 2024 abgelöst werden vom modernen Rastergrafik-Nachfolger Steel No-

mad. Dieser wird ebenfalls kostenlos erhältlich sein und neben Windows später auch unter MacOS und Linux zur Verfügung stehen.

Weitere wichtige Grafik-Benchmarks der 3DMark-Suite sind die 4K-Variante des intern in WQHD-Auflösung ausgeführten Time Spy mit der Zusatzbezeichnung „Extreme“ und der immer noch beliebte, wenn auch technisch nicht mehr ganz zeitgemäße DX-11-Benchmark Fire Strike, der in gleich drei Auflösungsvarianten angeboten wird. Alle fünf führen zusätzlich CPU-Tests durch. Auf diese verzichtet sowohl der Raytracing-Benchmark Port Royal als auch das ebenfalls mit RT-Strahlverfolgung sowie DX 12 Ultimate arbeitende Speed Way. Deren Grafik-Scores entstehen weitgehend unabhängig von der CPU-Leistung. Alle 3DMark-Benchmarks sind technisch darauf ausgelegt, möglichst unbestechlich nur solche Ergebnisse zu validieren, die ohne Änderungen der Benchmark-Settings und Grafiktreibereinstellungen zustande gekommen sind. Die nach programminterner Prüfung genehmigten Scores können auf die Ranglisten-Website von UL hochgeladen und mit den Ergebnissen anderer Teilnehmer verglichen werden – den Top 100 jedes Grafikkarten-Modells.

Übertakten

Wie nun nach oben kommen in den Ranglisten? Im Zentrum steht natürlich die Grafikkarte selbst; ihr Potenzial muss ausgereizt werden. Vier Faktoren sind entscheidend: Frequenz, Spannung, Energie und Wärme. Jeder dieser vier besitzt sein eigenes Limit, das zuerst auftretende begrenzt die Kartenleistung und damit den Score. Lässt sich diese Grenze verschieben, verbessert sich das Ergebnis bis zum Erreichen der neuen Grenze des gerade verschobenen Limits oder eines der drei anderen Limits. Dann wird versucht, diese Grenze zu verschieben und so weiter. Treffsicheres Tuning muss erkennen, was gerade begrenzt. Luftgekühlte Karten neigen dazu, wärmelimitiert zu sein. Grafikkarten mit Wasserkühler fehlt es meist früher an Power und später an Spannung. Ein Frequenzlimit kann durch Erweitern der anderen Limits verschoben werden. Manche Maßnahmen können per Soft-

ware durchgeführt werden, andere erfordern ein Handanlegen an die Hardware.

Für hohe Grafikscores wird hoher Takt benötigt. GPU und VRAM übertaktet man dafür so weit wie möglich und führt nach jeder Settings-Änderung einen Lauf des gewählten Benchmarks durch. Ob der erfolgreich beendet oder durch Absturz des Programms oder Treibers abgebrochen wird, entscheidet über den nächsten Schritt: Können die Takte weiter erhöht werden? Oder steht bereits ein Limit im Weg? Tipp für den Grenzbereich: Kannibalisierungseffekte erkennen und vermeiden! Kann oder soll etwa das Powerlimit nicht weiter erhöht werden, mag stärkeres Speicher-Overclocking zwar performant sein. Der GPU könnte dadurch aber das letzte Prozent Energie für die zusätzlichen Megahertz vorenthalten werden, die stärker auf den Benchmark-Score wirken würden als das VRAM-OC. Das Gebot der Abwägung gilt auch im thermischen Limit: Wird die GPU durch maximalen Takt bei hoher Spannung und Leistungsaufnahme so heiß, dass der Treiber den Takt drosselt, kann ein Senken der Frequency oder Voltage zu besseren Scores führen. Stichwort Spannungssenkung: In begrenztem Umfang kann im Powerlimit durch Undervolting Übertaktungsspielraum geschaffen werden. „Viel hilft



Steel Nomad heißt der geplante neue Rastergrafik-Benchmark von 3DMark. Er ist gedacht für High-End-Grafikkarten und soll Time Spy als Quasi-Standard ablösen.

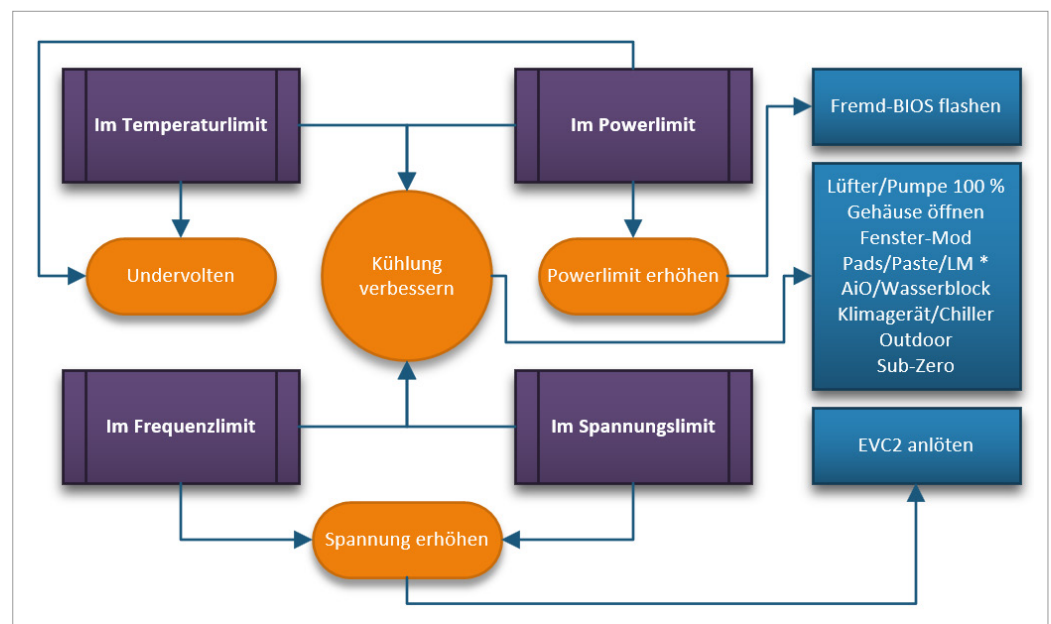
viel“ gilt also nicht in jedem Fall; am individuellen Austesten des besten Gleichgewichts führt kein Weg vorbei, wenn in einem der Limits gebremst wird.

Wie werden die erweitert? Für werksseitig überdurchschnittlich hohe Frequenzen braucht es Glück oder eine Selektion beim Kauf. Das Powerlimit erhöht man zunächst im Treiber – genügt das nicht, durch BIOS-Flash. Zur Spannungserhöhung wird gern das ElmorLabs EVC2 verwendet. Alle Tuningmaßnahmen profitieren von niedrigen Temperaturen, aber zunächst geschieht das Gegenteil: Höhere Fps-Leistung erfordert mehr Energie bei mehr Spannung, was die Komponenten erhitzt. Um

keine falschen Erwartungen zu wecken: Mit Luftkühlung sind die im Titel genannten Top 10 in keinem 3DMark-Benchmark zu erreichen. Auf die Mitgliedschaft in den Top 50 oder 100 einer Rangliste hingegen gibt es je nach Kartenmodell auch ohne Hardware-Modifikation gute Chancen, wenn Sie Geduld beim Benchen mitbringen und einige Tipps in diesem Text beherzigen.

Kühlen

Temperatur ist die einzige Variable, die niedrig sein soll. Gute Kühlung ist das Gegengewicht zu den drei leistungsbestimmenden Faktoren Frequenz, Spannung und Energie, die allesamt steigen müssen und dabei Wärme erzeugen. Eine niedrige



Limits und wie man ihnen begegnet: Der Wert guter Kühlung kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden.

* LM = Liquid Metal (Flüssigmetall als Wärmeleiter auf dem Chip)

Grafikkartentemperatur ist nicht nur wichtig, um den Treiber an einer Taktrosselung zu hindern. Sie wirkt auch positiv auf die anderen:

- die mögliche Frequenz steigt,
- die notwendige Spannung sinkt,
- der Energiebedarf nimmt ab.

Drei Hardware-Komponenten auf der Karte sind es, die besonders warm werden können und die Takte

von guter Kühlung profitieren lassen: der Grafikprozessor (GPU), der Speicher (VRAM) und die Spannungswandler (VRM). Wichtigster Sensor ist der Hotspot auf der GPU – er veranlasst den Treiber, mehr oder weniger Frequenz zuzulassen.

So wird ein gemäßigtes Klima auf der Grafikkarte erzeugt: Drehzahl der Grafikkartenlüfter und Gehäuselüfter auf 100 Prozent fixieren,

PC-Gehäuse öffnen, Raumtemperatur senken. Nicht verstaubte Lüfter schaffen mehr Durchsatz. Bei der wassergekühlten Karte sind es die Pumpe und die Radiatorlüfter, die mit voller Kraft laufen sollten. Die Raumkühlung im Winter kann durch das in der Community scherzhaft „Fenster-Mod“ genannte Einströmenlassen kalter Außenluft erfolgen. Alternative bei warmem Wetter: ein mobiles Klimagerät, das

vor dem geöffneten Rechner auf die Grafikkarte zielt. Bei Verwendung einer Wasserkühlung ist das ebenfalls möglich; dann muss das Klimagerät die gekühlte Luft auf die Radiatoren blasen, die für den Wärmetausch sorgen. Die professionellere Kühlung für den Custom Loop heißt „Chiller“. Das Gerät funktioniert wie eine Klimaanlage, verteilt aber nicht Kaltluft im Raum, sondern wird ans Schlauchsystem der Wasserkühlung angeschlossen. Wer den hohen Kaufpreis und Energiebedarf sowie das laute Betriebsgeräusch akzeptiert, hält mit einem Chiller die Wassertemperatur deutlich unter der des umgebenden Raums. Hemdsärmelige Budget-Alternative: Eine mit Eiswasser gefüllte Kunststoffwanne neben dem Rechner, in der ein oder mehrere in den Wasserkreislauf eingebundene Radiatoren liegen.

Im Winter effektiv, wenn auch mit Aufwand und Muskelkraft verbunden, ist es, den Rechner ins kalte Draußen zu versetzen und dort die Benchmark-Läufe durchzuführen, einfachen Zugang zu Balkon oder Terrasse vorausgesetzt. Ein langes Monitorkabel in den Innenraum sowie Funktastatur und -Maus verhindern kalte Füße und klamme Finger des erfolgshungrigen Enthusiasten. Die Möglichkeiten des Outdoor-Benchens erweitert ausstattungsabhängig ein modularer Wasserkreislauf. Existiert etwa ein externer Radiator mit langen Schläuchen zum Rechner, kann letzterer samt Peripherie und Bedienpersonal im Innenraum verbleiben, während draußen im Radiator die Kühlflüssigkeit gekühlt wird. Sowohl bei dieser Methode als auch beim Kühlen per Chiller und dem „Eiswasser-Mod“ muss darauf geachtet werden, dass die Umgebung des PCs weder überheizt ist noch eine hohe Luftfeuchte aufweist. Andernfalls will das Kondensationsproblem gelöst werden: Wegen des Temperaturgefälles setzt sich die Luftfeuchtigkeit in Form von Wassertropfen auf den gekühlten Komponenten ab, das Rechner-Innere kann nass werden sollten. Soll kein elektrischer Kurzschluss riskiert werden, ist ein Isolieren oder das Ausschalen und Abwischen Pflicht. Das Kondensationsrisiko verringert sich, wenn das Innenraum-Klima kühl und vor allem trocken gehalten wird; kurzes

Eine Bencher-Karriere

Willibald kauft sich eine starke Grafikkarte neuester Generation. In ersten Vergleichen in seinem Lieblingsforum zeigt sich Chipglück: Sein Kartenexemplar erreicht höhere Takte als die gleichen Modelle der anderen Teilnehmer. Willibald freut sich und möchte herausfinden, wo die Leistungsgrenzen seines Neuerwerbs liegen. Im Overclocking-Tool trägt er das mögliche maximale Powerlimit ein und übertakkt GPU und VRAM auf Werte, die gerade noch stabil im gewählten Benchmark sind. Seine Beobachtungen in den Tests mit hohen Frequenzen zeigen, dass die Hotspot-Temperatur bei Maximalübertaktung die GPU zum Heruntertakten veranlasst – er erkennt ein thermisches Limit. Um es zu erweitern, tauscht er den werksseitigen Luftkühler gegen eine All-in-One Wasserkühlung mit integrierter Pumpe, Radiator und Lüfter. Im Zuge des Grafikkartenumbaus ersetzt er die Wärmeleitpaste auf dem Grafikprozessor durch Flüssigmetall und belegt die anderen hitzeführenden Komponenten mit hochwertigen, besonders leitfähigen Wärmeleitpads. Willibalds Overclocker-Karriere hat begonnen.

Durch den Wegfall des Temperaturlimits drosselt der Treiber nicht mehr und VRAM wie GPU können stärker übertakkt werden. Dies hat eine höhere Leistungsaufnahme zur Folge – das maximale Powerlimit der Karten-Firmware wird erreicht. Willibald entscheidet sich für das Flashen eines stärkeren BIOS auf seine Grafikkarte. Die größere verfügbare Energiemenge ermöglicht der GPU höheren Takt. Das neue Leistungslimit wird aber nicht ausgenutzt, der GPU fehlt es an Spannung. Im nächsten Schritt folgt daher der Voltage-Regulator EVC2 – Willibald lernt zu löten. Die zusätzliche Spannung ermöglicht weitere Taktanhebung. Die Hotspot-Temperatur der GPU hebt das aber wieder so stark an, dass

mögliche Benchmark-Punkte verloren gehen. Willibald entschließt sich, die AiO-Lösung aufzugeben, besorgt einen Custom Kühlblock für seine Karte und baut das gesamte System auf modulare Wasserkühlung um. Die Maßnahmen greifen. Sie entfalten aber nicht ihr gesamtes Potenzial, weil Sommer ist und die Kühlwassertemperatur nicht unter die des Raumes fallen kann. Also wird ein Chiller angeschafft. Die Highscores steigen, aber Willibald will mehr. Als das Netzteil seines Rechners an seine Grenzen gelangt und beim Benchen den PC ausschaltet, wird ein kräftigeres angeschafft, und als auch dieses nicht mehr ausreicht, schaltet Willibald zwei PSUs hintereinander. Die überbordende Leistungsaufnahme bringt die Kartensicherungen zum Schmelzen. Sie werden durch stärkere ersetzt.

Willibald hat inzwischen weitere Windows-Partitionen nur zum Benchen eingerichtet. Seine Karte wandert in den Ranglisten stetig nach oben, aber die ebenfalls gut ausgestattete Konkurrenz schläft nicht. Der Spätherbst ist angebrochen und der neu angeschaffte externe Großradiator wird zum Benchen auf die Terrasse gestellt. Die niedrigen Temperaturen ermöglichen noch mehr Spannung, die Scores steigen mit noch mehr Watt bei noch höherem Takt, bis schließlich auch das das stärkste verfügbare BIOS für Willibalds Grafikkarte an seine Powerlimit-Grenze gelangt. Inzwischen zum Profi-Overclocker gereift, weiß Willibald, dass die benötigte Energiemenge nur durch noch niedrigere Temperaturen bei klugem Spiel mit den Spannungen gesenkt werden kann. Als selbst der kälteste Wintertag nicht mehr weiterhilft, hört er damit auf, sich nur Videos übers Sub-Zero-Benchen anzusehen und schafft sich eigenes Equipment an. Nach vielen Fehlversuchen gelingt ihm sein bester Highscore-Lauf bei fast dreistelligen Minusgraden auf dem Grafikprozessor seiner Karte.

Der GPU-Takt liegt nun um viele hundert Megahertz über der ursprünglichen Werkseinstellung. Willibald hat alle verfügbaren Register gezogen und die Grenzen seiner Karte so weit verschoben, dass weder die Leistungsaufnahme noch die Temperatur noch die Spannung limitieren. Die GPU selbst, obwohl mit viel Glück in der Silizium-Lotterie gesegnet, ist an ihrem Limit angelangt und kann nicht noch mehr Takt anlegen. Entweder genügt das für Platz 1 in der Hall of Fame. Oder Willibald muss auf die nächste Kartengeneration warten und erneut angreifen. Jede Wette: Er wird es tun.



Bild: Dail-E3

Lüften genügt oft schon. Ein Temperatur-Delta zwischen den Teilen gibt es nicht, wenn sich das gesamte System draußen befindet. Geben Sie ihm nach der Bench-Session vor dem Wiedereinschalten drinnen dennoch Zeit zum Aufwärmen. Es versteht sich von selbst, dass Outdoor-Aktivitäten nur in trockener Winterluft und nicht bei Regen oder Nebel durchgeführt werden.

Kälter ist also besser. Allerdings nicht beliebig kalt, jedenfalls nicht ohne weitere Vorkehrungen. Zurückhaltung ist geboten, wenn etwa zweistellige Minusgrade herrschen. Dann sollte Ihr System sich nicht für längere Zeit ausgeschaltet oder mit geringer Last außen aufhalten. Die beweglichen Teile in HDDs, falls noch verbaut, können unwillig reagieren. Die gängigen frostschutzähnlichen Zusätze im Kühlwasser von Custom Loops oder AiOs halten das Wasser nicht in beliebiger Kälte flüssig. Liquid Metal auf dem Chip verliert bei Minusgraden seine Leitfähigkeit. Speichermodule sind temperaturempfindlich. Und das

gesicherte Wissen, das Sie bis zu diesem Zeitpunkt über das Takt-/Spannungsverhalten Ihrer Karte erworben haben, mag nicht mehr gelten, weil sie plötzlich anders reagiert.

Sehr tiefe Temperaturbereiche werden gezielt gesucht und hergestellt von Profi-Benchern im Labor. Die mutigen Experten wagen sich an die Verwendung von Trockeneis (CO₂, „Dice“), Flüssigstickstoff (LN₂) oder sogar flüssigem Helium. Neben dem Kühlmittel selbst muss spezielle Ausstattung beschafft werden, vom Container („Pot“) über Messequipment für Temperaturen und Stromaufnahme bis hin zur Isolierung für die anderen Komponenten und das Mainboard auf dem Bench-Table. Nebenwirkungen müssen abgefangen werden, Gefahren sind vorhanden. Wir werden den Bereich des Hobby-Benchens hier nicht verlassen, es genügt daher zu wissen: Die „unmöglich“ erscheinenden Scores auf den Spitzenplätzen der Hall of Fame werden in der Regel mit „Sub-Zero“, also kräftigen Minusgraden auf dem Grafikprozess

or erzielt. Power- und Spannungs-Modifikationen für die eingesetzten Karten sind ohnehin Voraussetzung.

Auswirkung weiterer Hardware

CPU/RAM. Bei einigen 3DMark-Benchmarks, zu erkennen an den separat auswählbaren CPU-Benchmarks, spielt die CPU-Leistung auch für den Grafik-Score eine Rolle. Obwohl UL sich bemüht, die Ansprüche an Grafik- und CPU-Leistung zu separieren, gelingt das nur unvollständig. Somit trägt ein schneller Hauptprozessor und hochtaktender RAM zu hohen Fps bei, aus denen der hinterlegte Algorithmus dann den Score berechnet. Es gelten die gleichen Regeln wie in „richtigen“ Spieletiteln: Je niedriger die interne Auflösung des Benchmarks, desto eher ist er CPU-limitiert. Raytracing hilft bei der Grafikkartenauslastung. Die 4K-Benchmarks Time Spy Extreme und Fire Strike Ultra sind daher ebenso wie Port Royal und Speed Way unempfindlicher gegenüber schwächerer CPU- und RAM-Ausstat-

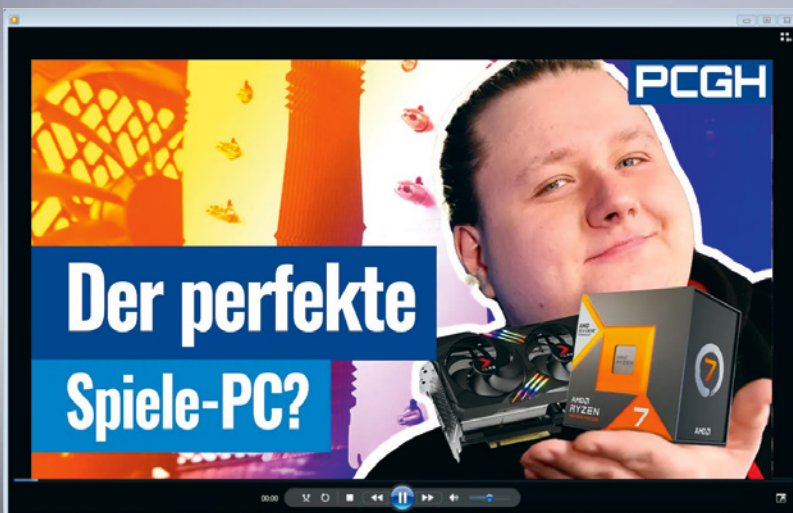
tung als etwa Time Spy. Was wenig bekannt ist: Der Hardware-Einfluss auf die Scores ist keine Einbahnstraße. Eine schnelle Grafikkarte kann den CPU-Score fast ebenso kräftig nach oben ziehen wie der neue, starke Prozessor die erzielten Grafikpunkte.

Für beste Grafik-Scores ist also maximales Übertakten von CPU und Hauptspeicher angeraten. „Alles, was geht“ lautet die Devise, denn die vorgenommenen Einstellungen müssen nur während der Benchmark-Läufe stabil sein. Deshalb können auch UEFI-Spannungen höher gesetzt werden als im Dauerbetrieb. Testläufe müssen sicherstellen, dass das CPU- und RAM-Overclocking während der Benchmark-Runs stabil bleibt. Nichts ist ärgerlicher, als einen guten 3DMark-Score nach erfolgreich absolvierten Grafiktests während des abschließenden CPU-Tests durch einen Bluescreen ruiniert zu sehen.

Ein „Anschieben“ des Grafik-Scores durch die starke, übertaktete CPU

ANZEIGE

Top-Videos



Videos
auf der aktuellen
Heft-DVD
Jetzt
anschauen

Mega Effizienz-PC

Wir haben für Sie die idealen Komponenten mit dem richtigen Tuning versehen: heraus kommt ein super effizientes und leistungsstarkes System!

kann unterstützt werden durch die Abschaltung der Multithreading-Funktionen des Prozessors, bei aktuellen Intel-Modellen auch der Verzicht auf aktive E-Cores. Ob das Benchmark-Punkte bringt, muss im Einzelfall geprüft werden. Wichtig scheint die Anzahl der zur Verfügung stehenden CPU-Kerne zu sein – je mehr, desto besser. Das Abschalten virtueller Threads kann die OC-Fähigkeit der CPU verbessern – gleiche Spannung ermöglicht höheren Takt. Außerdem sinkt die Leistungsaufnahme.

Netzteil. Dies wird dann wichtig, wenn die Leistung der Stromversorgungseinheit an ihre Grenzen kommt, etwa aufgrund von BIOS- und Spannungs-Mods. Das kann schneller geschehen als dem ambitioniertem Bencher lieb ist. Was fürs Spielen eine angemessene Netzteilleistung ist, kann beim 3DMark-Benchen schnell knapp werden. Zum leistungsfressenden Übertakten und womöglich Überspannen mit erweiterten BIOS-Grenzen addiert sich der enorme Leistungshunger einiger 3DMarks. Time Spy nimmt auch im achten Jahr seiner Existenz in der Spitze seines Grafiktests 2 rund ein Viertel mehr Energie auf als moderne Raytracing-Vollpreis-Spieletitel. Im Alltag wären nur äußerst wenige Spiele – wie etwa die Metro Exodus Enhanced Edition – ähnlich wathungrig.

Ob die PSU Ihres Rechners stark genug ist für Ihre Ambitionen, teilt es Ihnen auf drastische Weise mit: Wenn nicht, schaltet es den Rechner mitten im Benchmark-Run ab. Soll deshalb ein neues, stärkeres angeschafft werden, erwägen Sie neben höherer Nennbelastbarkeit bitte die Berücksichtigung zweier weiterer Merkmale: Erfüllung der ATX-3-Spezifikation und (optionalen) Single-Raid-Betrieb. Ersteres fängt unter anderem Last- und Spannungsspitzen besser ab, auch aufgrund der stark erhöhten maximalen Anstiegsgeschwindigkeit unter Last. Das Zweite stellt die gesamte 12-Volt-Leistung nötigenfalls auf einem Kanal – hier: Ihrer Grafikkarte – zur Verfügung. Ihr altes Netzteil muss anschließend nicht notwendigerweise dem Gebrauchtmarkt zur Verfügung gestellt werden: Extrem-Bencher mit sehr starker Hardware schalten schon mal zwei PSUs per Überbrückungsstecker hintereinander, weil in ihren Highscore-Runs selbst aktuelle 1.500-Watt-Teile in die Knie gehen können.

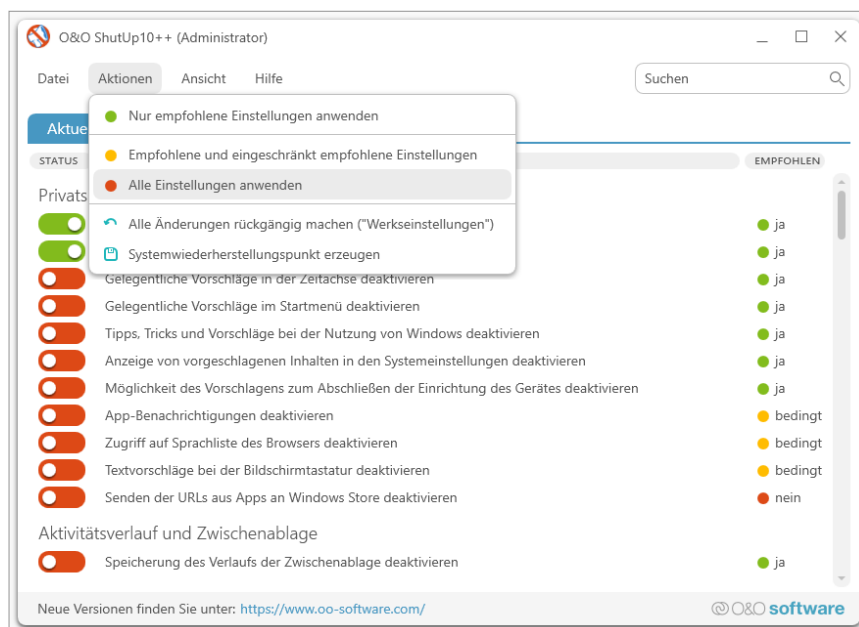
Monitor. Die interne Auflösung des Benchmarks wird vom Programm selbst festgelegt. So kann etwa das 4K-Programm Time Spy Extreme auf einem WQHD-Bildschirm laufen und der Full-HD-Benchmark Fire Strike auf dem UHD-Screen. Theoretisch sollte der verwendete Monitor somit keinen Einfluss

auf das Ergebnis haben. Dennoch schwören einige Anwender, dass eine Reduzierung der Auflösung in Windows den Score erhöht. Es gibt sogar den Ratschlag, zum Benchen kleine Geräte mit niedriger nativer Auflösung zu verwenden. Zur Kategorie Benchmark-„Voodoo“ hingegen dürfte die Behauptung zählen, DVI oder HDMI statt einer Display-Port-Verbindung zwischen Grafikkarte und Bildschirm sei punktefördernd. Manchmal sieht man Muster, wo es nur Messungenauigkeiten gibt.

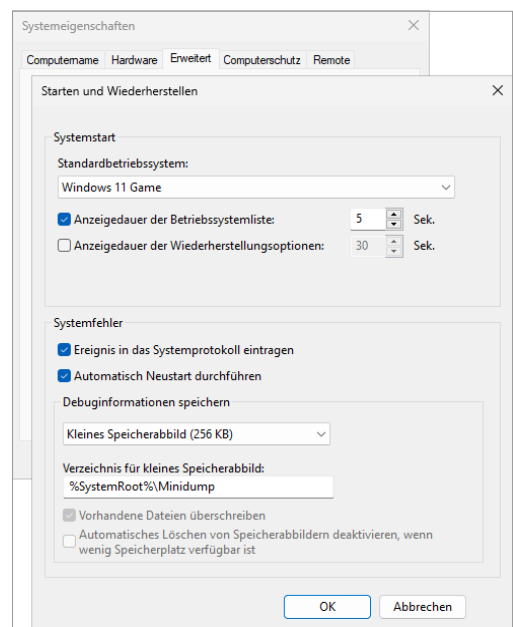
UEFI und Windows

Unified Extensible Firmware Interface. Haben Sie die passende maximale Übertaktung für CPU und RAM gefunden, legen Sie im UEFI Ihres Mainboards ein separates OC-Profil dafür an, das Sie zum Benchen aufrufen. In diesem Profil können Sie weitere Systemfunktionen reduzieren, um die Aufgabenlast Ihrer Hardware jenseits der reinen Bench-Anwendung zu minimieren: Schalten Sie WiFi, Bluetooth und den Sound-Chip ab, außerdem die Virtualisierung (VT) und Trusted Computing (TPM). Ob solche Maßnahmen tatsächlich etwas bringen, ist umstritten. Trotzdem gibt es Benchmark-Extremisten, die noch weitergehen: Sie stecken nicht verwendete SSDs ab und prüfen alle USB-Ports im UEFI auf die Notwendigkeit einer Aktivierung.

Hintergrundlast in Windows minimieren. So wenig wie möglich andere Aufgaben sollen die Leistungsträger Grafikkarte, CPU und RAM während des Benchmark-Laufs zu erfüllen haben. Im täglich genutzten, vielleicht nicht mehr ganz frischen Gaming-System, das womöglich auch für Grafik-, Video- und Office-Arbeiten genutzt wird, ist das keine einfach zu erfüllende Aufgabe. Mindestens alles, was GPU-Last erzeugt, muss weg. Zweitmonitor bitte abstecken, Ambientebeleuchtung, die das Videosignal analysiert, abschalten. Auch ein aktiver Desktop-Hintergrund erzeugt Grafiklast, die dem 3DMark-Programm nicht zugutekommen kann. Alle laufenden Apps wie etwa ein Browser werden geschlossen. Weil in einigen 3DMarks die CPU-Leistung zu den Grafikpunkten beiträgt, gilt das Prinzip Lastverringern auch für den Hauptprozessor. Was ihn während des Benchmark-Runs ablenken könnte, sollte ausgeschaltet sein. Die „Prozesse“-Anzeige im Windows-Taskmanager ist dafür ein guter Indikator. Wer möchte, beendet Hintergrund-Apps, die per Autostart mitgestartet wurden, besser: deaktiviert sie und startet Windows neu. Weitere Maßnahmen werden im Textkasten „Windows für Benchmarks optimiert“ genannt. Stets geht es darum, Einstellungen oder Anwendungen zu finden und abzuschalten, die Prozessor-, Speicher-



O&O ShutUp10++ ermöglicht kleinteilige Einstellungen zu Komfort- und Sicherheitsfunktionen, Telemetrie und Privatsphäre – auch unter Windows 11.



Die Starteinstellungen für das neue Dualboot-System nehmen Sie in Windows vor.

Der Weg zu Ihrem Bench-Windows

Benötigte Hardware:

- Leere SSD oder etwa 75 GiB freien Speicherplatz als separate Partition, herstellbar über die Datenträgerverwaltung oder ein Partitionierungsprogramm
- USB-Stick, min. 8 GiB

Benötigte Software:

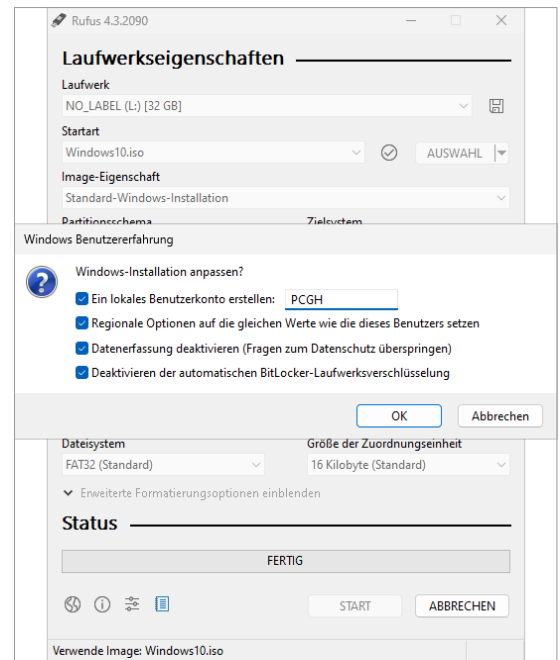
- Ihr lizenziertes, aktiviertes Windows
- Windows 10 Datenträgerabbild (ISO-Datei von microsoft.com)
- Netzwerktreiber für den Internet-Adapter, erhältlich als Download auf der Website Ihres Mainboards-Herstellers

Empfohlene Software:

- Rufus, freie Software für die Erstellung eines bootfähigen USB-Sticks
- O&O ShutUp10++, Software zur Kontrolle von Privatsphäre, Telemetrie und Komfortfunktionen in Windows
- EasyBCD, Software zum Anpassen des Windows Bootloaders

Einzelschritte:

1. Bereitstellen einer Partition oder SSD für das Zweit-Windows
2. Netzwerktreiber in einen Ordner speichern, auf den nach der Installation zugegriffen werden kann
3. USB-Stick an den Rechner anschließen, mit Rufus die heruntergeladene Windows-ISO-Datei auswählen, Prozess starten
4. Windows-Installation in Rufus wie im Screenshot gezeigt mit einem Benutzerkonto Ihrer Wahl anpassen
5. Nach Fertigstellung Rechner neu starten, im UEFI den USB-Stick als erstes Boot-Gerät wählen und starten, Internetverbindung trennen (Netzkabel ziehen)
6. Im Windows-Setup (benutzerdefinierte Installation) die gleiche Lizenz wie im vorhandenen Windows wählen, als Ziel die gewünschte leere SSD/Partition auswählen
7. Während der Installation folgende Optionen anklicken: "Ich habe keinen Product Key", "Ich habe kein Internet", "Weiter mit eingeschränktem Setup"
8. Nach nötigen Neustarts und Abschluss der Installation Netzkabel einstecken, Netzwerktreiber installieren und Windows Updates durchführen



Mit einem Tool wie Rufus wird der bootfähige USB-Stick erstellt. Die anschließende Windows-Installation erfolgt ohne Internetverbindung mit lokalem Benutzerkonto.

oder GPU-Last erzeugen können, aber für die reine 3DMark-Funktionalität nicht notwendig sind. Gehen Sie bei der Verschlinkung so intensiv vor, wie Sie Lust haben und Ihre Windows-Kenntnisse es erlauben. Lassen Sie Umsicht walten bei der Deaktivierung von Geräten und Systemdiensten; dort sollten Sie wissen, was Sie tun. Am besten erzeugen Sie vor Beginn der Entschlackungskur ein Systemabbild, zu dem Sie jederzeit zurückkehren können. Das geht mit Bordmitteln über die Systemsteuerung.

Bench-Windows

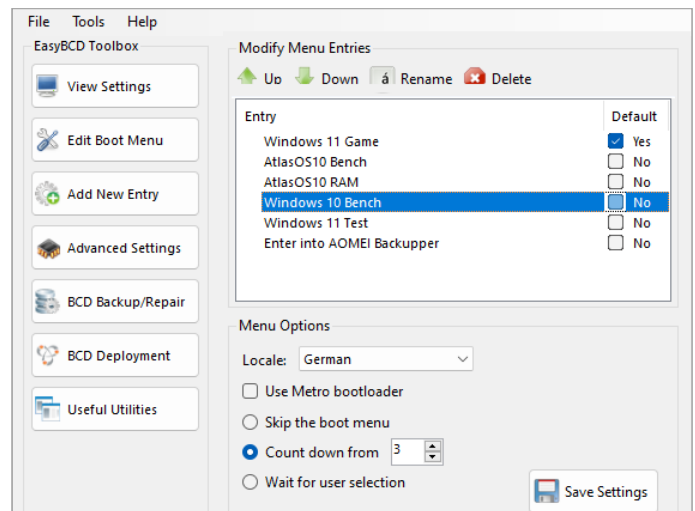
Je besser Ihre Vorbereitung für die nächste Benchmark-Session, desto größer der Aufwand. Nicht nur müssen Sie sich jede einzelne Maßnahme merken, hinterher will alles auch wieder für den Standardbetrieb hergerichtet werden. Wer regelmäßig bencht und sich nicht jedes Mal die vielen Einzelschritte aufbürden möchte, richtet deshalb ein Zweitsystem ein – eine separate Windows-Installation im selben Rechner, mit nur dem Allernotwendigsten bestückt und für Benchmarks optimiert. Das ist ein gewis-

ser Aufwand. Einmal installiert und optimiert, steht Ihnen das Zweitsystem aber jederzeit zur Verfügung und der Konfigurationsaufwand für das Hauptsystem entfällt. Ein „altes“ Windows, das auch für andere Aufgaben genutzt wird, lässt sich nie in den schlanken Zustand direkt nach seiner Erstinstallation zurückversetzen. Ihre 3DMark-Highscores werden es Ihnen danken, denn der Unterschied ist messbar. Tipp: Richten Sie als Zweitsystem Windows 10 ein. Die Grafikleistung ist unter Windows 11 zwar genauso gut, der CPU-Score fällt nach allgemeiner Erfahrung aber geringfügig niedriger aus, was sich in CPU-limitierten Benchmarks wie 3DMark Time Spy auf den Grafikscores auswirken kann. Die minimale Minderleistung des neueren Betriebssystems ist auch dann messbar, wenn Windows-11-exklusive Sicherheitsfunktionen wie der Hardware-geschützte Stapelschutz im Rahmen der Kernisolierung oder das Trusted Platform Module (TPM) ausgeschaltet wurden.

Zur weiteren Optimierung empfohlen werden kann der Einsatz der



Dualboot oder Multiboot? Sie sind nicht auf zwei Installationen beschränkt.



EasyBCD ersetzt das Windows-Befehlszeilenprogramm bcdedit zur Bearbeitung der Bootloader-Dateien.

Windows für Benchmarks optimiert

Manuelle Maßnahmen

- Prüfen, ob der Spielmodus aktiv ist („System“ -> „Spielen“) sowie das hardwarebeschleunigte GPU-Scheduling („System“ -> „Bildschirm“ -> „Grafik“ -> „Standardgrafik-Einstellungen“)
- Prüfen, ob rBAR/SAM aktiv ist (Gerätemanager, Eigenschaften der Grafikkarte, „Großer Speicherbereich“ bei „Ressourcen“)
- Visuelle Effekte abschalten („System“ -> „Erweiterte Systemeinstellungen“ -> „Leistung“)
- Windows-Energieplan „Höchstleistung“ einstellen
- Autostart-Programme im Taskmanager deaktivieren
- Windows Updates aussetzen

Im separaten Bench-System zusätzlich

- Alle nicht benötigten Apps und Widgets deinstallieren
- Grafiktreiber in Minimalausführung installieren, sofern möglich. Für AMD-Karten wird die „Nur-Treiber“-Installation empfohlen; übertaktet werden kann dann mit dem MoreClockTool. Nvidia-User sollten auf die Installation von GeForce Experience verzichten.
- Im Gerätemanager nicht benötigte/nicht eingesetzte Geräte deaktivieren
- In der Systemkonfiguration (Windows + R -> „msconfig“ -> „Dienste“) Nicht-Microsoft-Dienste deaktivieren

- Windows-Aufgabenplanung auf zu häufig durchgeführte oder verzichtbare Tasks prüfen, deaktivieren

Letzte Schritte vor dem Highscore-Run

- Rechner mit speziellem UEFI-OC-Profil neu starten
- Windows mindestens drei Minuten lang zur Ruhe kommen lassen
- Grafikkartenübertaktung, Over-/Undervolting, Lüfter-/Pumpenprofile einstellen
- Alle Apps außer 3DMark schließen, auch Sensorprogramme wie GPU-Z oder HWINFO64
- Netzwerkadapter über den Gerätemanager deaktivieren

Software O&O ShutUp10++. Für Ihr Bench-Windows können Sie unter „Aktionen“ bedenkenlos „Alle Einstellungen anwenden“ wählen. Nehmen Sie das Angebot des Programms an, zuvor einen Wiederherstellungspunkt in Windows zu erstellen. Nach einem Neustart sind die Änderungen wirksam. Sind Sie mit einzelnen davon nicht einverstanden, können Sie diese punktuell oder vollständig rückgängig machen.

Dualboot per Windows Bootmanager.

Um wieder in Ihr Haupt-Windows zu gelangen, editieren Sie den Windows Bootloader, der nun zwei Einträge enthält. Öffnen Sie nach Rechtsklick auf den Start-Button „System“, dort „Erweiterte Systemeinstellungen“ und im neuen Fenster „Starten und Wiederherstellen“. Im nächsten Fenster wählen Sie unter „Standardbetriebssystem“ das alte Windows aus. Darunter bestimmen Sie per Häkchen, ob und für wie viele Sekunden der Bootloader die Betriebssystem-Auswahlliste anzeigen soll. Dann kann nach jedem UEFI-Post entschieden werden, welche Version gestartet werden soll.

Mehr Möglichkeiten zur Anpassung der Startkonfiguration bietet das Werkzeug EasyBCD. Die grafische Benutzeroberfläche für das Editieren der BCD-Dateien sollte allerdings nicht zum Experimentieren verleiten: Eine Fehlkonfiguration der „Boot Configuration Data“ kann dazu führen, dass kein Windows mehr startet. Im Fall der Fälle hilft die sinnvolle Backup-Funktion. In der Programmoberfläche ebenfalls

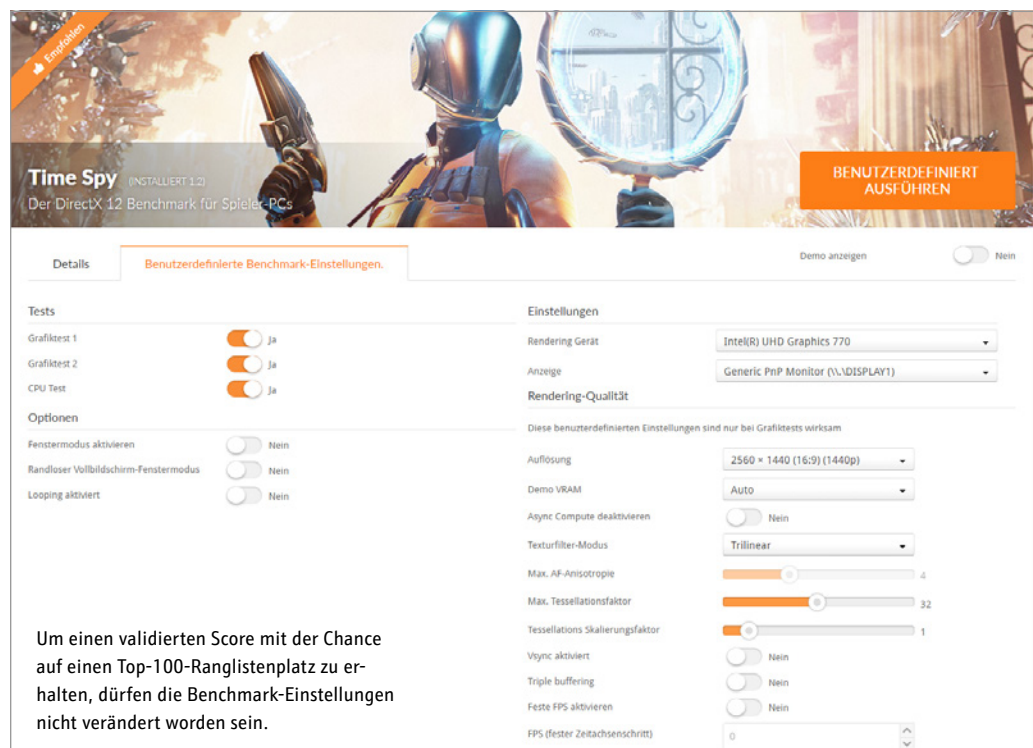
angeboten werden Downloads zu artverwandten Mini-Tools wie etwa iReboot, das nach Installation in der Taskleiste residiert und auf Mausklick direkt in ein anderes installiertes OS bootet. Sinnvoll ist das, wenn viel getestet oder gebenchet wird oder Sie das System mit multiplen Windows-Installationen versehen haben.

Modifizierte Windows-Installationen

Gibt es Alternativen zum aufwändig handoptimierten Bench-Windows? Ja. Wer bereit ist, die Verschlingung in fremde Hände zu geben, greift

auf eine der Community-modifizierten Windows-Installationen wie ReviOS, Tiny 11 oder AtlasOS (siehe PCGH-News vom 28.11.23) zurück. Solche Projekte versprechen ein hardwareseitig anspruchsrduziertes Windows mit weniger vorinstallierten Apps und Features, mehr Privatsphäre und besserer Performance. Für unsere Benchmark-Zwecke erweist sich AtlasOS 10 als gut geeignet. Dieses Windows ist bereits von Haus aus um viele der Funktionen reduziert, die ansonsten in Eigenregie modifiziert oder abgeschaltet werden müssten. Darüber hinaus legt das AtlasOS-Playbook

Hand an Apps, deren Entfernen Microsoft mit Windows-Bordmitteln gar nicht zulässt. So verschwindet etwa der vorinstallierte Microsoft-Browser Edge vom System, und der Echtzeitschutz des obligatorischen Windows Defenders kann optional auch permanent deaktiviert werden. Für unsere Zwecke ist gerade letzteres interessant. Denn der Hintergrund-Scan auf Schadsoftware kostet messbar Prozessor-Leistung, lässt sich im Standard-Windows aber immer nur kurzzeitig abschalten. Weitere Infos und Details zu AtlasOS finden Sie unter <https://docs.atlasos.net>.



Tipps zur Organisation von Multiboot-Systemen

Wenn Sie ohnehin über mehrere SSDs und Partitionen jenseits Ihrer Original-Windows-Partition verfügen, kann es eine gute Idee sein, einige der Ordner, die von Windows standardmäßig unter „C:\Users\IhrBenutzername“ angelegt werden, dorthin zu verschieben. Gemeint sind die Bibliotheksordner, etwa Bilder, Dokumente und Downloads. Befinden die sich woanders als Ihr Windows, kann ihnen keine Neuinstallation und nicht mal die Formatierung der Systempartition etwas anhaben. In Zusammenhang mit parallelen Windows-Installationen entstehen praktische Vorteile, wenn diese Standardordner nur einmal existieren und Sie von jedem Windows aus darauf zugreifen können. Um das zu erreichen, rechtsklicken Sie im neuen Windows auf einen solchen Ordner, wählen in seinen Eigenschaften „Pfad“ und verschieben ihn nach Klick auf die gleichnamige Schaltfläche in das existierende Verzeichnis gleichen Namens. Zuvor haben Sie in der Datenträgerverwaltung von Windows sichergestellt, dass alle Partitionen außer dem „C:“ des jeweils aktiven Betriebssystems in beiden Installationen identische Laufwerksbuchstaben besitzen. Falls Sie Microsoft OneDrive nutzen und die Inhalte des Desktops darauf sichern, kann auch dieser Pfad vom Bench-Windows verschoben werden, diesmal aber auf das Desktop-Verzeichnis des Hauptsystems. Nur dort sollte OneDrive installiert und aktiv sein. In der Folge haben Sie alle Daten, die Sie oft benötigen und die sich deshalb auf dem Desktop befinden, in jedem System in Reichweite und sofort verfügbar. Gleiches gilt für Downloads, Dokumente und was immer Sie für wertvoll genug halten, um von überall darauf zugreifen zu wollen.

Benchen mit 3DMark

Die 3DMark-Programm-Suite kann als Advanced Edition per Download entweder direkt bei UL oder über die Spieleplattformen Steam und Epic erworben werden. Die Standalone-Version vom Hersteller hat den Vorteil, dass das Programm ohne im Hintergrund laufende Spiele-Launcher gestartet wird – siehe den Punkt „Hintergrundlast minimieren“. Auf der anderen Sei-

te sind die Steam- oder Epic-Angebote oft im Preis reduziert; zum Redaktionsschluss endete bei Epic wieder einmal ein „75 %-off“-Angebot von 33,99 Euro auf 8,49 Euro. Der Anwender darf entscheiden, ob ihm die Unabhängigkeit von der Software der Vertriebsplattformen einen Mehrpreis wert ist. Zur kostenlos bei Steam erhältlichen Basic Edition kann hingegen nur zum Hineinschnuppern in die 3DMark-Welt geraten werden. Wichtige Benchmarks fehlen im Programmpaket, und die drei Einzeltests im enthaltenen Time Spy müssen eine vorgeschaltete Demo erdulden, was die Laufzeit jedes Durchgangs verlängert und Grafikkarte und System unnötig aufheizt.

Die Programmbedienung ist einfach: Wählen Sie den gewünschten Benchmark aus und starten Sie ihn. Nach dem Klick auf „Ausführen“ scannt das enthaltene „SystemInfo“-Modul Ihre Systemkomponenten und startet dann den Durchlauf. Um ein gültiges Ergebnis zu erhalten, dürfen die Benchmark-Einstellungen vorab nicht verändert werden. Abgewählt werden darf lediglich der in einigen Benchmarks angebotene Demo-Modus. Als ungültig markiert wird ein Run auch dann, wenn er mit Grafikeinstellungen im Treiber durchgeführt wurde, die dazu geeignet sind, die Fps-Leistung zu erhöhen.

Ein validierter Score, zu erkennen am weißen Häkchen im grünen Kreis oben links neben dem Benchmark-Namen, lässt sich mit „Ergebnis online vergleichen“ in die UL-Datenbank hochladen und auf deren Website veröffentlichen und betrachten. Dazu genügen zwei weitere Klicks im vom Programm geöffneten Browser auf „Vergleichen“ und „Resultat hinzufügen“. Es öffnen sich Eingabefelder für CPU und GPU sowie ein Auswahlménü für die Benchmarks. Auf der anschließend generierten Webseite erscheinen die 100 besten Scores zur getroffenen Auswahl. Dort kann weiter gefiltert werden, etwa nach Gesamt-, GPU- oder CPU-Score. Um nur das beste Ergebnis jedes registrierten Teilnehmers anzeigen zu lassen, wird der Suchmodus „Leaderboard“ ausgewählt. Wer es nicht in die Top 100 schafft, beschränkt das Suchergebnis auf sein Her-

Maßnahmen und ihre Wirkkraft

Große Wirkung

★	GPU übertakten
★	VRAM übertakten
★	Grafikkartenkühlung
	Mehr Power (GPU-BIOS-Modifikation)
	Mehr Spannung (GPU-Voltage-Modifikation)

Mittlere Wirkung

★	Chiplück/Selektion
★	Undervolting (im Powerlimit)
★	CPU übertakten *
	Grafiklastige Anwendungen beenden
	Optimiertes „Bench-Windows“ oder modifiziertes „Minimal-Windows“ verwenden

Kleine Wirkung

★	Hauptspeicher übertakten *
	Zweitmonitor abklemmen
	Monitораuflösung reduzieren/Monitor mit geringerer Auflösung verwenden
★	rBAR/SAM aktiv
★	CPU-lastige Anwendungen/Widgets beenden, Anzahl der Windows-Prozesse reduzieren, Autostart-Apps deaktivieren
★	Microsoft Defender Echtzeitschutz aussetzen
	Windows-Komfortfunktionen abschalten, Telemetrie minimieren, auf Wunsch Fremdsoftware dafür nutzen
	Visuelle Effekte abschalten

Minimale/unbekannte Wirkung

★	Nicht benötigte Apps deinstallieren
	Grafiktreiber im Minimalumfang installieren
	Windows-Energieplan „Höchstleistung“ einstellen
★	Windows Updates aussetzen
★	Nicht benötigte Aufgaben, Dienste und Gerätetreiber abschalten
★	Kernisolierung abschalten
★	Spielmodus und hardwarebeschleunigtes GPU-Scheduling aktivieren
	Netzwerkadapter deaktivieren
	Nicht benötigte Hardware-Funktionen/Geräte im UEFI abschalten
	Grafikkartenbeleuchtung abschalten

* Die Wirkung ist abhängig vom gewählten Benchmark

kunftsland. Genügt das auch nicht, kann die eigene CPU zusätzliches Filterkriterium werden.

Ein kostenloser User-Account auf der UL-Website ist notwendig, damit Ihre Scores unter Ihrem Benutzernamen erscheinen. Damit dieser auch auf der mit Zusatzinfos gespickten Detailseite Ihres Benchmark-Ergebnisses erscheint, sollten Sie während des Uploads angemeldet sein. Jeder Benchmark-Lauf, ob erfolgreich oder abgebrochen, wird lokal unter „3DMark“ im „Dokumente“-Ordner des angemeldeten Windows-Benutzers gespeichert. Nach Klicks auf „Ergebnisse“ und „Laden“ in der 3DMark-Programmoberfläche können bereits durchgeführte Runs wieder ins Programm geladen werden. Sofern Sie der Empfehlung folgen, ein separates Bench-System zu installieren, zahlt sich das Zusammenlegen der Bibliotheksordner nun aus – so ha-

ben Sie alle 3DMark-Ergebnisse an einem Ort gespeichert.

Summa summarum

Nicht jeder Hinweis in diesem Leitfaden wird für Top-Grafik-Scores sorgen – die Gesamtheit der Puzzlesteine ergibt das Bild. Gut vorbereitete Hardware und Software sind eine Seite der Medaille, Geduld und Beharrlichkeit die andere. Hinter jedem Highscore in den Top 10 der Rankings stecken oft hunderte einzelner Benchmark-Durchgänge, in denen vielleicht nur ein einziges Millivolt oder Megahertz den Misserfolg vom ersehnten Ranglistenplatz trennte.

Falls Benchmarks Sie nur am Rande interessieren, war es eine gute Idee, dennoch weiterzulesen. Denn von einigen Tipps in diesem Artikel profitiert auch das reine Gaming! Ersetzen Sie einfach den Begriff „Score“ durch „Fps“.

(rsk)

Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten

www.pcgameshardware.de/cpu



David Ney
Fachbereich Prozessoren
E-Mail: post@pcgh.de

Kommentar

Warum ich nicht primär für mehr Fps bereit bin, eine neue CPU zu kaufen.

Das mag seltsam klingen, aber wenn ich mein Kaufverhalten die letzten Jahre analysiere, dann wird mir klar, dass neue Prozessoren nicht unbedingt in meinen PC wanderten, weil ich mehr CPU-Leistung gebraucht hätte. Es ist mehr die neue Erfahrung mit dem frischen Board, dem neuen UEFI und den erweiterten Möglichkeiten, Einfluss auf die Leistungsaufnahme und andere Dinge zu nehmen. Ich mache es da ein wenig wie Raff, der sich zwar immer die schnellste Grafikkarte kauft, diese jedoch am Existenzminimum betreibt, um maximal viel Fps pro Watt herauszuholen. Das funktioniert mit CPUs genauso gut wie mit Grafikkarten, das wissen Sie ja.

Im Moment spiele ich zum Beispiel Last Train Home (bitte schauen Sie sich diesen Titel an, der ist richtig, richtig gut) und habe dabei mal geschaut, was mein Prozessor so macht: Die acht Kerne pendeln zwischen dem Energiesparmodus und 4,2 GHz bei einer Leistungsaufnahme von etwa 18 Watt. Auf dem Bildschirm sehe ich felsenfeste 80 Fps. Es ist offensichtlich, dass die CPU viel zu schnell für diesen Titel ist, aber ich finde es geil, wie schnell dieser Prozessor ist, wenn es gelingt, bei nur 18 Watt mein Fps-Ziel zu erreichen. Vermutlich hätte auch ein Ryzen 5 7500F gereicht, aber dessen sechs Kerne bräuchten dann garantiert mehr als 18 Watt.

Man kann das natürlich nicht auf alle Spiele übertragen. Pro Jahr kommen so ein oder zwei Titel heraus, die meinen Rechner an seine Grenzen bringen, und das ist auch gut so. Aber das Gros der Spiele, die ich installiere, würde auch noch auf einem Ryzen 5 3600 flüssig laufen. Trotzdem nutze ich lieber die schnellste verfügbare Hardware ;-)



Intel Core Processors 14th Gen Mainstream Desktop

Maximizing Real-World Performance
Something for everyone - Faster cores for amazing performance - **Up to 5.8GHz***
NEW Intel® Processor delivering everyday performance

Powerful Features & Flexibility
Backward compatibility, support for DDR4/DDR5¹, continued support for in-box coolers
Best-in-Class Connectivity

A Leap in Creator Performance
Increased E-cores, threads and cache for Core i7 SKUs to keep people in the creative flow
Up to 37% better multi-threaded performance

18 NEW SKUs (65W and 35W) for gaming, creation and productivity

intel. Embargoed Until January 8th 2024 @ 3 PM PT

*Up to 5.8GHz on Intel Core i9-14900. Multi-threaded performance on Aduark 3rd Max. Max. TDP. See Intel® Processor 14th Gen Processor M3000 or Intel® Processor 14th Gen Processor M3000 for details. © 2024 Intel Corporation.

Bild: Intel

Intel denkt auch an den Mainstream

Für einen Test in dieser Ausgabe kamen die CPUs leider zu spät, aber wir unterrichten Sie jetzt über alle Neuerungen im Mainstream-Desktop bei Intel.

Intel eröffnet das Jahr mit zahlreichen neuen Prozessoren und rundet sein Portfolio damit nach unten ab. Leider versprechen die Bezeichnungen deutlich mehr Neuheiten, als tatsächlich vorhanden sind. PCGH schlüsselt auf:

Core i3-14100F bis Core i5-14500 sind alte Bekannte. Dahinter verbergen sich nämlich nichts anderes als die bekannten Prozessoren aus der 13. Core-Generation, die ihrerseits auf der Technik der 12. Core-Generation basieren. Neu ist nur die „14“ vorn und minimal mehr Takt. Ähnlich ist es auch ab i7-14700(F) bis i9-14900(F), wobei sich diese zumindest auf den Pendants der 13. Core-Generation berufen können.

Aber ein i7-14700(F) bietet wie sein K-Vorbild natürlich auch 12 statt 8 E-Cores des Vorgängers. Diese sind jedoch durch das TDP-Budget ziemlich begrenzt und dürften daher kaum so hoch takten wie beim K-Modell. Spannend ist auch der 14-Kerner i5-14600. Anders als sein Vorgänger setzt dieser (endlich) auf den Raptor-Cove-Unterbau, wie man es schon beim 13600 erwartet hat. Das bringt eine höhere Speicherfreigabe und etwas mehr Takt mit sich.

Intel macht nur einen Fehler: Sie bieten diese CPU viel zu spät an. Vor einem Jahr, in Form des Core i5-13600, hätte es längst so eine CPU geben können, doch Intel wollte das offensichtlich nicht. Im zweiten Halbjahr 2024 erwarten wir Intel Arrow Lake. Ob sich der Griff jetzt noch zum Sockel 1700 lohnt, der keine neuen CPUs mehr erhält, entscheiden Sie ganz allein. (dn)

Prozessor	Kerne/Threads	Basis-/Turbotakt	L2	L3	Speicher	TDP	MSRP
Core i9-14900	24 (8P+16E) / 32	2,0/5,8 GHz	32 MiB	36 MiB	DDR5-5600	65 W	\$549
Core i9-14900F	24 (8P+16E) / 32	2,0/5,8 GHz	32 MiB	36 MiB	DDR5-5600	65 W	\$524
Core i7-14700	20 (8P+12E) / 28	2,1/5,4 GHz	28 MiB	33 MiB	DDR5-5600	65 W	\$384
Core i7-14700F	20 (8P+12E) / 28	2,1/5,4 GHz	28 MiB	33 MiB	DDR5-5600	65 W	\$359
Core i5-14600	14 (6P+8E) / 20	2,7/5,2 GHz	20 MiB	24 MiB	DDR5-5600	65 W	\$255
Core i5-14500	14 (6P+8E) / 20	2,6/5,0 GHz	11,5 MiB	24 MiB	DDR5-4800	65 W	\$232
Core i5-14400	10 (6P+4E) / 16	2,5/4,7 GHz	9,5 MiB	20 MiB	DDR5-4800	65 W	\$221
Core i5-14400F	10 (6P+4E) / 16	2,5/4,7 GHz	9,5 MiB	20 MiB	DDR5-4800	65 W	\$196
Core i3-14100	4 (4P+0E) / 8	3,5/4,7 GHz	5 MiB	12 MiB	DDR5-4800	60 W	\$134
Core i3-14100F	4 (4P+0E) / 8	3,5/4,7 GHz	5 MiB	12 MiB	DDR5-4800	60 W	\$109
Intel Processor 300	2 (2P+0E) / 4	3,9 GHz	2,5 MiB	6 MiB	DDR5-4800	46 W	\$82

Prozessor-Leistungsindex

Preis-Leistungsindex Effizienz-Index (Spiele-Verbrauch) Gesamtindex Spiele Anwendungen

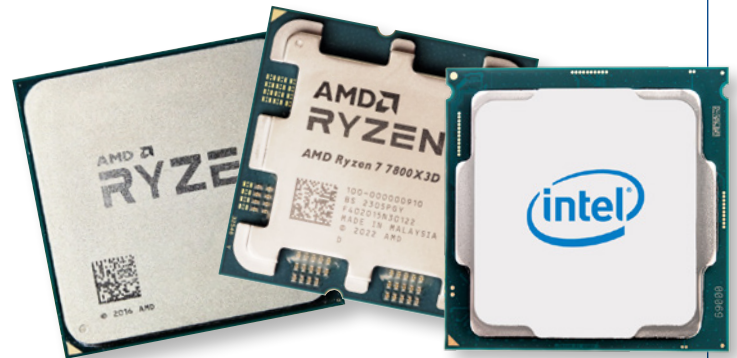
BESSER ►
Normierte Leistung

Intel Core i9-14900K 5,70/4,40 GHz – 8p+16e/32t – So. 1700 43,3 % – 615 € 43,5 % – 156 W	100,0 % ATLAS: 189 HGL: 74 R&C: 163 STL: 95 3DMAX: 15815 HAND: 118 BG3: 115 LoF: 160 STAR: 122 X4: 74 7ZIP-K: 145315 V-RAY: 26177 F1 23: 146 MSFS: 71 ANNO: 68 CP77: 112 7ZIP-D: 205750 CORO: 12161	Intel Core i9-11900K 5,1 GHz – 8p/16t – So. 1200 42,0 % – 325 € 33,7 % – 130 W	66,2 % ATLAS: 166 HGL: 51 R&C: 101 STL: 82 3DMAX: 8577 HAND: 261 BG3: 83 LoF: 109 STAR: 85 X4: 48 7ZIP-K: 73234 V-RAY: 11064 F1 23: 113 MSFS: 52 ANNO: 44 CP77: 72 7ZIP-D: 93170 CORO: 4878
Intel Core i9-13900K 5,50/4,30 GHz – 8p+16e/32t – So. 1700 50,3 % – 605 € 46,4 % – 141 W	97,2 % ATLAS: 188 HGL: 71 R&C: 161 STL: 90 3DMAX: 15425 HAND: 122 BG3: 114 LoF: 156 STAR: 121 X4: 75 7ZIP-K: 145498 V-RAY: 25709 F1 23: 143 MSFS: 68 ANNO: 67 CP77: 111 7ZIP-D: 198108 CORO: 11751	AMD Ryzen 5 7600 5,1 GHz – 6p/12t – So. AM5 80,0 % – 205 € 69,0 % – 57 W	65,7 % ATLAS: 163 HGL: 54 R&C: 107 STL: 85 3DMAX: 6388 HAND: 307 BG3: 85 LoF: 116 STAR: 84 X4: 47 7ZIP-K: 77717 V-RAY: 10955 F1 23: 125 MSFS: 53 ANNO: 41 CP77: 73 7ZIP-D: 94987 CORO: 4769
Intel Core i7-14700K 5,50/4,30 GHz – 8p+12e/24t – So. 1700 46,4 % – 420 € 41,8 % – 157 W	92,9 % ATLAS: 185 HGL: 64 R&C: 161 STL: 95 3DMAX: 14471 HAND: 127 BG3: 113 LoF: 159 STAR: 124 X4: 74 7ZIP-K: 138265 V-RAY: 22151 F1 23: 144 MSFS: 69 ANNO: 65 CP77: 112 7ZIP-D: 185241 CORO: 10777	AMD Ryzen 9 5900X 4,7 GHz – 12p/24t – So. AM4 52,3 % – 290 € 47,7 % – 91 W	64,6 % ATLAS: 124 HGL: 47 R&C: 97 STL: 79 3DMAX: 10260 HAND: 207 BG3: 79 LoF: 103 STAR: 78 X4: 41 7ZIP-K: 97596 V-RAY: 16134 F1 23: 108 MSFS: 50 ANNO: 37 CP77: 64 7ZIP-D: 158145 CORO: 6894
AMD Ryzen 9 7950X3D 5,1 GHz – 16c/32t – So. AM5 54,7 % – 580 € 81,4 % – 68 W	94,7 % ATLAS: 168 HGL: 73 R&C: 145 STL: 96 3DMAX: 14278 HAND: 157 BG3: 129 LoF: 129 STAR: 115 X4: 72 7ZIP-K: 125857 V-RAY: 27982 F1 23: 183 MSFS: 88 ANNO: 67 CP77: 107 7ZIP-D: 227188 CORO: 12157	AMD Ryzen 5 7500F 4,85 GHz – 6p/12t – So. AM5 90,3 % – 170 € 83,7 % – 46 W	64,0 % ATLAS: 156 HGL: 50 R&C: 104 STL: 83 3DMAX: 6363 HAND: 314 BG3: 84 LoF: 113 STAR: 82 X4: 41 7ZIP-K: 77024 V-RAY: 10930 F1 23: 122 MSFS: 51 ANNO: 40 CP77: 74 7ZIP-D: 94239 CORO: 4748
Intel Core i7-13700K 5,30/4,20 GHz – 8p+8e/24t – So. 1700 51,3 % – 385 € 43,8 % – 143 W	92,2 % ATLAS: 184 HGL: 64 R&C: 154 STL: 94 3DMAX: 12733 HAND: 136 BG3: 109 LoF: 155 STAR: 121 X4: 74 7ZIP-K: 125857 V-RAY: 20735 F1 23: 144 MSFS: 64 ANNO: 64 CP77: 110 7ZIP-D: 150967 CORO: 9692	Intel Core i5-13400F 4,10/3,30 GHz – 6p+4e/16t – So. 1700 64,4 % – 215 € 57,5 % – 68 W	62,6 % ATLAS: 147 HGL: 47 R&C: 97 STL: 79 3DMAX: 7334 HAND: 298 BG3: 75 LoF: 102 STAR: 83 X4: 51 7ZIP-K: 67182 V-RAY: 9997 F1 23: 112 MSFS: 44 ANNO: 44 CP77: 72 7ZIP-D: 78139 CORO: 4285
AMD Ryzen 7 7800X3D 5 GHz – 8p/16t – So. AM5 100,0 % – 375 € 100,0 % – 53 W	85,9 % ATLAS: 183 HGL: 66 R&C: 127 STL: 109 3DMAX: 8196 HAND: 250 BG3: 129 LoF: 158 STAR: 118 X4: 73 7ZIP-K: 102648 V-RAY: 14543 F1 23: 166 MSFS: 85 ANNO: 63 CP77: 108 7ZIP-D: 123564 CORO: 6305	AMD Ryzen 7 5800X 4,65 GHz – 8p/16t – So. AM4 70,1 % – 180 € 52,6 % – 75 W	61,6 % ATLAS: 136 HGL: 47 R&C: 90 STL: 80 3DMAX: 7756 HAND: 275 BG3: 77 LoF: 96 STAR: 80 X4: 41 7ZIP-K: 77410 V-RAY: 11617 F1 23: 110 MSFS: 50 ANNO: 38 CP77: 69 7ZIP-D: 111339 CORO: 4943
Intel Core i5-13600K 5,10/3,90 GHz – 8p+8e/24t – So. 1700 57,9 % – 315 € 49,9 % – 108 W	84,2 % ATLAS: 181 HGL: 61 R&C: 141 STL: 88 3DMAX: 10341 HAND: 176 BG3: 103 LoF: 145 STAR: 112 X4: 64 7ZIP-K: 110122 V-RAY: 16067 F1 23: 144 MSFS: 62 ANNO: 64 CP77: 102 7ZIP-D: 122160 CORO: 7430	AMD Ryzen 5 5600 4,45 GHz – 6p/12t – So. AM4 94,8 % – 125 € 81,1 % – 41 W	55,5 % ATLAS: 119 HGL: 44 R&C: 86 STL: 77 3DMAX: 5763 HAND: 367 BG3: 73 LoF: 92 STAR: 71 X4: 40 7ZIP-K: 64721 V-RAY: 8506 F1 23: 100 MSFS: 46 ANNO: 36 CP77: 62 7ZIP-D: 83146 CORO: 3579
AMD Ryzen 9 7950X 5,4 GHz – 16c/32t – So. AM5 34,6 % – 550 € 48,1 % – 110 W	82,7 % ATLAS: 139 HGL: 55 R&C: 124 STL: 85 3DMAX: 16198 HAND: 146 BG3: 92 LoF: 130 STAR: 101 X4: 50 7ZIP-K: 137863 V-RAY: 29857 F1 23: 124 MSFS: 58 ANNO: 44 CP77: 86 7ZIP-D: 243794 CORO: 13042		
Intel Core i9-12900K 4,90/3,70 GHz – 8p+8e/24t – So. 1700 50,0 % – 425 € 41,0 % – 127 W	78,1 % ATLAS: 173 HGL: 53 R&C: 125 STL: 82 3DMAX: 11736 HAND: 154 BG3: 90 LoF: 123 STAR: 103 X4: 55 7ZIP-K: 87320 V-RAY: 17709 F1 23: 123 MSFS: 54 ANNO: 50 CP77: 87 7ZIP-D: 130450 CORO: 8161		
AMD Ryzen 9 7900 4,7 GHz – 12c/24t – So. AM5 61,3 % – 400 € 63,7 % – 80 W	74,1 % ATLAS: 152 HGL: 52 R&C: 115 STL: 86 3DMAX: 11078 HAND: 189 BG3: 88 LoF: 128 STAR: 86 X4: 50 7ZIP-K: 120138 V-RAY: 19584 F1 23: 124 MSFS: 54 ANNO: 43 CP77: 77 7ZIP-D: 174269 CORO: 8422		
Intel Core i7-12700K 4,70/3,60 GHz – 8p+4e/20t – So. 1700 45,0 % – 310 € 39,8 % – 119 W	73,8 % ATLAS: 167 HGL: 52 R&C: 115 STL: 80 3DMAX: 10035 HAND: 181 BG3: 85 LoF: 117 STAR: 99 X4: 55 7ZIP-K: 81731 V-RAY: 14827 F1 23: 121 MSFS: 51 ANNO: 49 CP77: 85 7ZIP-D: 106357 CORO: 6922		
AMD Ryzen 7 7700X 5,45 GHz – 8p/16t – So. AM5 65,7 % – 325 € 59,1 % – 76 W	73,1 % ATLAS: 174 HGL: 56 R&C: 110 STL: 87 3DMAX: 9138 HAND: 233 BG3: 90 LoF: 125 STAR: 100 X4: 45 7ZIP-K: 94362 V-RAY: 15159 F1 23: 138 MSFS: 55 ANNO: 44 CP77: 86 7ZIP-D: 172319 CORO: 6552		
AMD Ryzen 7 5800X3D 4,45 GHz – 8p/16t – So. AM4 72,2 % – 290 € 68,8 % – 63 W	71,2 % ATLAS: 147 HGL: 55 R&C: 103 STL: 95 3DMAX: 7240 HAND: 292 BG3: 105 LoF: 119 STAR: 94 X4: 60 7ZIP-K: 84214 V-RAY: 10951 F1 23: 143 MSFS: 73 ANNO: 50 CP77: 88 7ZIP-D: 106867 CORO: 4690		
AMD Ryzen 9 5950X 4,8 GHz – 16c/32t – So. AM4 43,5 % – 395 € 48,4 % – 97 W	66,9 % ATLAS: 108 HGL: 47 R&C: 101 STL: 77 3DMAX: 11444 HAND: 185 BG3: 80 LoF: 104 STAR: 84 X4: 44 7ZIP-K: 107138 V-RAY: 19768 F1 23: 111 MSFS: 50 ANNO: 39 CP77: 70 7ZIP-D: 196632 CORO: 8385		
AMD Ryzen 5 5600X3D 4,35 GHz – 6p/12t – So. AM4 73,5 % – 300 € 67,6 % – 88 W	66,9 % ATLAS: 137 HGL: 57 R&C: 101 STL: 95 3DMAX: 5758 HAND: 366 BG3: 101 LoF: 118 STAR: 89 X4: 54 7ZIP-K: 70017 V-RAY: 8456 F1 23: 138 MSFS: 67 ANNO: 50 CP77: 80 7ZIP-D: 84063 CORO: 3609		

Eine aktuelle Analyse von CPUs

Hier ist die Summe von über 3.000 einzelnen Messungen, vereint auf einer einzigen Seite. Und wir fangen erst an, warm zu werden, liebe Leser.

Der neue Testparcours ist fertig, und wir sitzen bereits in Stellung und warten auf neue Prozessoren. Das neue Bewertungssystem ist vor allem für Intel Arrow Lake und AMD Zen 5 ausgelegt. Die Lasten sind gestiegen, die Tests härter denn je; damit Sie wissen, was auf Sie zukommt, denn auch das Jahr 2024 wird viele Spiele-Perlen bereithalten und die Anforderungen werden immer steigen, so viel steht fest. Insbesondere Raytracing kommt eine große Rolle zuteil und wird deshalb auch intensiver von uns abgeklöpft. Viel Spaß beim Stöbern wünscht das PCGH-Team!



Spiele im CPU-Index: Atlas Fallen, Baldur's Gate 3, F1 23, Hogwarts Legacy, Lords of the Fallen 2023, Microsoft Flight Simulator, Ratchet & Clank: A Rift Apart, Starfield, Anno 1800, Stellaris, X4 Foundations, Cyberpunk 2077, jeweils im CPU-Limit **Anwendungen im CPU-Index:** 3DMark CPU Profile, 7-Zip-Benchmark, Handbrake, Cinebench R24 Single- und Multicore-Benchmark, V-Ray Raytracing Benchmark und Corona 10 Raytracing Benchmark **Preis-Leistungs-Index:** Finale Wertung abhängig von der erzielten Leistung im Verhältnis zum Tagespreis, normierte Werte; **Effizienz-Index:** Bezieht sich auf den Gesamt-Index, normierte Werte, 60/40 Prozent Gewichtung Spiele/Anwendungen – Durchschnittliche Leistungsaufnahme der CPU allein in 12 Spielen, gerundet **System:** PNY GeForce RTX 4090 EpicX, rBar aktiviert, TDP-Lock, Dual-Ranked-RAM nach Herstellervorgabe, Windows 11 Professional, TPM 2.0 deaktiviert

The Next Step in Personal AI Processing

AMD RYZEN™ 8040 SERIES PROCESSORS

NPU

AMD

XDNA™

CPU

AMD

'ZEN 4'

GPU

AMD

RDNA™ 3

AMD CES 2024 | NDA UNTIL JANUARY 8th, 2024, 10:30 AM ET

AMD

together we advance

Ryzen 8000 + neue AM4

In Dezember und Januar hat AMD unter anderem die Nachfolgeneration zum extrem beliebten Ryzen 7000 vorgestellt – aber dennoch keine neuen Chips. Wir erläutern das gewachsene Portfolio.

Die Ryzen-Produktpalette wird oft für ihre übersichtliche Namensgebung im Vergleich zu gefühlt tausenden Intel-„Lakes“ gelobt. Die klare Struktur aus Zen/Zen+/Zen 2/Zen 3/Zen 4 beschränkt sich aber auf die Desktop-CPUs, darüber hinaus hat AMD mittlerweile eine ansehnliche Palette an Chips sowie Produktbezeichnungen und Codenamen im Portfolio. Von letzteren beiden sind in Dezember und Januar weitere hinzugekommen – nicht aber von ersteren.

Der Sockel AM4 lebt!

Eine Überraschung war dabei die Vorstellung von vier neuen Prozessoren für den seit 1,5 Jahren in Ab-löse befindlichen Sockel AM4. Zwei neue APUs bauen dabei auf den bestehenden „Cezanne“-Kern auf, mit sechs aktiven Zen-3-Kernen nebst aktiver Grafikeinheit (GCN 5.1, 7 CUs, 1,9 GHz) ähneln sie stark

dem bisherigen Ryzen 5 5600G. Allerdings senkt AMD den CPU-Basistakt bei den neuen „T“-Modellen von 3,9 auf 3,6 GHz – möglicherweise werden hier Cezanne-Exemplare, welche die All-Core-Spezifikationen des 5600G nicht erfüllen, abverkauft. Die TDP bleibt jedenfalls bei 65 Watt. Dafür dürfte der neue 5500GT etwas günstiger ausfallen, während der neue 5600GT bis auf 4,6 statt bislang 4,4 GHz boosten darf und so eine höhere Single-Core-Leistung verspricht.

Wie alle Cezannes verfügen die neuen APUs dabei über einen halbierten L3-Cache; das heißt trotz seines höheren Taktes dürfte der Ryzen 5 5600GT die bestehende Ryzen-5-5600-CPU (3,5 GHz/4,4 GHz) auf Vermeer-Basis nicht überflügeln. Das gleiche Handicap gilt eine Etage höher für den neuen Ryzen 7 5700. Obwohl der Name eine he-

runtergetaktete Version des Ryzen 7 5700X nahelegt, handelt es sich bei AMDs in Zukunft günstigsten Achtkerner um eine 5700G-APU mit deaktivierter oder defekter Grafikeinheit.

Aber auch bei Vermeer, genauer Vermeer-X, gibt es neue Neuheit: Der Ryzen 7 5700X3D ist ein kleiner Bruder des AM4-Aufrüster-Lieblings 5800X3D. Es bleibt bei 96 MiB L3 dank zusätzlichem V-Cache-Chip, also dreimal so viel schneller Zwischenspeicher wie die 32 MiB des Ryzen 7 5700X und sechsmal so viel wie beim Ryzen 7 5700. Aber die Taktraten fallen gegenüber dem bekannten 5800X3D um satte 400 MHz respektive 10 Prozent, was sich bei den für Über-taktung gesperrten X3D-CPUs nicht ohne weiteres korrigieren lässt. Über Preisvorteile lässt sich zu Redaktionsschluss noch kein Urteil

fällen – natürlich sollte der kleine Bruder günstiger sein, nicht lieferbare Vorabangebote fallen zunächst aber teurer aus als das bald drei Jahre alte, weiterhin amtierende AM4-Gaming-Topmodell 5800X3D.

Alter Wein + neuer Schlauch = spannendes Produkt

Auch das AM5-Flaggschiff Ryzen 9 7950X3D muss sich keine Sorgen um seinen Thron machen, dabei hat AMD im Januar *Ryzen 8000* für den Sockel AM5 vorgestellt. Diese Produktbezeichnung wurde von vielen für die Zen-5-Nachfolger der aktuellen Ryzen-7000-CPUs erwartet, einer alten AMD-Tradition folgend handelt es sich stattdessen aber um APUs mit altbekannter Zen-4-Architektur. Genauso wie die Ryzen-2000-APUs zur Generation der Ryzen-1000-CPUs gehörten und 3000er APUs zu den 2000er-CPUs, so ist „Ryzen 8000G“ auf dem tech-

MORE CHOICE FOR AMD DESKTOP PLATFORMS IN 2024

Processor	Cores/Threads	Platform	Frequency	Cache	Architecture	PCIe*	DRAM	TDP	Graphics	Ryzen AI
AMD RYZEN™ 9 7950X3D	16/32	AM5	~5.7/4.2 GHz	144MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	120W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 9 7950X	16/32	AM5	~5.7/4.5 GHz	80MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	170W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 9 7900X3D	12/24	AM5	~5.6/4.4 GHz	140MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	120W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 9 7900X	12/24	AM5	~5.6/4.7 GHz	76MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	170W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 9 7900 / 7945 PRO	12/24	AM5	~5.4/3.7 GHz	76MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 7 8800X3D	8/16	AM5	~5.0/4.2 GHz	104MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	120W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 7 7700X	8/16	AM5	~5.4/4.5 GHz	40MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	105W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 7 8700G	8/16	AM5	~5.1/4.2 GHz	24MB	"Zen 4"	GEN4	DDR5	65W	RADEON™ 780M GRAPHICS	YES
AMD RYZEN™ 7 7700 / 7745 PRO	8/16	AM5	~5.3/3.8 GHz	40MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 7600X	6/12	AM5	~5.3/4.7 GHz	38MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	105W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 8600G	6/12	AM5	~5.0/4.3 GHz	22MB	"Zen 4"	GEN4	DDR5	65W	RADEON™ 760M GRAPHICS	YES
AMD RYZEN™ 5 7600 / 7645 PRO	6/12	AM5	~5.1/3.8 GHz	38MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 8500G	6/12	AM5	~5.0/3.5 GHz	22MB	2x "Zen 4" + 4x "Zen 4c"	GEN4	DDR5	65W	RADEON™ 740M GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 8300G	4/8	AM5	~4.9/3.4 GHz	12MB	1x "Zen 4" + 3x "Zen 4c"	GEN4	DDR5	65W	RADEON™ 730M GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 7500F	6/12	AM5	~5.0/3.7 GHz	38MB	"Zen 4"	GEN5	DDR5	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 9 5950X	16/32	AM4	~4.9/3.4 GHz	72MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	105W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 9 5900X	12/24	AM4	~4.8/3.4 GHz	70MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	105W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 7 5800X3D	8/16	AM4	~4.5/3.4 GHz	100MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	105W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 7 5700X3D	8/16	AM4	~4.1/3.0 GHz	100MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	105W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 7 5800X	8/16	AM4	~4.7/3.8 GHz	36MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	105W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 7 5700X	8/16	AM4	~4.6/3.4 GHz	36MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 7 5700G / 5750G PRO	8/16	AM4	~4.6/3.8 GHz	20MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 7 5700	8/16	AM4	~4.6/3.7 GHz	20MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 5 5600X	6/12	AM4	~4.6/3.7 GHz	35MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 5 5600	6/12	AM4	~4.4/3.5 GHz	35MB	"Zen 3"	GEN4	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 5 5600GT	6/12	AM4	~4.6/3.6 GHz	19MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 5600G / 5650G PRO	6/12	AM4	~4.4/3.9 GHz	19MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 5500GT	6/12	AM4	~4.4/3.6 GHz	19MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 5500	6/12	AM4	~4.2/3.6 GHz	19MB	"Zen 3"	GEN3	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 5 4600G / 4650G PRO	6/12	AM4	~4.2/3.7 GHz	11MB	"Zen 2"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 5 4500	6/12	AM4	~4.1/3.6 GHz	11MB	"Zen 2"	GEN3	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 3 4300G / 4350G PRO	4/8	AM4	~4.0/3.8 GHz	6MB	"Zen 2"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD RYZEN™ 3 4100	4/8	AM4	~4.0/3.8 GHz	6MB	"Zen 2"	GEN3	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 5 3600	4/8	AM4	~4.0/3.8 GHz	6MB	"Zen 2"	GEN3	DDR4	65W	N/A	N/A
AMD RYZEN™ 3 3200G	4/8	AM4	~4.0/3.6 GHz	6MB	"Zen"	GEN3	DDR4	65W	RADEON™ GRAPHICS	N/A
AMD ATHLON™ 3000G	2/4	AM4	~3.5 GHz	5MB	"Zen"	GEN3	DDR4	35W	RADEON™ GRAPHICS	N/A

See endnote: GD-150.

Bild: AMD

Sieben Jahre nach dem Ryzen-Debut umfasst AMDs Desktop-Portfolio immer noch einen Prozessor auf Zen-1-Basis sowie ein Zen+-Modell. Zumindest das in Europa bedeutende Segment für günstige Gaming-PCs ohne dedizierte GPU steigt mit Ryzen 8700G/8600G/8500G (MSRP: 329/229/179 US-Dollar) aber auf Zen 4 und Sockel AM5 um.

nologischen Stand von Ryzen 7000. Nicht einmal der Chip als solcher ist neu: „Phoenix“ wird bereits seit über einem Jahr als „Ryzen 7040“ in Notebooks verkauft.

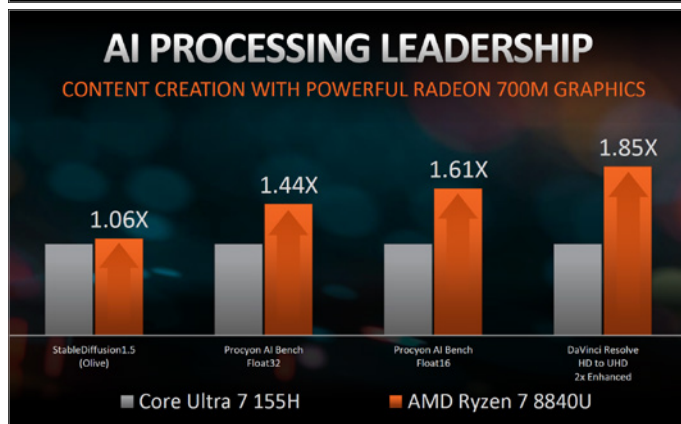
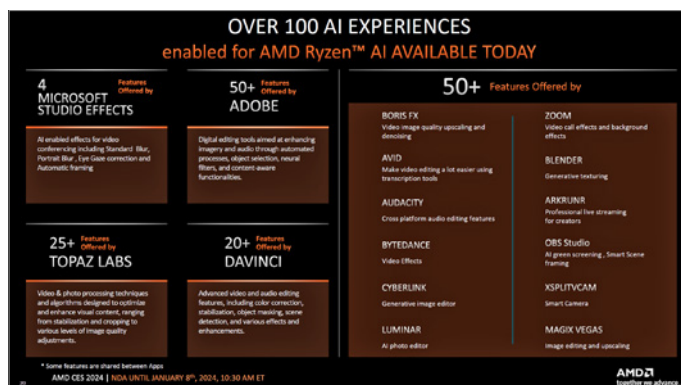
Selbst die Taktraten ändern sich wenig bis gar nicht – der CPU-Teil des neuen AM5-Ryzens „8600G“ entspricht dem des alten Notebook-Modells 7640HS. Die von 45 auf 65 W angehobene TDP der gesckelten Desktop-Version äußert sich nur in 100 MHz mehr IGP-Takt. Ebendiese integrierte Grafikeinheit macht Ryzen 8000G dennoch interessant, denn verglichen mit den Office-Only-Sparausgaben in den bisherigen „Raphael“-AM5-CPUs enthalten die neuen APUs einen vollwertigen Grafikbeschleuniger: RDNA 3 statt RDNA 2, doppelt bis sechsmal so viele Ausführungseinheiten und 2,6 bis 2,9 GHz statt bislang 2,2 GHz sollen Low-End-AM5-Gaming-Systeme ohne dedizierte Grafikkarte ermöglichen. Wir planen eine Überprüfung für die kommende Ausgabe.

Zusätzlich wird Ryzen 8000G das AM5-Portfolio nach unten erweitern. Bislang gab es mit dem Ryzen 5 7500F minimal einen niedrig

taktenden Sechskerner ganz ohne Grafikausgabe – wer für wenig Geld einen AMD-Office-PC bauen wollte, musste AM4-Hardware nehmen. Künftig haben zumindest OEMs auch einen 8300G mit nur vier Kernen, aber IGP zur Auswahl. Der Sechskerner 8500G sollte sich ebenfalls unter der bislang zweitgünstigsten CPU Ryzen 5 7600 einordnen, denn neben dem niedrigeren Takt bremsst auch bei den AM5-APUs ein halbiertes L3-Cache.

Zen 4c: Spar-Kerne bei AMD

Auch die CPU-Kerne selbst leisten bei den beiden kleineren AM5-APUs weniger als suggeriert, denn AMD verbaut zwei verschiedene Ausbaustufen. Im Gegensatz zu Intels P- und E-Cores nutzen die „kleinen“ Recheneinheiten aber keine komplett andere Architektur, sondern die aus den „Siena“-Epycs bekannte „compact“-Ausgabe von Zen 4. In den Server-CPUs bringt diese rund 50 Prozent Platzersparnis gegenüber dem Vollausbau, was allerdings neben dichter gepackten Recheneinheiten auch die L3-Halbiierung umfasst, welche bei Ryzen 8000 ohnehin alle Kerne trifft. Es bleibt also nur das kompaktere Layout mit teilweise schwächer di-



Mit 60 Prozent höherem NPU-Takt von 6 bis zu 85 Prozent mehr KI-Leistung in handverlesenen Hersteller-Benchmarks: AMDs 884x-Mobile-Generation reagiert präzise auf Intels Meteor-Lake-„Core Ultra“, bei dem seinerseits die KI-Überlegenheit gegenüber Ryzen 7040 gefeiert wurde. Allerdings fokussieren die Hersteller inkompatible Befehlssätze und bei der Zahl der Software-Partner hinkt AMD hinterher.

Bild: AMD

mensionierten Transistoren. Damit bringt Zen 4c die gleiche Leistung pro Takt wie ein echter Zen-4-Kern, lässt sich aber schlechter takten: Die von AMD angegebenen 3,5 GHz Basistakt für den 8500G und 3,4 GHz für den 8300G gelten nur für die zwei respektive einen Zen-4-Kern. Der auf Zen 4c basierende Großteil des Prozessors arbeitet dagegen bei maximaler Auslastung nur mit jeweils 3,2 GHz und boostet auch nur auf 3,7 statt versprochener 5,0 respektive 3,6 statt 4,9 GHz.

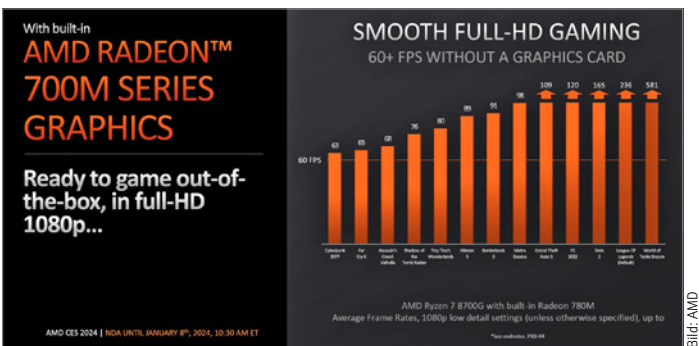
Codename-Rebranding

Das gleiche Verwirrspiel findet man auch bei AMDs mobilen APUs, denn hier kommt Zen 4c schon länger zum Einsatz – und zwar in Form genau des gleichen Chips mit 2+4 Kernen. In den Medien wird dieser seit seinem Erscheinen vor gut einem halben Jahr meist „Phoenix2“ genannt, um ihm vom ursprünglichen, mit acht vollwertigen Zen-4-Kernen ausgestatteten APU-Design zu differenzieren, das weiter in größeren Ryzen-8000-Sechs- sowie allen -Achtkernern zum Einsatz kommt. AMD spricht aber durchgängig nur von „Phoenix“ – oder, bei Notebooks, seit Dezember 2023

von „Hawk Point“. Die zugehörige APU-Generation nutzt zwar das gleiche Silizium. AMD vergibt aber zwei Codenamen an zwei Chips, wobei jeder Codename den einen oder den anderen meinen kann. Der einzige Unterschied zwischen „Phoenix“- und „Hawk Point“-Produkten: Letztere takten den bislang kaum unterstützten KI-Co-Prozessor um 60 Prozent höher.

Neue Namen für alte CPUs

Jedenfalls gilt das für mobile Ryzen-8000-Modelle, welche auf dem 8-Kern-Phoenix-alias-Hawk-Point basieren. Das Silizium der 2+4- respektive 1+3-Kerner hat dagegen gar keine KI-Funktionalität, also kann diese auch nicht beschleunigt werden – vom „Ryzen 3 7440U“ zum „Ryzen 3 8440U“ ändert sich daher nur der Name. Auch die größeren „Neu“-Vorstellungen übernehmen neben dem Silizium ihre Taktraten für CPU und GPU 1:1 von der bekannten Ryzen-7040-Serie, tragen jetzt aber 804Xer Nummern. Diese nagelneue Technik suggerierende Nummerierung steht nicht nur für die mit 16 TOPS angegebene KI-Leistung, sondern signalisiert laut AMD, dass die im Dezember 2023



Gaming ohne Grafikkarte: Ryzen 8000G sind ein Jahr älter als der Name suggeriert, aber dennoch fit für aktuelle Spiele – wenn niedrigste Details und 1080p60 reichen.

gestarteten Prozessoren einem moderneren Jahrgang angehören als Ryzen 7040 aus dem Mai 2023. (Ja, richtig gelesen.)

Diesen gegenüber führt AMD eine weitere TDP-Abstufung ein; die Endung „40HS“ wird jetzt von Geräten mit mindestens 20 W Dauerleistung statt bislang 15 W genutzt. Der Sollwert, von dem Notebook-Hersteller abweichen dürfen („configurable TDP“) bleibt zwar in der bislang „40U“ genannten 28-W-Klasse, die Namensgebung gleicht sich so aber an Intels von 45 W auf 28 W abgemagerte „H“-Modelle an. Vorsicht:

AMDs eigene 45-W-APUs, ehemals auf „40HS“ endend, rücken in diesem Rahmen zu „45HS“ auf. Hier droht Verwechslungsgefahr mit bestehenden „45HX“, die auf vollwertigen Zen-4-Desktop-CPU-Designs basieren. Der „Ryzen 9 8945HS“ ist aber kein verbesserter „Ryzen 9 7945HX“, sondern ein Rebrand des „Ryzen 9 7940HS“. Das vermeintlich abgelöste HX-Modell bleibt dagegen mit doppelt so vielen Kernen und viermal so viel L3 das Flaggschiff in AMDs Mobile-Portfolio, bis mit „Strix Point“ zu einem noch unbekannten Termin wirklich neue APUs erscheinen. (tv)

Alte und neue Zen-4-Mobile-Spezifikationen (ausgewählte Prozessoren auch als „Pro“-Modell erhältlich)													
Model	Codename	Kerne	maximaler Boost-/Basis-Takt	Cache(L2+L3)	Grafikeinheit	TDP (konfigurierbare cTDP)	NPU (max.)	RAM	PBO	EXPO	CPU-OC		
Ryzen 9 7945HX3D	Dragon Range	16× Zen 4	5,4 GHz/2,3 GHz	16 MiB + 128 MiB	610M (2,2 GHz RDNA2 2 CU)	55 W (45-75 W)	Nein	DDR5-5200	Ja	Ja	Ja		
Ryzen 9 7945HX			5,4 GHz/2,5 GHz	16 MiB + 64 MiB									
Ryzen 9 7845HX		12× Zen 4	5,2 GHz/3,0 GHz	12 MiB + 64 MiB									
Ryzen 7 7745HX		8× Zen 4	5,1 GHz/3,6 GHz	8 MiB + 32 MiB									
Ryzen 5 7645HX		6× Zen 4	5,0 GHz/4,0 GHz	6 MiB + 32 MiB									
Ryzen 9 8945HS	Hawk Point	8× Zen 4	5,2 GHz/4,0 GHz	8 MiB + 16 MiB	780M (2,8 GHz RDNA3, 12 CU)	45 W (35-54 W)	16 TOPS	DDR5-5600 oder LPDDR5-7500	Ja	Ja	Nein		
Ryzen 9 7940HS	Phoenix				780M (2,7 GHz RDNA3, 12 CU)		10 TOPS						
Ryzen 7 8845HS	Hawk Point	8× Zen 4	16 TOPS										
Ryzen 7 7840HS	Phoenix	8× Zen 4	28 W (20-30 W)		10 TOPS	Nein							
Ryzen 7 8840HS	Hawk Point	8× Zen 4			5,1 GHz/3,3 GHz				780M (2,7 GHz RDNA3, 12 CU)			16 TOPS	
Ryzen 7 8840U	Hawk Point	8× Zen 4	28 W (15-30 W)				10 TOPS		Ja				
Ryzen 7 7840U	Phoenix	8× Zen 4	5,0 GHz/4,3 GHz	6 MiB + 16 MiB	760M (2,6 GHz RDNA3 8 CU)	45 W (35-54 W)	16 TOPS		Nein				
Ryzen 5 7640HS	Phoenix	6× Zen 4					10 TOPS						
Ryzen 5 8640HS	Hawk Point	760M (2,6 GHz RDNA3 8 CU)			28 W (20-30 W)	16 TOPS	Ja		Nein				
Ryzen 5 8640U	Hawk Point					10 TOPS							
Ryzen 5 7640U	Phoenix	4,9 GHz/3,5 GHz			740M (2,8 GHz RDNA3 4 CU)	28 W (15-30 W)	Nein						
Ryzen 5 8540U	Hawk Point											2× Zen 4, 4× Zen 4c	
Ryzen 5 7545U	Phoenix („2“)											6× Zen 4	
Ryzen 5 7540U	Phoenix											6× Zen 4	
Ryzen 3 8440U	Hawk Point	1× Zen 4, 3× Zen 4c	4,7 GHz/3,0 GHz	4 MiB + 8 MiB	740M (2,5 GHz RDNA3 4 CU)								
Ryzen 3 7440U	Phoenix („2“)	3× Zen 4c	4,3 GHz/2,8 GHz										
Ryzen Z1 Extreme	Phoenix	8× Zen 4	5,1 GHz/3,3 GHz	8 MiB + 16 MiB	780M (RDNA3 12 CU)	(9-30 W)							
Ryzen Z1	Phoenix („2“)	2× Zen 4, 4× Zen 4c	4,9 GHz/3,2 GHz	6 MiB + 16 MiB	740M (RDNA3 4 CU)	(9-30 W)							
Alle Kerne mit SMT. Die aus Asus' ROG Ally bekannten Z1 und Z1 Extreme sind nur teilweise öffentlich spezifiziert; etliche Details hängen vom Handheld-Hersteller ab. Zusätzlich angeboten werden Ryzen 7035 (Rembrandt, max. 8× Zen 3 + 12 CU RDNA2), 7030 U („Barcelo“, max. 8× Zen 3 + 8 CU GCN5), Ryzen 7020 („Mendocino“ 4× Zen 2 + 2 CU RDNA2).													

Alle Kerne mit SMT. Die aus Asus' ROG Ally bekannten Z1 und Z1 Extreme sind nur teilweise öffentlich spezifiziert; etliche Details hängen vom Handheld-Hersteller ab. Zusätzlich angeboten werden Ryzen 7035 (Rembrandt, max. 8× Zen 3 + 12 CU RDNA2), 7030 U („Barcelo“, max. 8× Zen 3 + 8 CU GCN5), Ryzen 7020 („Mendocino“ 4× Zen 2 + 2 CU RDNA2).



Socket 1700: Zu heiß wegen Konstruktionsfehler?

Fragezeichen in einer Headline? Dann lautet die Antwort „Nein“. Aber der Weg dorthin verrät viel über die Komplexität eines vermeintlich simplen Bauteils und am Ende springen doch noch ein halbes Grad niedrigere Temperaturen heraus.

Studien besagen: Entgegen „Davis’ Law“ (auch als Betteridge’ Gesetz bekannt) sind Fragen aus Überschriften eher zu bejahen denn zu verneinen. Aber das gilt nicht für diesen Artikel: Intels Socket 1700 wird ein Konstruktionsfehler vorgeworfen, der akute Temperaturprobleme verursacht. Stimmt das? Unsere Messergebnisse sagen: nein. Aber dafür verraten sie sowie ein Abgleich mit den Vorwürfen, welche Aspekte für die Funktion (vermeintlich) einfacher Sockel-Mechanik wichtig sind und welche man zu Recht vernachlässigen darf.

Vorwurf: Bananenplattform

Zunächst aber sei klargestellt: Hier geht es *nicht* darum, dass die Alder- und Raptor-Lake-Topmodelle allgemein heiß werden. Bei 253 W spezifizierten Energieumsatz auf kleinem Raum ist das simple Physik; Ryzen-7000-CPU’s mit noch kleineren Chips sind bei bis zu 230 W sogar noch einen Tick schwerer zu kühlen

– die Kontaktfläche zwischen Silizium und Heatspreader im CPU-Package ist einfach zu klein, um die entstehende Wärme leicht nach außen abzuleiten. Socket-1700-Designs wurden und wird aber zusätzlich ein Konstruktionsfehler vorgeworfen, der den weiteren Wärmetransport vom Heatspreader in den Kühler massiv erschweren soll: Sie würden sich so weit durchbiegen, dass der Kontakt zwischen CPU und Kühler verloren geht.

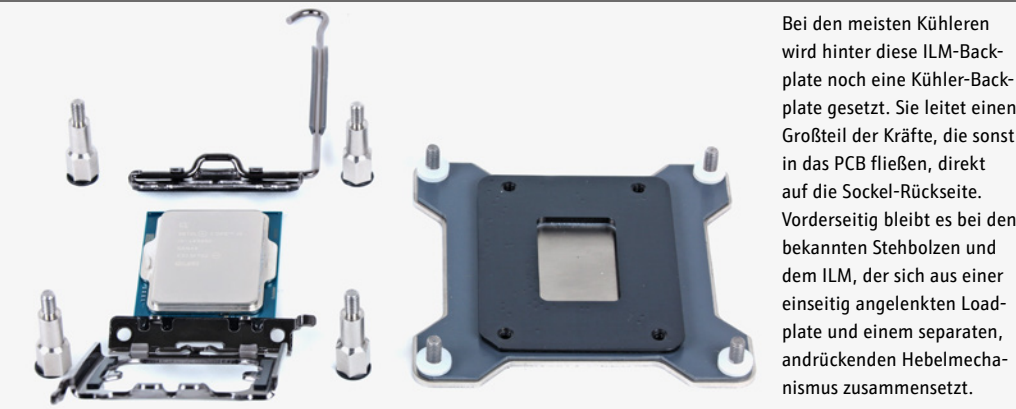
Begründet wird dies mit dem Aufbau des Socket-1700-ILM. Intels „Independent Loading Mechanism“ hält die CPU im Sockel (AMDs AM5-Gegenstück heißt „Socket Actuation Mechanism“ und teilt seine Abkürzung leider mit „Smart Access Memory“). Beim LGA1700 besteht der ILM aus einer -Backplate auf der Mainboard-Rückseite und der ILM-Loadplate mit Scharnier sowie dem ILM-Lever samt Befestigung auf der -Vorderseite. Der

Hebel-Mechanismus drückt in geschlossenem Zustand die Loadplate in Richtung CPU-Sockel. Diese wiederum liegt an zwei Punkten auf dem Prozessor-Heatspreader auf, so wird die CPU zwischen Loadplate und Sockel einklemmt respektive auf ihre Kontakte gedrückt.

An genau dieser Stelle setzt die erste Kritik an: Für eine sichere Verbindung zu allen 1.700 Kontaktfedern ist eine enorme Kraft von 400 bis 845 N spezifiziert – ein durchschnittliches Kind respektive ein erwachsener Mann könnten sich auf den Prozessor stellen und würden keine höhere (Gewichts-)Kraft ausüben. Vorangehende HEDT-Plattformen mit 2011 oder 2066 Kontakten verteilten ähnliche Lasten auf zumindest vier Auflagepunkte. Aber die beinahe ebenso langen CPU-Packages von LGA1700-CPU’s werden nur in der Mitte heruntergedrückt und könnten sich an den Enden nach oben biegen – wir haben die

Kühlermontage mit Basis-Halterung (keine Kühler-Backplate)


Auf der Mainboard-Vorderseite (links) unterscheiden sich die Testszenarien kaum. Die CPU wird vom ILM im Sockel gehalten, der Kühler mit Federn und Rändelmuttern. Im simpelsten Fall sind die Stehbolzen für letztere rückseitig (rechts) über vier Schrauben direkt am Mainboard befestigt. Die Sockel-1700-CPU-Halterung verfügt dagegen serienmäßig über eine eigene Backplate.

Kühlermontage mit Light-Backplate


Bei den meisten Kühlern wird hinter diese ILM-Backplate noch eine Kühler-Backplate gesetzt. Sie leitet einen Großteil der Kräfte, die sonst in das PCB fließen, direkt auf die Sockel-Rückseite. Vorderseitig bleibt es bei den bekannten Stehbolzen und dem ILM, der sich aus einer einseitig angelenkten Loadplate und einem separaten, andrückenden Hebelmechanismus zusammensetzt.

Kühlermontage mit Heavy-Backplate


Der eigentliche Sockel ist nicht mit dem ILM verbunden. Denkt man sich letzteren weg, so bleibt – nichts. Die einzige Verbindung zur Mainboard-Rückseite sind vier Schrauben. ILM-Backplates können also durch beliebige Strukturen ersetzt werden, Hauptsache passende Gewinde sind vorhanden. Die „Heavy“-Backplate nimmt zusätzlich vier Gewindestäbe für die Kühlerhalterung auf.

Kühlermontage mit Heavy-Backplate und Washer-Mod


Modifizieren lässt sich der vorderseitige Halterungs-aufbau, unabhängig von der Backplate-Situation, durch Unterlegscheiben. Zwischen ILM und Mainboard platziert heben diese die CPU-Halterung an und reduzieren so deren Kraftauswirkung auf den Prozessor. Die Folgen können schlechterer Kontakt im Sockel, aber auch ein geringeres Durchbiegen sein.

von Kritikern erwartete Form im Aufmachermotiv illustriert. Sie würde einen vollflächigen Kühlerkontakt unmöglich machen.

Verschlimmert wird die Situation, so der zweite Vorwurf, durch montierte Kühler. Auch diese sind weiter außen am Mainboard verankert als bei bisherigen Intel-Mainstream-Plattformen und haben somit einen ordentlichen Hebelarm. Dem Sockel fehlt aber, im Gegensatz zum gleich langen, älteren HEDT-Sockel 1366, ein ILM-Frame, der die -Baugruppen auf der Mainboard-Vorderseite verbinden und so das Sockelumfeld gegen Verformungen verstärkt. Stattdessen ist das Scharnier der Loadplate beim Sockel 1700 auf einer Seite des Sockels befestigt und der zugehörige Hebel sitzt als eigenes, nicht verbundenes Modul am gegenüberliegenden Ende. Das laut Kritikern unvermeidbare Resultat: Unter der CPU gibt es nicht einmal eine plane Auflagefläche, auch der Sockel wird zur Banane verbogen. Tatsächlich erschienen nach dem Alder-Lake-Launch Bilder von Systemen, in denen offensichtlich nur die äußersten Enden der CPU Kontakt zum Kühler hatten, während über der „nach unten gebogenen“ Mitte ein Luftspalt klappte.

PCGH-Beobachtungen

Diese Vorwürfe beschäftigten natürlich auch die PCGH-Redaktion. Bislang aber ohne Berichterstattung, denn: Wir können das Problem nicht nachstellen. Obwohl mittlerweile rund vier dutzend Sockel-1700-CPU aus verschiedensten Quellen die Redaktion durchlaufen haben, wurde kein einziges krummes Exemplar gesichtet.

Und die Wölbung von LGA1700-Mainboards durch montierte Kühler? Sie kann in ähnlichem Maße auch bei Sockel-1200- oder älteren AMD-Platinen beobachtet werden. Da die Halterungslöcher beim Sockel 1700 weiter außen liegen und die Backplate länger ist, ergeben sich „Ende zu Ende“ zwar größere absolute Höhenunterschiede – Watercool ermittelt für uns 0,96 mm Durchbiegung durch den Kühler ohne Backplate, 0,54 mm mit einfacher Backplate und 0,1 mm mit maximaler Versteifung. Aber die relative Verformung und der Krümmungsradius erscheinen normal.

Schon seit den ersten (Sockel-775-) Boxed-Kühlern, die standardisierte Löcher im Mainboard nutzten (beim Sockel A waren sie optional), ist die Elastizität des PCBs als Federelement eingeplant. Ohne Temperaturprobleme und nur mit innerhalb der Spezifikationen liegenden Beobachtungen blieben die Online-Vorwürfe für uns ungreifbar.

Watercool-Wiederbelebung

Neues Futter erhielt das Thema erst durch unsere Wasserkühlertest in der PCGH 01/2024. Die deutsche Firma Watercool bietet als Zubehör für den drittplatzierten Heatkiller IV nämlich zwei Backplates an, die Sockel-1700-Verformungen entgegenwirken und so für bessere Temperaturen sorgen sollen. Statt der um 10, 20 Kelvin erhöhten Online-Horror-Temperaturen durch 0,5+ mm CPU-Durchbiegung ist hier nur von bis zu 3 Kelvin Verbesserung die Rede, sowie, auf PCGH-Nachfrage, von 0,07 mm Heatspreader-Verformung. Beides entspricht einer leicht verschlechterten Passgenauigkeit zwischen Heatspreader und planem Kühler und eine so geringe Wölbung können wir ohne Spezialequipment nicht sicher ausschließen. Vor allem geben die verschiedenen Backplates uns endlich eine Möglichkeit, das Phänomen messtechnisch anzugehen.

Präzisionsmessmethoden

Wie heiß wird ein Core i9-13900K ohne jede Unterstützung? Wie viel niedriger sind die Temperaturen mit bestmöglicher Versteifung und gerader-als-gerade-Heatspreader? Um das zu untersuchen stellen wir unseren Testaufbau aus der PCGH 01/2024 wieder her. Die einzige absichtliche Änderung ist der Wechsel von Alpenföhn Permafrost auf Arctic MX-6 – unsere Restbestände von ersterer Wärmeleitpaste hätten nicht mehr gereicht. Kreislauf und System lassen wir dagegen unverändert und da es diesmal nur um die CPU geht, bleibt auch das Testprozedere übersichtlich: Auswerten tun wir erneut die Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur (Sensor vor und nach Kühler) sowie der mittleren, gewichteten CPU-Temperatur (E-Core-Cluster zählen so viel wie ein P-Kern). Aber wir nutzen diesmal immer den gleichen Heatkiller IV, der somit genauso „egal“ wird, wie beispielsweise Wassertemperatur

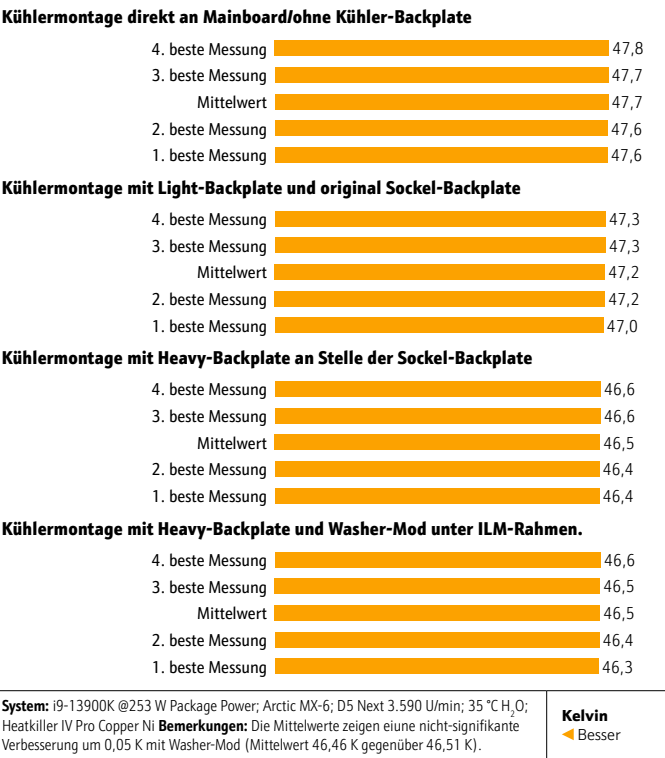
(35 °C) und -durchfluss: Diese Parameter bleiben schlicht konstant, uns interessieren aber Unterschiede.

Hierzu wechseln wir vier Montage-Möglichkeiten durch. Watercools mitgelieferte Basis-Halterung bietet dem Mainboard gar keine Unterstützung. Die bereits am 01/2024-Vergleich teilnehmende Ausbaustufe mit sogenannter „Light“-Backplate entspricht dagegen dem branchenüblichen Standard: Der Kühler wird mit einem (Edelstahl-)Blech verschraubt, dass auf der Rückseite der ILM-Backplate aufliegt. Die „Heavy“-Backplate (aus leichterem, aber weniger elastischem Aluminium) ersetzt dagegen auch letztgenannten Sockel-Bestandteil. So stabilisiert sie nicht nur die Platine, sondern kann als 5 mm dickes Bauteil auch insgesamt steifer ausfallen. Zu guter letzt reduziert ein „Washer“-Mod die im Sockel auf die CPU wirkenden Kräfte: Vier Unterlegscheiben (engl.: „washer“) unter den Verankerungen von ILM-Loadplate und -Hebel heben die gesamte Konstruktion auf der Mainboard-Vorderseite um 0,85 mm relativ zum Sockel an, sodass mit wesentlich weniger Vorspannung auf den Prozessor gedrückt wird.

Die (feinfühlig) Ergebnisse

Die vollständigen Resultate sehen Sie in unserem Benchmark. Im Gegensatz zu anderen PCGH-Artikeln geben wir diesmal nicht nur Mittelwerte aus mehreren Messungen, sondern auch jeweils vier Einzelwerte an, um die Messpräzision respektive -ungenauigkeit zu verdeutlichen. So können Sie in Betracht der knappen Abstände selbst nachvollziehen, was ein echter Unterschied und was bloßer Zufall im Rahmen der Messstreuung ist. Das 95-Prozent-Konfidenzintervall beträgt hierbei 0,10 bis 0,15 K um jeden Mittelwert, aber auch ohne Statistik sieht man sofort die signifikanten Unterschiede zwischen den ersten drei Szenarien: Der beste Wert ohne Backplate ist wärmer als der schlechteste mit „Light“-Backplate, der beste „Light“-Wert wiederum reicht nicht an das schlechteste „Heavy“-Ergebnis heran. Für den Washer-Mod hingegen können wir im Rahmen der Messgenauigkeit gar keinen Einfluss feststellen. Aber was statistisch signifikant ist, hat nicht zwingend auch praktische Relevanz.

Temperaturdifferenz CPU <-> Wasser



Ausgehend von 82,2 °C CPU-Temperatur mit der herkömmlichen Backplate bringt die Heavy-Ausführung eine Verbesserung auf 81,5 °C, ganz ohne Backplate geht es auf 82,7 °C hoch. Gegenüber den 100 Euro Grundpreis des Kühlers sind das 10 Euro extra für 0,7 K Verbesserung und noch einmal 20 Euro für weitere 0,5 K – diese Investition ist sicherlich kein Muss, sondern nur für Enthusiasten eine Überlegung wert. Das schließt übrigens enthusiastische Besitzer anderer Kühlermodelle mit ein: Dank der auswechselbaren Gewindebolzen kann die „Heavy“-Backplate als Gegenstück für alle Halterungen mit M4-Gewinde dienen respektive für alle Kühler, deren Haltebleche und Abstandshalter genug Platz für M4-Schrauben lassen (erwerbbar in jedem Baumarkt). Dies schließt zahlreiche populäre Luftkühler von Alpenföhn, Be Quiet, Deepcool, Noctua, Scythe und anderen ein, auch wenn man hier gegebenenfalls 3 mm enge Durchgangslöcher aufbohren muss.

Analyse und Korrekturen

Dieses Ergebnis kommt nicht unerwartet, wenn man seinen Blick über den Sockel 1700 und die un-

mittelbaren Vorgänger hinaus weitet. Die bereits erwähnten Sockel-1366-CPU's wurden mit 445 bis 623 N in den gleich langen (und zudem breiteren) Sockel gedrückt und auch damals gab es nur zwei Auflagepunkte auf dem Heatspreader. Trotzdem hat sich in den vergangenen 15 Jahren niemand über krumme Bloomfield- oder Gulftown-Core-i7 beschwert. Warum sollte sich die Physik beim Sockel 1700 geändert haben? Den zweifellos hohen Punkt-Kräften des ILMs stemmt sich der aus mehreren Millimeter dickem Kupfer gefräste Heatspreader entgegen. Sobald die Kontakte in der Sockelmitte heruntergedrückt sind und der Prozessor auf dem Plastikrahmen des Sockels aufliegt, werden weitere Kräfte zudem ohne Biegemoment direkt durch das PCB auf die Sockel-Backplate abgeleitet. Nur die Federkraft der Sockelkontakte drückt die CPU dann noch außen vom Plastikrahmen nach oben weg – aber nur mit 0,1 bis 0,25 N pro Pin, also 170 bis 425 N insgesamt. Wer die gesamte, rund doppelt so hohe Kraft des ILM als Biegemoment betrachtet, übersieht schlicht wichtige Aspekte der Sockelgeometrie in geschlossenem Zustand.

Zerlegt: So sind Sockel und CPU aufgebaut

IHS, ILM, LGA, SAM – WTF? Um den Aufbau einer typischen CPU-Fassung zu verdeutlichen, haben wir einmal den kompletten Komponenten-Stapel in seine Einzelteile zerlegt. Als Beispiel dient hierbei die Sockel-1151-Plattform, da bei Raptor Lake der Blick ins Package schwerer ist – das Grundprinzip gilt aber für alle Land-Grid-Array- (LGA-)Sockel, inklusive AM5.

Halterungsschrauben

Von oben fixieren Schrauben die Bestandteile der CPU-Halterung an der Backplate ganz unten. LGA115X/1200 nutzten hierbei einseitig eine freistehende Schraube direkt zur Load-Plate-Arretierung, alle andern Sockel haben beidseitig komplexe Elemente.

Independent Loading oder Socket Actuation Mechanism (ILM, Intel bzw. SAM, AMD)

Das Anpressen der CPU übernehmen zwei (oder mehr) Nasen an einer „Load Plate“, die im Falle des Sockel 1151 an einem Hebel angelenkt ist. Sockel AM5, 775, 1366 und 1700 (sowie F und 771) haben stattdessen ein Scharnier und drücken mit dem Hebel auf das gegenüberliegende, freie Ende. Die 20XX-HEDT-Sockel kombinieren beide Mechanismen für extra viel Kraft, AMDs WRX8, TR(X)4 und 5 setzen gar auf Schrauben.

Integrated Heat Spreader (IHS)

Das vernickelte Kupfer des IHS macht einen Großteil der Masse des Prozessors aus und verteilt die Abwärme auf eine große Kühlerkontaktfläche. Zusätzlich schützt er den Silizium-Chip und leitet einwirkende Belastungen gleichmäßig in das Substrat. Die Form des IHS richtet sich nach dem ILM, dessen Kräfte aufgenommen werden sollen.

Substrat und Silizium-Chip

Auf einer Trägerplatine (PCB) und normalerweise unter dem IHS verborgen sitzt/-en der/die eigentliche/-n Mikrochip/-s. Sein/ihre englischsprachige Bezeichnung „die“/„dies“ wird im deutschsprachigen Raum gerne mit kreativer Großschreibung versehen, um Verwechslungen zu vermeiden. Das Substrat darunter verteilt die winzigen Kontakte des Siliziums auf eine größere Fläche und kann hohe Kräfte durchleiten, ist aber biegeelastisch.

Backplate

Der Druck, den ILM/SAM auf die LGA-Kontakte und den Plastiksockel ausüben, spiegelt sich in einem genauso großen Zug an den Halterungsschrauben wieder. Diese sind daher in einer Backplate auf der Mainboard-Rückseite verankert, welche den durchgereichten Druck auffängt.

TIM

Als „Thermal Interface Material“ zwischen Silizium und IHS werden heute durchgängig Lötverbindungen für einen bestmöglichen Wärmeübergang genutzt. Da die heißen Regionen bei Desktop-CPU's auf winzige Chips/Chipbereichen konzentriert sind, kommt es trotzdem zu Wärmestaus.

Land Grid Array

Das eigentliche LGA trägt viele kleine Federn, auf welche die Kontaktflächen („Lands“) an der Unterseite des Substrats gedrückt werden, und deren anderes Ende auf dem Mainboard verlötet ist. Für einen guten Kontakt braucht jede einzelne der 1.700 Federn eine gewisse Steifheit, sodass der ILM/SAM die CPU insgesamt mit großer Kraft herunterdrücken muss. Der Plastikrahmen um die Kontaktfedern dient hierbei als Endanschlag und leitet überschüssige Kräfte in das Mainboard ab.

Hinzu kommen die Kräfte des einwirkenden Kühlers, welche die spezifizierten 222 N teils deutlich überschreiten (siehe beispielsweise PCGH 05/2018). Ist eine CPU so krumm, dass der Kühler nur noch an den äußeren Enden aufliegt, so fließen dessen Kräfte ebenso punktuell wie die des ILM ein und wirken dem Biegemoment entgegen. Könnten die Sockel-Pins die CPU mit 300 N von unten in eine Bananenform drücken, so hätte ein mit 300 N von oben wirkender Kühler leichtes Spiel: Seine hypothetischen Auflagepunkte bieten schließlich einen doppelt so großen Abstand = Hebelarm zur Prozessormitte, wie der Durchschnitt aller Kontaktpins. Der Kühler könnte die „weiche“ CPU also einfach wieder flach drücken, bis er großflächigen Kontakt für Kraft- und Wärmeableitung hätte. Lediglich überschüssige Wärmeleitpaste würde mittig weniger leicht aus dem Weg gedrückt werden, aber die CPU weitestgehend der von den Auflagepunkten des Sockels vorgegebenen Form folgen.

Aber wenn der Sockel an sich schon krumm sein soll, weil ein vorderseitiger Verstärkungsrahmen wie beim Sockel 1366 oder AM5 fehlt? Wer ersteren schon mal in der Hand hat, der weiß: Sein ILM-Frame ist in ungespanntem Zustand lose, geschlossen schwebt er mit Abstand über dem Mainboard und hatte somit nie eine Verstärkungsfunktion. AMDs Sockel AM3 und 4 verzichten sogar komplett auf vorderseitiges Metall, dabei liegen ihre Kühlerbefestigungspunkte noch weiter außen und die massiven Stahlplatten auf der Rückseite einiger High-End-AM4-Mainboards haben eine mit dem Sockel-1700-ILM vergleichbare Materialstärke. Dem Groß der AM4-Platinen reichen sogar Backplates aus dünnem Blech, dass die nötige Steifigkeit erst durch eingeprägte Formen erhält, um das PCB vor Verformungen durch Kühler zu schützen. Ihre Sockel-1700-Gegenstücke sind aufgrund der kürzeren ILM-Backplate im Sockelbereich tendenziell steifer und weiter außen umgekehrt weicher – wenn dann federt hier die Platine, während der Sockel relativ gerade bleibt. Ein zusätzlicher vorderseitiger ILM-Frame oder eine Auffaltung der ILM-Backplate nach AM4-Vorbild würden die Steifigkeit zwar weiter erhöhen.

Ähnlich wie beim dicken Kupfer des Heatspreaders gilt aber auch für den Sockel-Unterbau: Die gewählte Materialstärke reicht schlicht auch so aus, um mit den wirkenden Kräften fertig zu werden.

Erklärungsversuche

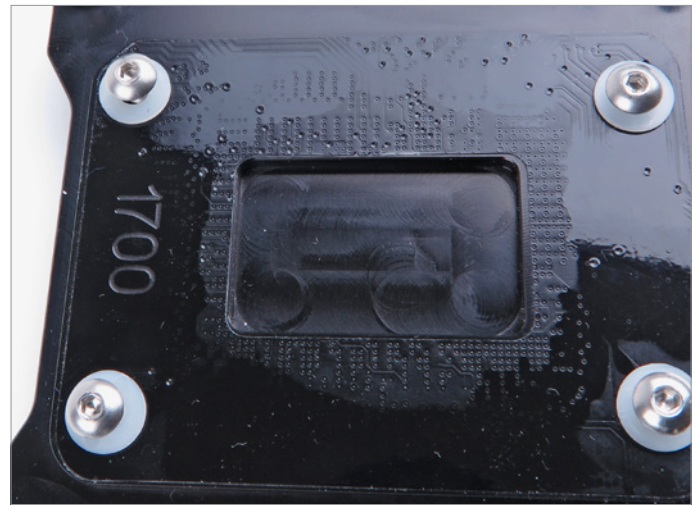
Warum zeigten einige Alder-Lake-Systeme dann tatsächliche Kontaktprobleme? Die abnehmende Zahl vergleichbarer Fälle mit den Raptor-Lake-Nachfolgern legt eine Option bereits nahe: Es waren schlicht Einzelfälle. Ist der steife Heatspreader ab Werk krumm, bleibt er es auch und diese CPU macht unabhängig vom Sockel Probleme. Die verlöteten Core 2 Quad hatten seinerzeit so oft konkave Heatspreader, dass einige Kühlerhersteller bis heute leicht konvexe Böden nutzen (mit entsprechendem Nachteil auf planen CPUs). Aber es gibt auch konkave Kühler – ausgerechnet von einem bei frühen Alder-Lake-Kritiken beliebtem Hersteller erreichten PCGH gleich mehrere derartige Produktionsfehler. Die wurden natürlich problemlos umgetauscht, das auf einem planen Heatspreader resultierende Wärmeleitpastenbild entspricht aber exakt dem eines planen Kühlers auf einem konkaven Heatspreader. Wer wegen fehlerhafter Überlegungen eine Bananen-CPU erwartet und beim Anblick eines Bananen-Wärmeleitpasten-Abdrucks nicht nachprüft, welche der beiden Kontaktflächen eigentlich die krumme ist, der könnte in einigen Fällen den Sockel für „Konstruktionsfehler“ angeprangert haben, wo eigentlich ein Kühler-Produktionsfehler vorlag.

Fazit

PCGH

Simpel, aber i.d.R. gut genug

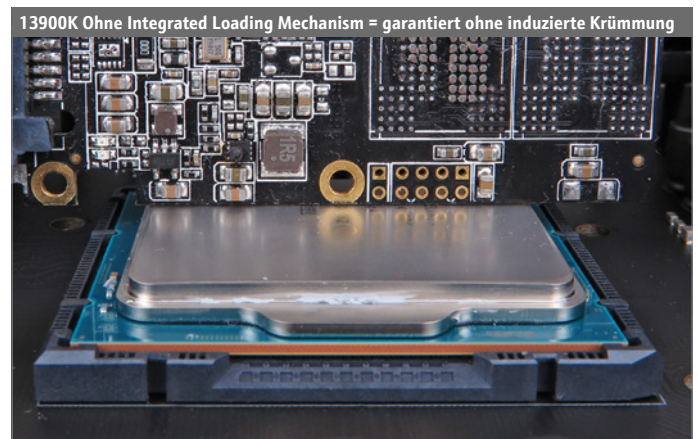
Ist eine Raptor-Lake-CPU unbelastet plan, sorgen Sockelversteifungen kaum für niedrigere Temperaturen. Freilich, bei 0,7 K Verbesserung vom PCGH-Wasserkühlungstestsieger 2015 zum 2023er Nachfolger sind 0,5 K Verbesserung durch die Heavy-Backplate beachtlich. Warum Intel diese 20 Euro zusätzlichen Materialaufwand nicht zum Plattform-Standard macht, wenn die billigsten Sockel-1700-Mainboards schon für 65 Euro verkauft werden (sollen), bedarf aber keiner Erklärung.



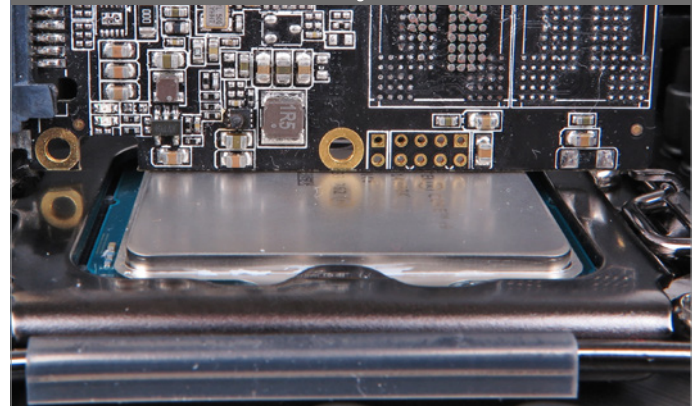
Die dünne Isolation der Heavy-Backplate besteht aus festem Plastik, hohe Kräfte haben während des Tests trotzdem alle Feinheiten der PCB-Rückseite eingepägt.



Bananen-CPU? Bananen-Kühler! Wenn Sie diesen RMA-Fall zur CPU-„Kühlung“ nutzen wollen, sieht das Ergebnis ähnlich aus wie in einigen der Sockel-1700-Kritiken.



Core i9-13900K mit ILM, aber ohne Änderung der Form



An unserer Test-CPU gibt es dagegen keine sichtbare Einwölbung – egal ob der ILM geschlossen ist oder ganz fehlt. Nur präzise Messungen zeigen etwas Elastizität.

Nachgemessen: So gerade ist Alder Lake wirklich

Wie geschrieben: An unseren Sockel-1700-CPU ist keine Krümmung sichtbar. Allerdings ist das Profil einer verbauten CPU auch schlecht einsehbar und Mainboard-Komponenten erschweren den Zugang für Referenzobjekte. Für eine exakte Antwort benötigt man Messsysteme, wie sie beispielsweise Kühlerentwickler zur Vermessung neuer Grafikkarten nutzen. Nachdem Watercool in diesem Artikel ohnehin eine prominente Stellung einnimmt, haben wir kurzerhand deren Dienste in Anspruch genommen und unsere Test-CPU Mikrometer-genau ausmessen lassen. Die Backplate-Varianten mussten hierbei zum Teil neu montiert werden, das ursprüngliche Anzugsmoment aller Schrauben wurde aber bestmöglich nachgestellt. Sorgen um

eine Bevorzugung hauseigener Produkte haben wir nicht – was zählt sind unsere die Temperaturergebnisse; die hier gezeigten, externen Messungen dienen nur der Erklärung.

Topographische Reliefs

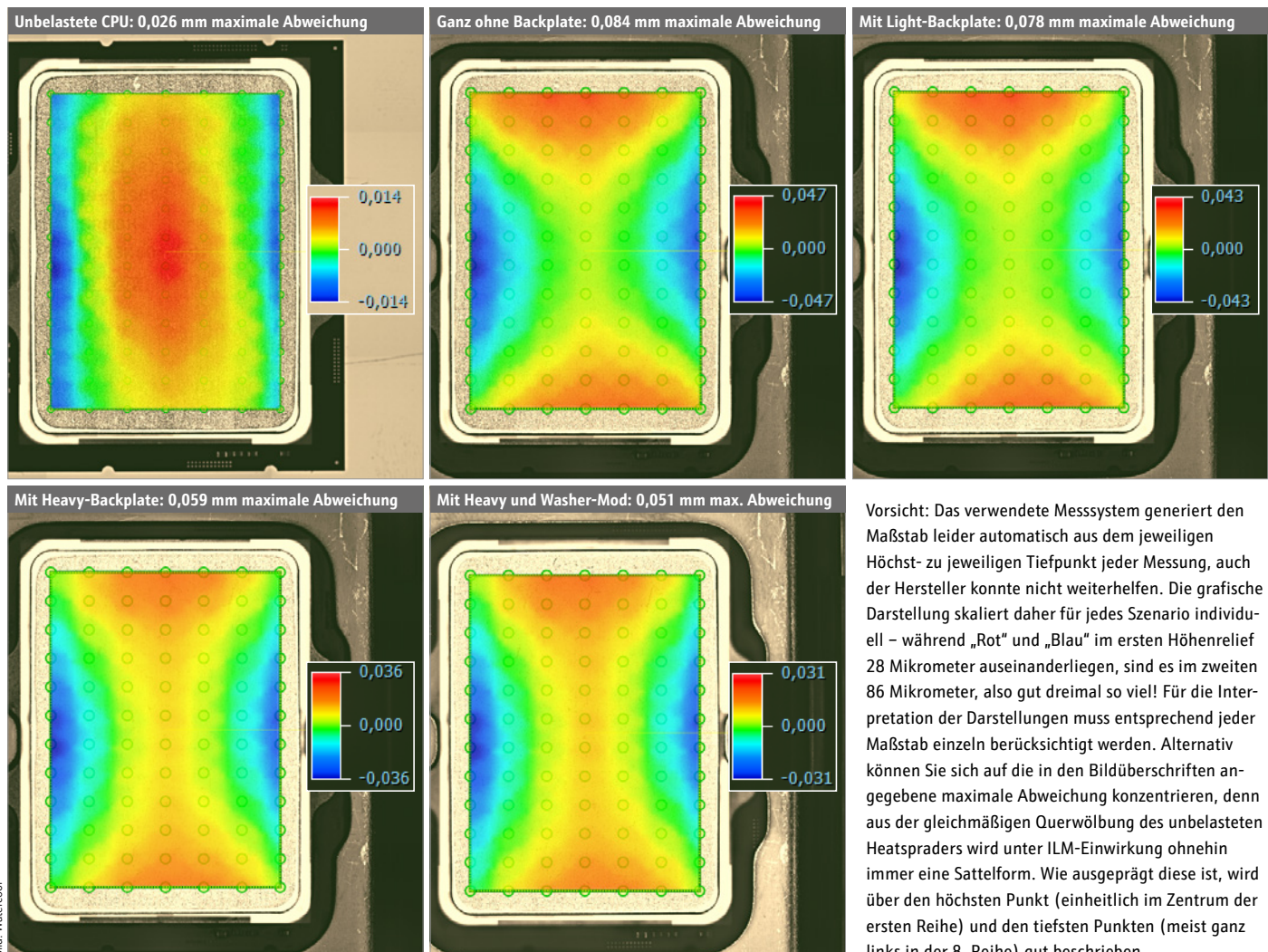
Das tun sie in Form von Höhenkarten, welche über das Foto des eigentlichen Sockels gelegt die Abweichungen von 84 Messpunkten (7 × 12) zum gemeinsamen Mittelwert wiedergeben. Die Bezugsebene (grün) verläuft dabei parallel zu den vier äußeren Ecken des Heatspreaders; alle höheren „Berge“ werden rot und alle tieferen „Täler“ blau dargestellt. Ein planer Kühler wird immer auf den drei bis vier höchsten Gipfeln aufliegen und diese einerseits durch seine Anpresskraft etwas einebnen, andererseits aber

auch seinen eigenen Boden unter den konzentriert wirkenden Kräften verformen. Dennoch bleibt bei größeren Unterschieden ein Spalt, den nur Wärmeleitpaste ausgleicht.

Unterschiede: Mit der Lupe

Ohne Kühler-Backplate liegt dieser Höhenunterschied bei maximal 84 µm. Das entspricht einem Staubkorn, welches man aus gutem Grund nicht zwischen Kühler und Heatspreader haben möchte. 90 Prozent der Oberfläche liegen aber maximal 25 µm über oder unter dem Durchschnitt. Mit der „light“-Backplate ändert sich das kaum; maximal 31 µm Durchbiegung auf der CPU-Mittelachse statt 33 µm verbessern den Kühlerkontakt praktisch nicht – kein Wunder: Die Light-Backplate verbessert gegebenenfalls die An-

presskraft des Kühlers und verteilt dessen Last besser, aber dieser ist in unseren Messungen noch gar nicht montiert. Entsprechend stärker sind die Auswirkungen der Sockel-versteifenden Heavy-Backplate. Der Abstand zwischen den Extrempunkten schrumpft zwar „nur“ auf 70 Prozent, aber die relativ ebene Fläche in der IHS-Mitte wird breiter und liegt nur noch 18 µm unter dem höchsten Peak – eine deutlich dünnere verbleibende Schicht Wärmeleitpaste erklärt die Temperaturverbesserung. Ein zusätzlicher Washermod ändert daran wenig. Zwar sind die „Täler“ rund um die IHS-Loadframe-Auflage messbar flacher. Aber deren Fläche war von Anfang an klein, ein besserer Kontakt nur dort verbessert den Wärmeübergang kaum. (tv)



Infrastruktur

Boards, RAM, Eingabegeräte, SSDs & HDDs, Netzteile, Notebooks

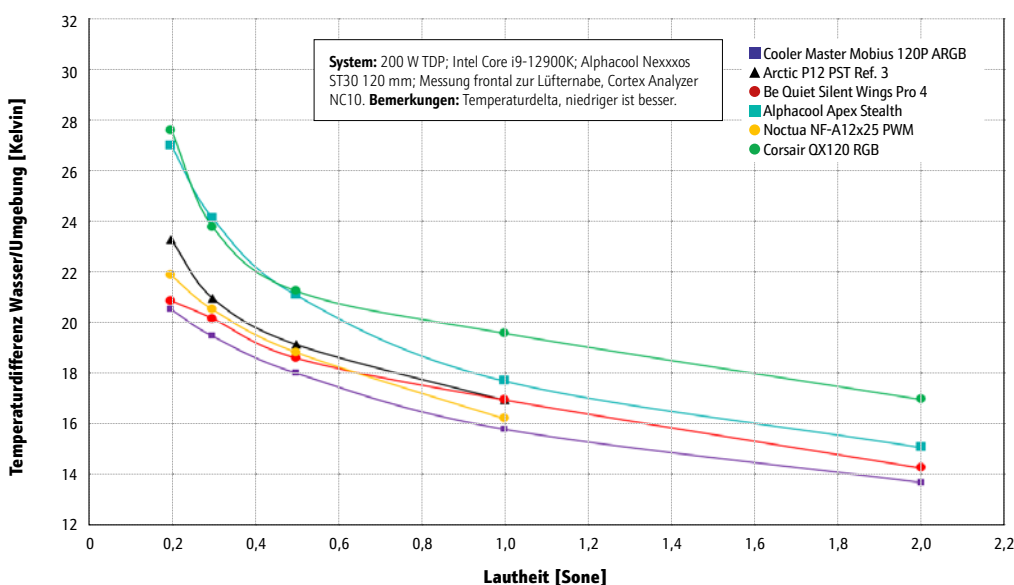
www.pcgameshardware.de/hardware

Keine Lüfterrevolution: Alphacools Apex Stealth im Test

Nüchtern betrachtet handelt es sich bei Lüftern eigentlich um ein rein technisches Thema. Die Vorstellung des Apex Stealth Metal Fan löste jedoch eine vergleichsweise geladene Debatte aus. Groß waren die Versprechungen des neu entwickelten Lüfters in Bezug auf Leistung und Lautstärke. Grund genug für uns, den vermeintlichen Wunderkandidaten selbst zu prüfen.

Nach längerer Wartezeit haben endlich auch unsere Redaktion Muster des neuen Lüfters erreicht. Im Lüfter-Testparcours darf sich das Modell gegen die Konkurrenz beweisen.

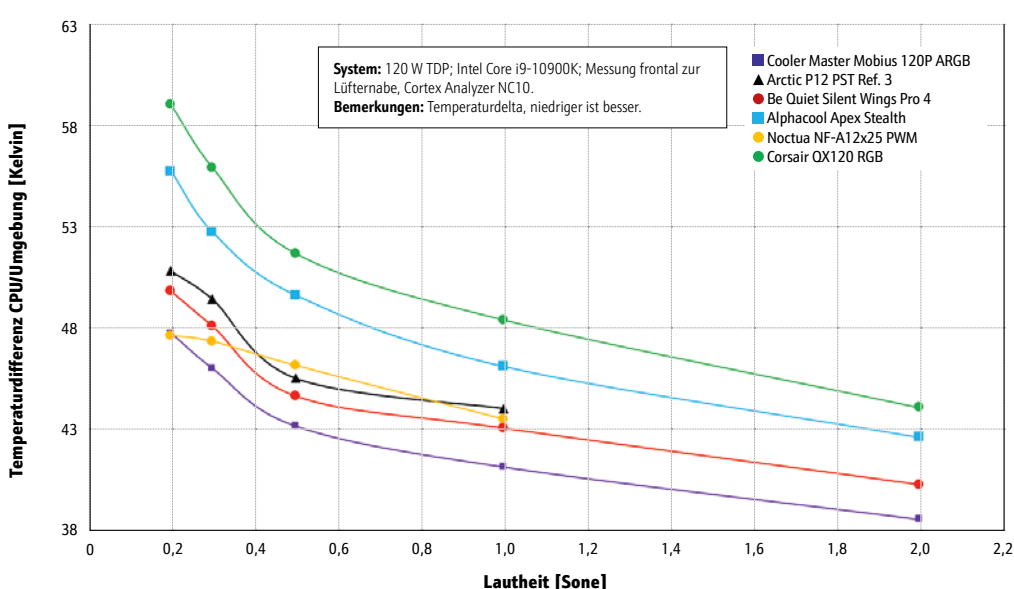
Radiator-Lüfter: Kühlleistung und Lautheit in der Übersicht



Konstruktion

Der Apex Metal Fan verfügt – wie schon der Name erahnen lässt – über einen Metallrahmen aus Zinkdruckguss (laut Hersteller). Der Rotor sowie der Innenbereich des Rahmens sind dagegen aus Kunststoff gefertigt. Dieser ringförmige Innenbereich, an dem auch der Rotor montiert ist, wird vom metallenen Außenrahmen über zwei O-Ringe entkoppelt. Was Alphacool als vollkommen neu bezeichnet, hatte es zwar in ähnlicher Art und Weise schon vorher mit Lüftern wie dem Nanoxia Special NNV auf den Markt geschafft, interessant und innovativ ist die Technik aber wohl trotzdem. Ob diese Art der Entkopplung die Vibrationen wirklich dämpft, steht auf einem anderen Blatt geschrieben. Angeboten wird der Lüfter in zwei Versionen. Für Anwendungen mit höheren Leistungsanforderungen gibt es das Modell mit einer maximalen Drehzahl von 3.000 U/min. Für Einsatzgebiete, in denen diese Leistung nicht benötigt wird, bietet Alphacool eine Version mit 2.000 U/min. Der Lüfter wird des Weiteren in vier verschiedenen Farben angeboten: Schwarz, Weiß, Silber und Gold.

Gehäuse-Lüfter: Kühlleistung und Lautheit in der Übersicht



Testmethodik

Der Alphacool Lüfter muss unseren zweigleisigen Testparcours durchlaufen und sich als Radiator- aber auch als Gehäuse-Lüfter unter Beweis stellen. Dafür werden zwei Testsysteme genutzt. Während es beim Radiortest darum geht, einen Wasserkreislauf zu kühlen, der in unserem Fall mit einem auf 200 Watt fixierten Intel Core i9-12900K aufgeheizt wird, soll im Gehäusetest

120-mm-Lüfter

Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien



die festgelegte 120-Watt-Abwärme eines Intel Core i9-10900K, auf dem ein Noctua NH-P1 Passiv-Kühler sitzt, aus dem Hardware-Domizil transportiert werden. In beiden Tests führen wir eine Lautheitsnormierung durch und stellen mittels Labornetzteil die Lüfterdrehzahl so lange ein, bis ein festgelegter Lautheitswert in der psychoakustischen Einheit Sone erreicht wird. Wir erhalten beim Leistungstest schließlich je Szenario sechs Temperaturdifferenz-Werte bei fünf festen Lautheitsvorgaben und einem Test unter Volllast. Im Radiatordurchlauf bestimmt das Temperaturdelta zwischen Wasser und Umgebungsluft die Leistung des Lüfters. Im Gehäusetest dagegen entscheidet die Differenz zwischen CPU und Umgebungsluft. In beiden Fällen spricht eine niedrigere Differenz für eine bessere Kühlleistung. Mehr zur Testmethodik können Sie in der PCGH-Ausgabe 10/23 im Vergleichstest nachlesen.

dämpfen als eine normale Entkopplung, jedoch neigt das Modell in unserer Beobachtung auch dazu, stärkere Vibrationen zu erzeugen, die auch durch das Entkopplungssystem nicht mehr vom Rahmen ferngehalten werden können. Der Leistungstest bescheinigt dem Apex Stealth eine eher mittelmäßige Leistung. Auf einem Radiator montiert, zeigt sich vor allem im Ultra-Silent-Bereich, dass die Leistung im Vergleich zur abgegebenen Geräuschkulisse nicht optimal ist. Woran genau das liegt, lässt sich nur vermuten. Vibrationen, Eigenresonanzen, aber auch Lagergeräusche können einen solchen Effekt auslösen. Mit höheren Drehzahlen wird der Apex effektiver, samt besserem Lautstärke-zu-Leistungs-Verhältnis – auch im Diagramm anhand der exponentiellen Kurve zu erkennen. Ähnlich verhält sich das Modell im Test als Gehäuse-Lüfter. Gegen die High-End-Lüfterserien von Cooler Master, Be Quiet oder Noctua, die in unserer Wertung ganz oben liegen, kommt der Apex in unseren Messungen nicht an. (j/h)

Eindruck und Leistung

Mit einem Gewicht von 333,6 Gramm liegt der Apex wuchtig in der Hand und vermittelt einen hochwertigen Eindruck. Im Betrieb offenbart sich ein erster Eindruck des Geräuschpegels. Während viele Lüfter ein eher tiefrequentes Brummen abgeben, findet man den Apex in höheren Frequenzspektren. Mit einem eher pfeifenden Sound kann der Lüfter je nach Umgebung auffälliger oder unauffälliger wirken. Von der angepriesenen Entkopplung konnten wir nicht allzu viel erkennen. Ja, das System mag Vibrationen vielleicht besser

Fazit PCGH

Kein Meilenstein der Leistung

Der Apex Stealth von Alphacool hat, wie jeder andere Lüfter auch, Licht und Schatten. Vor allem bei höheren Drehzahlen performt der Lüfter gut, bei niedrigen Umdrehungswerten zeigt das System jedoch Schwachstellen. Physik lässt sich eben nicht so leicht austricksen, wie man das gerne hätte.

Maximale Kühlleistung auf Radiator

Temperaturdifferenz, die unter Volllast auf einem Radiator erreicht werden konnte

Arctic P12 Max	12,01 (Basis)
Alphacool Apex Stealth	12,27 (+2 %)
Be Quiet Silent Wings Pro 4	12,49 (+4 %)
Cooler Master Mobius	13,05 (+9 %)
Seasonic Magflow	14,35 (+19 %)
Deepcool FK120	14,38 (+20 %)
Noctua NF-A12x25	14,55 (+21 %)
Corsair QX120 RGB	14,96 (+25 %)
Alpenföhn Jetstream	16,29 (+36 %)
Arctic P12 PST	16,4 (+37 %)
Sharkoon Silent Storm	18,68 (+56 %)
Be Quiet Silent Wings 4	18,82 (+57 %)

System: 200 W TDP; Intel i9-12900K; Alphacool Nexxos ST30 120 mm; Messung frontal zur Lüfternabe, Cortex Analyzer NC10. **Bemerkungen:** Die Bewertung der maximalen Leistung nimmt keinen Bezug auf die dabei entstehende Geräuschkulisse.

Kelvin
Besser

FAZIT

Innovative Konstruktion
Mittelmäßige Leistung

Wertung: 2,60

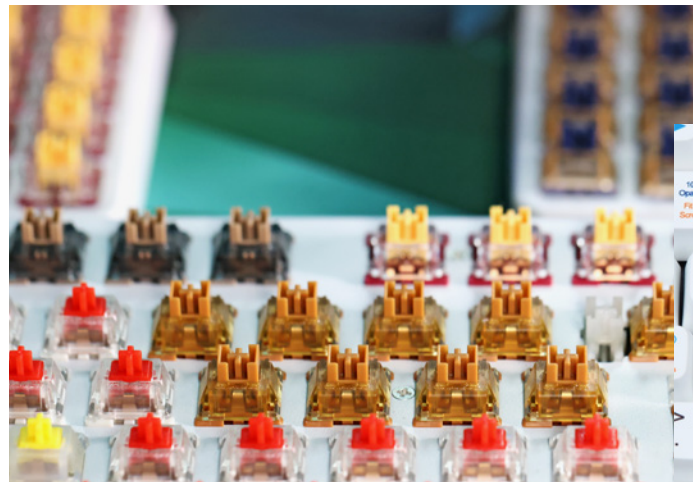
„Geheimtipp“ für modulare Tastaturen: Gamakay-Switches

Neben Tastermodellen von Marken wie Akko, Cherry, Gateron, Glorious oder Kailh präsentiert sich der chinesische Produzent Gamakay mit einer frischen Auswahl an linearen und taktilen, geschmierten Switches als attraktive Alternative für Silent-Liebhaber.

Modulare Tastaturen im Eigenbau sind und bleiben oftmals eine Frage des Einsatzgebietes und des Geschmacks. Während eine Zielgruppe möglichst leise lineare Schalter mit butterweichem Auslöseweg sucht, favorisiert die Gegenseite beim Tippen und Spielen etwa Clicky-Switches mit nicht nur haptischem, sondern auch hörbarem Feedback. Gamakay bietet mit den eigenen Serien (siehe tabellarische Übersicht) ein starkes Angebot für Einsteiger und Enthusiasten von modularen Tastaturen mit mechanischen Schaltern.

Preiswert und solide

Im Hands-on überzeugt uns nicht nur die grundlegende Verarbeitung der exemplarischen LK75-Tastatur



Gute Verarbeitung zum fairen Preis, sowohl bei Switches als auch Tastaturen. Knackpunkt für deutsche Kunden: das ANSI-US-Layout (statt ISO-DE).



von Gamakay, sondern auch die Qualität der abgerundeten, dicken PBT-Tastenkappen, die effektive Dämmung mit drei Absorptionsschichten sowie die für den Preis von ca. 115 Euro (inklusive Einfuhrumsatzsteuer von 19 % berechnet) üppigen Extras – unter anderem RGB-LEDs und ein Multifunktionsdisplay mit Drehradfunktion.

Sehr leise Switches als Basis

Sowohl das Design als auch die Tastenschalter lassen sich vorab auswählen. Für völlig eigene modulare Konfigurationen sind die Switches in verschiedenen Paketgrößen im Shop erhältlich. Unsere Schalterempfehlungen zum Ausprobieren für leisere und angenehm weiche mechanische Eigenbau-Tastaturen: die Gamakay Phoenix (linear) und Pegasus (taktil). Im Lautstärkevergleich mit bekannteren Vertretern wie Cherry MX Silent Red (linear) oder Gateron Milky Yellow (taktil) unterbieten diese Gamakay-Switches die Konkurrenz nochmal um ein ordentliches Stück. Wie ohnehin bei Custom-Tastaturen gültig, werden die feineren Unterschiede erst im direkten Vergleich spürbar. Ein Switch-Tester wie bei Akko oder Kailh ist auf Nachfrage unsererseits in Planung, jedoch zum Redaktionsschluss noch nicht verfügbar.

Wichtig zu wissen

Achten Sie, sofern für Sie relevant, auf das gewünschte Layout. Custom-Keyboards setzen oft auf eine ANSI-Basis mit US-Keycaps. Ohne eigenen deutschen Vertrieb kann der Versand des Gamakay-Shops zudem bis zu ca. zwei Wochen dauern. Interessierte erhalten im Herstellershop (Weiterleitung: pcgh.de/gamakay) mit dem Code **PCGHRATGEBER** zudem einen fünfprozentigen Rabatt. Als Alternativen zum Gamakay Phoenix- und Pegasus-Switch können die ebenfalls vorgeschmierten und recht ähnlichen Outemu Honey Peach (linear und leise) sowie Cream Yellow (taktil und leise) mit 5-Pin-Aufbau erhalten. Beim Einbau von Tastern gilt es auf die feinen Metallpins zu achten. Versehentlich verbogene Kontakte können vorsichtig begradigt werden. Ein Funktionstest jeder Taste ist vor dem Alltagsgebrauch empfehlenswert. (re)



Mit seinen ca. 90 bis 100 Euro (ohne Zoll) bietet die LK75-Tastatur nicht nur Zusätze wie Display, Drehregler und Extraknopf, sondern auch eine dreifache Dämmung.

Geschmierte Hot-Swap-Tastenschalter von Gamakay in der Übersicht

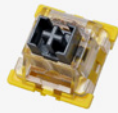







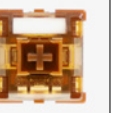
									
Switch-Name	Bumblebee	Phoenix	Crystal	Pegasus	Griffin	Mercury	Jupiter	Mars	Venus
Schalterart	Linear	Linear und leise	Linear	Taktil und leise	Taktil	Linear	Linear	Taktil	Taktil
Pin-Anzahl	3-Pin-Switch	3-Pin-Switch	3-Pin-Switch	3-Pin-Switch	3-Pin-Switch	5-Pin-Switch	5-Pin-Switch	5-Pin-Switch	5-Pin-Switch
Schalter im Paket (Preis pro Stück)	35 oder 70 (ca. 36 Cent)	35 oder 70 (ca. 42 Cent)	35 oder 70 (ca. 36 Cent)	35 oder 70 (ca. 42 Cent)	35 oder 70 (ca. 42 Cent)	45 oder 90 (ca. 33 Cent)	45 oder 90 (ca. 33 Cent)	45 oder 90 (ca. 33 Cent)	45 oder 90 (ca. 33 Cent)
Schalterwege	1,30 ± 0,5 mm Vorlauf- und 4,0 mm Hubweg	2,0 ± 0,6 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg	2,0 ± 0,6 mm Vorlauf- und 4,0 mm Hubweg	2,0 ± 0,5 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg	1,8 ± 0,5 mm Vorlauf- und 3,2 mm Hubweg	2,0 ± 0,6 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg	2,0 ± 0,6 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg	2,0 ± 0,5 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg	2,3 ± 0,5 mm Vorlauf- und 3,3 mm Hubweg
Auslösedruck (min. bis max. Druck)	45 ± 10 gf (35–65 gf)	40 ± 10 gf (35–45 gf)	45 ± 10 gf (30–65 gf)	45 ± 10 gf (30–65 gf)	45 ± 10 gf (30–65 gf)	40 ± 10 gf (30–50 gf)	50,0 ± 10,0 gf (40–55 gf)	50 ± 10 gf (40–70 gf)	40 ± 10 gf (30–70 gf)



Bild: Corsair

Quo vadis, kabellose Maus?

Schlichte Ausstattung statt vieler Extratasten, lange Akkulaufzeiten und hohe Polling Rate statt auffälliger RGB-Beleuchtung. Ist dies der neue Trend bei den auch für Profi-Gamer geeigneten kabellosen Mäusen?

Mäuse ohne Kabel haben sich bei Hobbyspielern und professionellen Gamern mittlerweile durchgesetzt. Sie tasten mit bis zu 32.000 Dpi (Logitech G Pro Superlight 2) sowie mit einer Polling Rate von bis zu 8.000 Hz (Razer Cobra Pro mit Hyper Polling Wireless-Adapter) ab und übertragen ihre

Daten mit einer auf wenige Millisekunden minimierten Latenz. Damit haben schnurlose Gaming-Mäuse mit Blick auf die zum Einsatz kommende Technik mit ihren drahtlosen Pendanten gleichgezogen. Geht es aber um die Ausstattung kabelloser Spielermäuse, scheint sich gerade bei den in den letzten Monaten auf

den Markt gekommenen Modellen ein neuer Trend zu entwickeln. So verzichten die Hersteller bei vier von sechs der hier getesteten Mäuse auf eine RGB-Beleuchtung.

Gewicht und Strom sparen

Vor einigen Monaten wollte noch kein Anbieter von Wireless-Mäusen für Gamer bei der Ausstattung auf RGB-Lichtspielereien verzichten. Prominente RGB-Beleuchtungskünstler sind die Razer Basilisk V3 Pro, die Roccat Kone XP Air oder die Logitech G502 X Plus. Selbst Razer spendierte der vor gut einem halben Jahr auf den Markt gekommenen Cobra Pro noch die hauseigenen Chroma-Lichttricks. Wie die Ausstattungslisten unserer Testkandidaten zeigen, scheint dieser Trend gerade bei Modellen ohne Kabel

rückläufig zu sein. Hier sind lange Akkulaufzeiten viel wichtiger als die Optik und Werte von ca. 90 Stunden (Logitech G Pro X Superlight 2 und Razer Deathadder V3 Pro) lassen sich nicht erzielen, wenn noch RGB-LEDs mit Strom versorgt werden müssen. Was ebenfalls auffällt ist, dass Zocker-Mäuse ohne Kabel immer leichter werden und trotz ihres Akkus nur 60 g wiegen (Glorious Model D 2 Pro, Corsair M75 Air und Logitech G Pro X Superlight 2). Neben einem Gehäuse mit Leichtbauweise konzentriert man sich bei der Anzahl der Extratasten, für die immer auch ein Schalter verbaut werden muss, auf das Wesentliche. Bei der Corsair M75 Air und Logitech G Pro X Superlight fällt etwa der Dpi-Umschalter dem Stromspar-Rotstift zum Opfer. (fs)

Folgende Produkte finden Sie im Test

- Corsair M75 Air
- Glorious PC Gaming Race Model D 2 Pro Wireless
- Glorious PC Gaming Race Model O 2 Wireless
- Logitech G Pro X Superlight 2
- Razer Cobra Pro
- Razer Deathadder V3 Pro

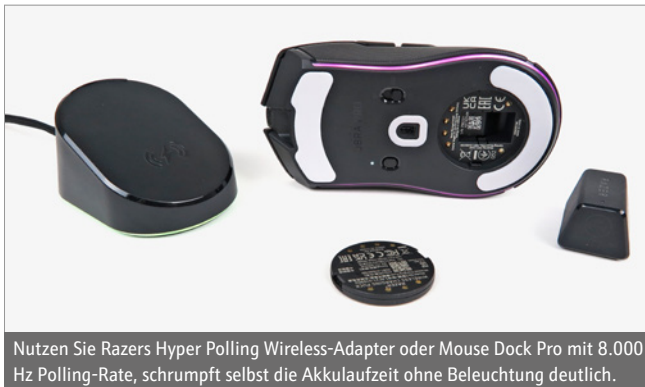
Razer Cobra Pro: Nicht nur für kleine Gamer-Hände gut geeignet

Spiellern, denen die bunt beleuchtete Basilisk V3 Pro zu klobig ist, bietet Razer ein kompaktes Modell mit symmetrischem Design an: die Cobra Pro.

Mit ihren Maßen von 120,0 × 62,5 × 38,1 mm (L × B × H) und 75 cm³ Volumen ist die Cobra Pro einerseits sichtbar kleiner als die Basilisk V3 Pro (130,0 × 75,4 × 42,5 mm/109 cm³). Andererseits wiegt die Cobra Pro 77 g, also 35 g weniger als unsere aktuelle Referenz. Dazu kommt, dass die mit sieben programmierbaren Tasten ausgestattete schnurlose Gaming-Maus (2,4

GHz und Bluetooth) achsensymmetrisch ist. Damit eignet sich die Cobra Pro, deren Akku per USB-C-auf-USB-A-Kabel geladen wird, grundsätzlich für Linkshänder. Die müssen damit klarkommen, dass sich nur auf der linken Seite zwei Daumentasten befinden. Obwohl die Ergonomie, wie Razer angibt, für kleine und mittelgroße Hände optimiert ist, liegt die Maus auch sehr angenehm in einer großen Hand. Außerdem lässt sie sich auch mit dem Palm-Grip sehr leichtgängig, ergonomisch und dank gummierter Seitenteile mit optimalem Grip über das Mauspad manövrieren. Die

Ausstattung ist für Razers Gaming-Mäuse typisch. Mit dabei sind zwei Knöpfe für die Dpi-Umschaltung, die Chroma-RGB-Beleuchtung (11 Zonen), optische Tastenschalter (3. Gen.), mit optimalem Druckpunkt und der Speicher für fünf Profile. Die angegebene Akkulaufzeit liegt bei bis zu 170 Stunden ohne Beleuchtung. Beim Sensor entscheidet man sich auch bei der Cobra Pro für den Focus Pro 30K (Pixart PAW 3590). Dieser arbeitet fehlerfrei und tastet dank Techniken wie Smart Tracking, Motion Sync und Asymmetric Cut-off präzise ab. Die Lift-Off-Distanz beträgt 0,9 mm.



Razer Deathadder V3 Pro: Geänderte Form und neuer Sensor statt RGB

Razer spendiert dem dritten Deathadder-Modell zwar überholte Taster und einen neuen Sensor. Dafür streicht man Extras wie die Beleuchtung.

Den ersten Unterschied zwischen der Razer Deathadder V2 Pro und V3 Pro merkt man, wenn man beide Gaming-Mäuse in die Hand nimmt. Einerseits ist die Deathadder V3 Pro 25 g leichter als ihr Vorgänger. Andererseits spürt man Änderungen bei der ikonischen Gehäuseform und dem Tastendesign sowie deren Fingerablagen. Die mit Razers optischen Schaltern

der dritten Baureihe bestückten Haupttasten, deren Druckpunkt perfekt ist, haben eine geänderte Form. Die beiden leicht auslösenden Seitentasten sind etwas nach oben gewandert und die Deathadder V3 Pro hat bei der Länge sowie der Gehäusehöhe zugelegt. Dazu kommen Änderungen bei der Ergonomie wie die Verlagerung des Buckels an der Oberseite nach vorn und geänderte Unterstützungspunkte für die natürliche Handform beim Greifen. Diese Modifikationen machen die super gleitende Deathadder V3 Pro zur optimalen Maus für Palm- und Claw-Grip-Spieler mit

einer mittelgroßen bis großen Hand. Mit Ausnahme der Chroma RGB-Beleuchtung, die wegen der E-Sport-Ausrichtung und für eine längere Akkulaufzeit fehlt, bietet die den PC nur per 2,4-GHz-Funk kontaktierende Rechtshändermaus alles, was man von einer Razer-Maus für 130 Euro erwartet. Dazu gehört der Profilspeicher, Hypershift, ein Dpi-Umschalter (Unterseite!) und 8.000 Hz Polling Rate mit Mouse Dock Pro/Hyper Polling Wireless Dongle. Der neue Focus-Pro-30K-Sensor überzeugt mit einer fehlerfreien und präzisen Leistung sowie einer Hubhöhe von nur 0,9 mm.



Glorious D 2 Pro Wireless: Leichtgewicht ohne Licht und Wabenoptik

Dem Nachfolger der Model D Wireless fehlt die RGB-Beleuchtung und wabenförmige Aussparungen. Dafür wiegt die Model D 2 Wireless nur 60 g.

Glorious-Mäuse der Model-D-Reihe sind für Spieler mit größeren Händen konzipiert. So auch die neue Model D 2 Wireless, die ihre Daten anders als die Model O 2 nur per 2,4-GHz-Funk zum PC schickt. Ihre Form ist für Gamer optimiert, die den Palm- oder Claw-Grip bevorzugen. Mit dem Fingertipp-Griffstil können Sie das Leichtgewicht (60 g) auch noch führen, allerdings

sollte Ihre Hand dann insgesamt groß ausfallen oder zumindest Ihre Finger lang sein. Da Glorious auf die wabenartigen Aussparungen auf der Oberschale verzichtet, hat die nahezu widerstandslos auch über ein Glasmauspadd gleitende Rechtshändermaus eine spürbar veränderte Haptik. Für den optimalen Grip fehlt dem Gehäuse, das sich trotzdem gut anfühlt, eine rauere Oberfläche oder gummierte Griffmulden. Die Akkulaufzeit ist ordentlich und beträgt 80 Stunden, im Gegenzug gehört eine RGB-Beleuchtung nicht zur Ausstattung. Lediglich die gewählte Dpi-Stufe wird per

RGB-LED angezeigt - das befindet sich jedoch auf der Unterseite der Gaming-Maus. Die mit Glorious' optischen Schaltern bestückten Haupttasten haben einen ausgezeichneten, aber nicht gerade leisen Druckpunkt. Dazu finden Sie in der Software die „Advanced Debounce Settings“, mit denen Sie Feineinstellungen bezüglich der Schalterreaktion vornehmen. Im selben Menü können Sie auch die Lift-Off-Distanz des dank Motion Sync bei 26.000 Dpi noch kontrollierbaren und sehr präzisen Glorious-BAMF-2.0-Sensors minimieren – wir messen trotzdem noch 1,7 mm.



Glorious liefert die Model D 2 Wireless mit einem USB-C-auf-USB-A-Adapter aus. Damit lässt sich das Ladekabel als Verlängerung für den Nano-Empfänger nutzen.

Für 140 Euro gibt's die Model D 2 Pro Wireless als 4K/8K-Version mit einer Polling Rate von 4.000/8.000 Hz (ohne/mit Kabel). Deren Akku hält nur 35 Stunden durch.



Glorious Model O 2 Wireless: Für sparsame Spieler empfehlenswert

Glorious spendiert der durch wabenförmige Aussparungen bekannt gewordenen Model-O-Maus einen neuen Sensor, aber nicht weniger Gewicht.

Mit der Model O 2 Wireless präsentiert Glorious das schnurlose Modell der neuen O-2-Reihe, das den PC mit 2,4 GHz oder Bluetooth kontaktiert. Obwohl man auf den RGB-Ring am Mousrad verzichtet, ist die neue O 2 Wireless mit 68 Gramm rund 3 Gramm schwerer als Ihr Vorgänger. Mit dem Glorious-BAMF-2.0, einem modifizierten Pixart PAW 3395, bringt man die Ga-

ming-Maus jedoch auf den technisch neuesten Stand. Optische Tastenschalter gehören nach wie vor nicht zur Ausstattung der leichtgängig über das Pad gleitenden Model O 2 Wireless. Dafür können Sie die Debounce Time der mechanischen Kailh-GM-8.0-Schalter für Haupttasten in der umfangreichen Software einstellen. Hier legen Sie auch die sechs per RGB-LED auf der Unterseite angezeigten Dpi-Stufen sowie den Beleuchtungseffekt (7 Effekte und ein Modus mit individueller Farbwahl) fest und speichern dies für drei Profile. Dabei sind alle Einstellungen auch an einem

PC ohne Software verfügbar. Die angeraute Oberfläche des Gehäuses macht die Glorious Model O 2 Wireless haptisch angenehm. Dazu liegt sie unabhängig vom Griffstil ergonomisch in der Hand und eignet sich mit ihrer geringen Gehäusehöhe und relativ flachen Heckpartie besonders gut für Palm-Grip-Spieler. Der Glorious BAMF 2.0 ist spürbar präziser als sein Vorgänger und lässt sich gerade mit aktiviertem Motion Sync auch bei 26.000 Dpi noch sehr gut kontrollieren. Leider schafft es Glorious nicht, die Hubhöhe zu senken, die liegt trotz Option in der Software bei 1,5 mm.



Vollgeladen liefert der Akku lange Strom: Im Test waren es ca. 22 Stunden mit RGB-Effekt. Laut Werk sind 110/210 Stunden (2,4 GHz/BT) ohne Licht drin.

Die LED, welche die gewählte Dpi-Stufe farblich anzeigt, platziert Glorious ungünstig auf der Unterseite. Ohne die O 2 Wireless umzudrehen, sehen Sie nichts.



Corsair M75 Air: Minimalistische Ausstattung, aber maximale Leistung

Mit der M75 Air nimmt Corsair anspruchsvolle bis professionelle Spieler ins Visier. Dafür verzichtet man auf RGB-Licht und eine Dpi-Umschaltung.

Nicht zuletzt um Pro-Gamer zu überzeugen, spendiert Corsair der M75 Air, die den PC per 2,4-GHz-Funk (Nano-Empfänger) und Bluetooth kontaktiert, mit dem Corsair Marksman 26K einen sehr präzisen Hochleistungssensor. Dazu kommen optische Taster mit ausgezeichnetem, aber deutlich hörbarem Druckpunkt zum Einsatz, die 100 Mio. Betätigungen durch-

halten sollen. Des Weiteren garantieren die fehlenden Lichtspielereien, dass der Akku im 2,4-GHz-Slipstream-Betrieb mit 2.000 Hz Polling-Rate ca. 45 Stunden durchhält (Bluetooth: ca. 100 Stunden). Trotz des geringen Gewichts von 60 g ist das Gehäuse ausreichend groß, dank achsensymmetrischer Form eignet es sich grundsätzlich auch für Linkshänder. Die müssen damit zurechtkommen, dass die Daumentasten auf der rechten Seite fehlen. Die Ergonomie der super gleitenden M75 Air ist für den Claw- und Fingertipp-Griffstil optimiert. Palm-Grip-Spieler können die Ge-

häusehöhe als störend empfinden. Die nur bedingt anwenderfreundliche Software erlaubt die Einstellung der Dpi-Rate in Ein-Dpi-Schritten und das Festlegen einer alternativen Dpi-Rate per Tastendruck. Die Speicherung aller Einstellungen erfolgt per Software oder in einem Hardware-Profil, in dem auch Makros und die gewählte Makrotaste abgelegt werden. Der Sensor, ein Pixart PAW 3393, tastet nicht zuletzt dank der Oberflächenkalibrierung sehr präzise ab und bleibt auch bei 26.000 Dpi kontrollierbar. Die Hubhöhe lässt sich per Software auf 1,0 mm minimieren.



Das Laden des Akkus, dessen Laufzeit mit einer Polling Rate von 2.000 Hz ca. 45 Stunden beträgt, erfolgt mit einem flexiblen USB-C-auf-USB-A-Kabel.

Für optimalen Grip bietet Corsair für einen Zehner im Shop Maus-Grip-Tape an. Ebenfalls erhältlich: Maus-Skates aus Glas (€ 25) für minimalen Reibwiderstand.



Logitech G Pro X Superlight 2: Erstes Modell sinnvoll weiterentwickelt

Auch bei Logitechs zweiter G Pro X ist der Namenszusatz „Superlight“ Programm: Trotz technischer Verbesserungen wiegt sie nur 60 Gramm.

Bei der Form, dem Gehäusedesign und Gewicht der Logitech G Pro X Superlight 2 gibt es keine Änderungen gegenüber dem Vorgängermodell. So bleibt die achsensymmetrische Maus, bei der sich Linkshänder an fehlende Daumentasten auf der rechten Seite gewöhnen müssen, optimal für den Fingertip-Griff. Das leichtgängig über das Mauspad gleitende Fliegenge-

wicht lässt sich auch gut mit dem Palm- oder Claw-Griffstil bewegen. Dazu dürfen die Finger des Gamers jedoch nicht zu lang und die Hand nicht zu groß sein. Auf technischer Seite hat sich einiges getan und die G Pro X Superlight 2 kommt mit dem neuen Hero-2-Sensor, Lightforce-Hybridschaltern mit optisch-mechanischer Schaltertechnologie und einer auf 95 Stunden gesteigerten Akkuleistung daher. Die Polling-Rate hat sich ebenfalls verdoppelt und beträgt 2.000 Hz. Letzteres müssen Sie in der Software einstellen; ohne diese ist die auch Logitechs Powerplay-Induktionsladung

unterstützende Gaming-Mouse ziemlich nutzlos. Wollen Sie etwa die Dpi-Zahl wechseln, fehlt ein Dpi-Umschalter, und ohne die in der Anwendung sperrige Software können Sie auch keine Belegung der beiden Daumentasten ändern. Letztere verfügen, wie auch die beiden Haupttasten, über einen sehr guten Druckpunkt. Der Hero-2-Sensor, der jetzt mit 32.000 Dpi abtastet, ist Logitechs neues High-End-Modell. Das überzeugt im Test mit einer sehr hohen Genauigkeit, einer sehr geringen Hubhöhe von 0,8 mm und guten Kontrollierbarkeit bei maximaler Abtastrate.



Ist Ihnen die Logitech G Pro X Superlight 2 nicht griffig genug, nutzen Sie das mitgelieferte Grip-Tape. Zum Zubehör gehört auch ein USB-C-auf-USB-A-Adapter.

Ein weiteres Extra der G Pro X Superlight 2 ist die alternative Abdeckung des Funk-Adapter-Faches mit PTFE-Schicht. Da die super gleitende Gaming-Maus mit Logitechs Powerplay-Induktionsladungstechnik kompatibel ist, können Sie in das Fach auch den Lade-puck (rechts) einsetzen.



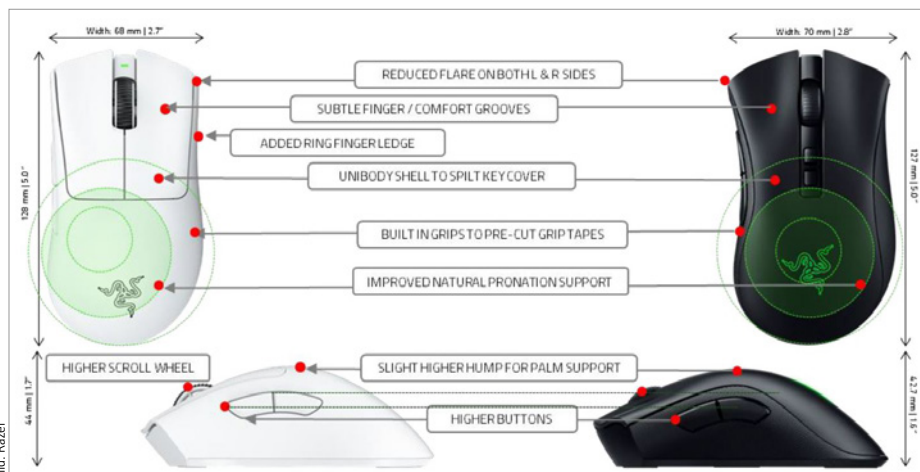
Mäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 45 Wertungskriterien



Produkt	Cobra Pro	Deathadder V3 Pro	Model D 2 Pro Wireless
Hersteller (Webseite)	Razer (www.razer.com/de-de)	Razer (www.razer.com/de-de)	Glorious PC Gaming Race (pcgamingrace.com)
Preis/Preis-Leistung/Verarbeitung	Ca. € 125,-/gut/sehr gut	Ca. € 130,-/gut minus/sehr gut	Ca. 105,- Euro/gut plus/sehr gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2976258	www.pcgh.de/preis/2790024	www.pcgh.de/preis/3045569
Bauart/Anschluss	Drahtlos/2,4 GHz und Bluetooth/USB-Kabel	Drahtlos/2,4 GHz-Nano-Empfänger/USB-Kabel	Drahtlos/2,4 GHz-Nano-Empfänger/USB-Kabel
Empfohlener Spielstil/geeignet für	Low-, Mid-, High-Sense/Links/Rechtshänder	Low-, Mid- und High-Sense/Rechtshänder	Low-, Mid- und High-Sense/Rechtshänder
Ausstattung	1,35	1,63	1,70
Abtastung/Sensortyp	Optisch (IR-LED)/Focus Pro 30K (Pixart PAW 3950)	Optisch (IR-LED)/Focus Pro 30K (Pixart PMW 3950)	Optisch (IR-LED)/Glorious BAMF 2.0 (Pixart PAW 3395)
Anzahl Tasten	7 + Scrollrad	5 + Scrollrad	5 + Scrollrad
Maximale Auflösung	30.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)	30.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)	26.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)
Kabellänge	Ca. 180 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel, Verlängerung Empfänger mit Adapter)	Ca. 180 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel, Verlängerung Empfänger mit Adapter)	Ca. 200 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel, Verlängerung Empfänger mit Adapter)
Sonderausstattung	Dpi-Umschaltung (2 Tasten 5 Stufen), Hypershift-Tastenverdoppelung, Speicher für Makros und 5 Profile (Wechsel per Taste auf Unterseite), optische Tastenschalter (3 Gen.), RGB-Beleuchtung (11 Zonen/11 Effekte mit Optionen für Scrollrad, Logo, Underglow), 1.000 Hz Polling Rate (8.000 Hz mit Mouse Dock Pro Ladestation/Hyper Polling Wireless Dongle), flexibles Ladekabel, symmetrische Gehäuseform, Fach für Empfänger, Adapter	Dpi-Umschaltung (5 Stufen mit Schalter auf Unterseite und LED-Anzeige), Hypershift-Tastenverdoppelung, Speicher für Makros und 5 Profile, ARM-MCU, 5 Tasten frei programmierbare, optische Tastenschalter (3 Generation), 1.000 Hz Polling Rate (8.000 Hz mit Mouse Dock Pro Ladestation/Hyper Polling Wireless Dongle), Razer Grip-Tape-Set, flexibles Ladekabel, USB-A-auf-USB-C-Dongle-Adapter	Dpi-Umschaltung (5 Stufen, 200-Dpi-Schritte mit farblicher LED auf der Unterseite), optische Glorious Tastenschalter, ARM-CPU, Makrofunktion, Speicher für Makros und 3 Profile, 1.000 Hz Polling Rate, flexibles Kabel, ein zusätzliches Set Mausfüße, USB-C-auf-USB-A-Adapter (z.B. für 2,4-GHz-Nano-Empfänger), ca. 80 Stunden Akkulaufzeit
Eigenschaften	1,20	1,48	1,43
Größe (H x B x T)/Gewicht/Volumen*	38,1 x 62,5 x 119,6 mm/77 g/75 cm³	44,0 x 68,0 x 128,0 mm/63 g/100 cm³	42,5 x 67,7 x 128,4 mm/60 g/96 cm³
Druckpunkte Haupt-/Sondertasten	Sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut
Druckpunkt/Rasterung Scrollrad	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut/sehr gut
Funktionsumfang und Features Software	Sehr gut/Lift-Off-Distanz (asymmetrischer Cut-Off) verstellbar, Untergrundkalibrierung, Option für das Smart-Tracking (Motion Sync)	Sehr gut/Lift-Off-Distanz (asymmetrischer Cut-Off) verstellbar, Untergrundkalibrierung, Option für das Smart-Tracking (Motion Sync)	Gut bis sehr gut/Lift-Off-Distanz verstellbar, 5 Optionen für Debounce Time, Option für Motion Sync, keine Option für Angle-Snapping
Leistung	1,03	1,13	1,18
Ergonomie	Sehr gut (Palm-, Claw- und Fingertip-Griffstil), optimal für kleine/mittelgroße Hände	Sehr gut (Palm-, Claw- und Fingertip-Griffstil), optimal für mittelgroße/große Hände	Gut (Fingertip-Griffstil) bis sehr gut (Palm- und Claw-Griffstil), optimal für große Hände
Präzision/1.000 Hz Polling Rate	Sehr gut/ja, 8.000 Hz per Ladestation/Dongle	Sehr gut/ja, 8.000 Hz per Ladestation/Dongle	Sehr gut/ja, per Software
Gleiteigenschaften	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
Abtastverhalten/Lift-off-Distanz	Sehr gut/sehr niedrig: ca. 0,9 mm	Sehr gut/sehr niedrig: ca. 0,9 mm	Sehr gut/niedrig: ca. 1,7 mm
FAZIT	+ Ergonomie, Abtastleistung Focus Pro 30K + Druckpunkte der Tasten, 0,9 mm Hubhöhe	+ Druckpunkte der Tasten, Abtastleistung - Keine Beleuchtung, Dpi-Taste am Boden	+ Leistung Sensor, Ergonomie, Tastendrucke - Kein RGB, LED für Dpi auf der Unterseite
	Wertung: 1,13	Wertung: 1,28	Wertung: 1,33




* Angegebene Form



Beim Wechsel von der zweiten (V2 Pro, rechts) zur dritten Deathadder-Generation (V3 Pro, links) hat sich viel geändert. Sofort sichtbar wird, dass die RGB-Beleuchtung für das Hecklogo und die auf der Oberseite der Deathadder V2 Pro platzierten Dpi-Umschalttasten fehlen. Als Ersatz für letztere finden Sie bei der Deathadder V3 Pro einen Dpi-Knopf auf der Unterseite. Das mag E-Sportler gefallen, es gibt aber auch Gamer, die direkt zugängliche Dpi-Schalter bevorzugen. Dazu kommen geänderte Bedienelemente und nicht sofort offensichtliche Modifikationen der Gehäuseform. Die Haupttasten erstrecken sich fast über die Hälfte der Oberseite, und das Scrollrad-Design sowie dessen erhöhte Position sind auch neu. Dazu hat Razer, wie zu sehen ist, die Konstruktion des Gehäuses, dessen Material und Maße sowie die Finger-Ablageflächen am Chassis und den Haupttasten überarbeitet.

Mäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 45 Wertungskriterien

			
Produkt	Model O 2 Wireless	M75 Air	G Pro X Superlight 2
Hersteller (Webseite)	Glorious PC Gaming Race (pcgamingrace.com)	Corsair (www.corsair.com/de/de)	Logitech (www.logitech.de)
Preis/Preis-Leistung/Verarbeitung	Ca. 100,- Euro/sehr gut/sehr gut	Ca. € 125,-/befriedigend plus/sehr gut	Ca. € 145,-/ausreichend/sehr gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2840293	www.pcgh.de/preis/3040689	www.pcgh.de/preis/3015246
Bauart/Anschluss	Drahtlos/2,4 GHz und Bluetooth/USB-Kabel	Drahtlos/2,4 GHz und Bluetooth/USB-Kabel	Drahtlos/2,4 GHz-Nano-Empfänger/USB-Kabel
Empfohlener Spielstil/geeignet für	Low-, Mid- und High-Sense/Rechtshänder	Low-, Mid-, High-Sense/Links/Rechtshänder	Low-, Mid-, High-Sense/Links/Rechtshänder
Ausstattung	1,70	2,05	2,05
Abtastung/Sensortyp	Optisch (IR-LED)/Glorious BAMF 2.0 (Pixart PAW 3395)	Optisch (IR-LED)/Corsair Marksman 26K (Pixart PAW 3393)	Optisch (IR-LED)/Logitech HERO 2
Anzahl Tasten	5 + Scrollrad	4 + Scrollrad	4 + Scrollrad
Maximale Auflösung	26.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)	26.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)	32.000 Dpi (Abtasthilfen per ARM-CPU)
Kabellänge	Ca. 200 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel, Verlängerung Empfänger mit Adapter)	180 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel)	Ca. 180 cm (USB-A-auf-USB-C-Ladekabel, Verlängerung Empfänger mit Adapter)
Sonderausstattung	Dpi-Umschaltung (6 Stufen, 100-Dpi-Schritte mit farblicher LED auf Unterseite), ARM-CPU, Makrofunktion, Speicher (Makros/3 Profile), RGB-Beleuchtung mit 7 Effekten und Modifikationen bei der Geschwindigkeit (Rate) sowie ein statischer Modus mit individueller Farbwahl (Innenraum/LED-Streifen an beiden Seiten), zweifach drahtlos (2,4 GHz/Bluetooth 5.2), 1.000 Hz Polling Rate, mechanische Kailh-GM-8.0-Schalter für Haupttasten	Dpi-Umschaltung in 1 Dpi-Schritten (nur mit Software!), eine Standardstufe/Scharfschützenstufe (per frei wählbarer Taste), Nano-Empfänger für 2,4 GHz (Staufach für Empfänger auf Unterseite), Makrofunktion (per Hardware-Profil abrufbar), Profilspeicher (ein Hardware-Profil für PCs ohne iCUE-Software, 2.000 Hz Polling Rate, optische Haupttastenschalter mit 100 Mio. Betätigungen, 2,4 GHz und Bluetooth, stoffummanteltes Ladekabel	Dpi-Umschaltung (nur mit Software!), 5 programmierbare Tasten, G-Shift-Funktion, Speicher (Makros/5 Profile), 32-Bit-ARM, RGB-LED für Akkuladung, 2.000 Hz Polling Rate, USB-C-auf-USB-A-Adapter, Fach für Nano-Receiver (Unterseite), kompatibel mit Logitech Powerplay (Induktionsladung), Abdeckung für Fach auf Unterseite mit PTFE-Fuß, Grip-Tape (Seitenteile und Haupttasten), Lightforce-Hybridschalter (mechanisch-optisch)
Eigenschaften	1,45	1,30	1,38
Größe (H x B x T)/Gewicht/Volumen*	38,0 x 66,0 x 126 mm/68 g/83 cm³	41,6 x 65,0 x 128,0 mm/60 g/91 cm³	40,0 x 63,5 x 125,0 mm/60 g/83 cm³
Druckpunkte Haupt-/Sondertasten	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/sehr gut
Druckpunkt/Rasterung Scrollrad	Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut
Funktionsumfang und Features Software	Gut bis sehr gut/Lift-Off-Distanz verstellbar, Debounce Time einstellbar, Option für Motion Sync, keine Option für Angle-Snapping	Sehr gut/Oberflächekalibrierung und Option für die Hubhöhe vorhanden, Eckenglättung (Angle Snapping) deaktivierbar	Gut bis sehr gut/Einstellung für Distanz zur Oberfläche (LOD) und Sensor-Kalibrierung, keine Option für Angle Snapping
Leistung	1,18	1,36	1,36
Ergonomie	Sehr gut (Palm-, Claw- und Fingertip-Griffstil), optimal für mittelgroße Hände	Gut (Palm-Griffstil) bis sehr gut (Claw- und Fingertip-Griffstil), optimal für große Hände	Gut (Palm/Claw-Grip) bis sehr gut (Fingertip-Griffstil), optimal für mittelgroße Hände
Präzision/1.000 Hz Polling Rate	Sehr gut/ja, per Software	Sehr gut/ja, per Software 2.000 Hz möglich	Sehr gut/ja, per Software
Gleiteigenschaften	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
Abtastverhalten/Lift-off-Distanz	Sehr gut/niedrig: ca. 1,5 mm	Sehr gut/sehr niedrig: ca. 1,0 mm	Sehr gut/sehr niedrig: ca. 0,8 mm
FAZIT	<p>➢ Auffällige Beleuchtung, Leistung Sensor ⚠ LED für Dpi-Stufen auf der Unterseite</p> <p>Wertung: 1,36</p>	<p>➢ Sensorleistung, Druckpunkt Haupttasten ⚠ Keine Beleuchtung, Daumentasten rechts</p> <p>Wertung: 1,48</p>	<p>➢ Leistung HERO 2, nur 0,8 mm Hubhöhe ⚠ Zu wenig Extratasten/kein Dpi-Knopf/RGB</p> <p>Wertung: 1,50</p>

* Angenäherte Form

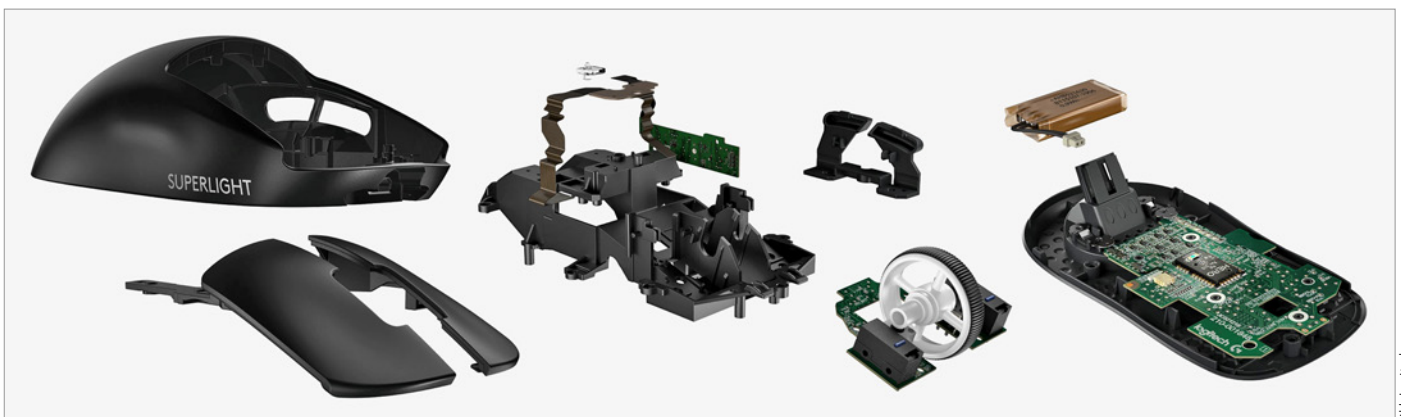


Bild: Logitech

Bereits die G Pro X Superlight beeindruckte mit ihrem Gewicht von 63 g, das Logitech durch das Leichtbaugehäuse und den Verzicht auf viele Zusatztasten inklusive Switches erzielte. Technische Änderungen wie Hero-2-Stromsparsensor und die optisch-mechanischen Tastenschalter steigern die Akkuleistung beim neuen Modell auf ca. 95 Stunden.



Hola, Hardware-Heim

Ihre Rechner-Komponenten suchen nach neuen vier Wänden? Wir schauen uns diese Ausgabe sieben neuere Gehäuse über 100 Euro an. Welche Modelle überzeugen uns im ausführlichen Test?

Wie immer finden Sie alle wichtigen Auszüge der Wertungskriterien in den Testtabellen zum Vergleichen. Auf einige Punkte außerhalb der Textkästen und Tabellen gehen wir jetzt ein.

Es muss eben gefallen

Wie alle Fachbereiche bieten auch Gehäuse praktisch unzählbar viele Einzelpunkte und Entscheidungskriterien. Am Ende des Tages muss das voraussichtlich langjährig ge-

nutzte Case aber auch persönlich zusagen, sowohl bei den Funktionen als auch dem Design. Gerade bei vielen Testkandidaten pro Heftartikel können wir nur bedingt alles Wichtige in Bildern abdrucken. Viele Hersteller und auch Vergleichsportale bieten, damit Verbraucher sich selbst einen Eindruck vom Konzept verschaffen können, gute 3D-Animationen und/oder Explosionszeichnungen des jeweiligen Modells an. Bestes Beispiel für so einen Fall wäre hier etwa das Bastelprojekt von Cooler Master, das Qube 500 Flatpack mit verschiedenen Farbausführungen, Aufbaumöglichkeiten und Community-Zusätzen für 3D-Drucker. Auch ein Blick in die Anleitung lohnt sich fast immer.

An der Front-I/O nicht Neues

Bei den vorderen Anschlüssen bleiben ein USB Typ-C- (meist USB 3.2 Gen 2 mit bis zu 10 GBit/s) und zwei Typ-A-Slots (USB 3.2 Gen 1 mit bis zu 5 GBit/s) der maßgebliche Standard. Mehr Anschlüsse mit tatsächlicher Doppelbelegung (2× Typ-C und 4× Typ-A) gibt es höchstens bei Exoten wie dem Asus Hyperion GR701. Sollten Sie „nur“ eine schnellere USB-C-Verbindung mit 20 GBit/s benötigen, achten Sie bei aktueller Schreibweise auf die „USB 3.2 Gen 2 × 2“-Kennzeichnung. Bei den hier frisch getesteten Gehäusen bietet diese schnellere Verbindung nur das Qube 500. Das Perfide: Durch die immer noch stets verwirrenden

Folgende Produkte finden Sie im Test

- APNX Creator C1
- Be Quiet Dark Base 701
- Cooler Master Qube 500 Flatpack
- Deepcool CH560 Digital
- Endorfy Arx 700 Air
- Hyte Y70 Touch (mit 4× P12 im Test)
- Lian Li Lancool III RGB

Lautheit (Sone) unter Spielelast

Szenario 2: Gehäuse-Lüfter fixiert auf 60 %		Ø unter Spielelast (S2)
Be Quiet Dark Base Pro 901		1,70
Phanteks NV5 (mit 4× P12 im Test)		1,80
Be Quiet Shadow Base 800 FX		1,85
Endorfy Arx 700 Air		1,90
Lian Li Lancool III RGB		1,95
Deepcool CH560 Digital		1,95
Asus ROG Hyperion GR701		1,95
Montech Sky Two		2,00
Be Quiet Dark Base 701		2,05
Hyte Y70 Touch (mit 4× P12 im Test)		2,05
Enermax Starryknight SK30		2,05
Be Quiet Pure Base 500 FX		2,10
Corsair 5000T RGB		2,20
Cooler Master HAF 500		2,25
Cooler Master HAF 700 Evo		2,25
LC-Power 804B Obsession X		2,35
NZXT H7 Elite 2022		2,35
NZXT H5 Elite		2,35
APNX Creator C1		2,45
Fractal Pop Air RGB		2,45
Fractal North TG		2,50
Deepcool CH510 Mesh Digital		2,65
Cooler Master Qube 500		2,70

System: Siehe Testtabellen. **Bemerkungen:** Durchschnitt der Messungen zwischen Front/45-Grad-Winkel zur Gehäusekammer. Temperaturen und mehr siehe Testtabelle (Szenario 2).

Sone
◀ Besser

GPU-Kühlung unter Spielelast

Szenario 1: Gehäuse-Lüfter normiert auf 1,2 Sone		GPU-Temperatur U/min
Be Quiet Shadow Base 800 FX	62 °C	1.941
Lian Li Lancool III RGB	62 °C	1.947
Be Quiet Dark Base 701	63 °C	1.965
Cooler Master HAF 700 Evo	63 °C	1.974
Cooler Master HAF 500	63 °C	1.978
Phanteks NV5 (mit 4× P12 im Test)	63 °C	1.986
Endorfy Arx 700 Air	63 °C	1.991
Be Quiet Dark Base Pro 901	64 °C	1.993
Hyte Y70 Touch (mit 4× P12 im Test)	63 °C	2.014
Deepcool CH560 Digital	63 °C	2.020
Asus ROG Hyperion GR701	64 °C	2.033
Enermax Starryknight SK30	64 °C	2.053
Cooler Master Qube 500	65 °C	2.061
Corsair 5000T RGB	64 °C	2.066
Be Quiet Pure Base 500 FX	64 °C	2.099
LC-Power 804B Obsession X	65 °C	2.111
NZXT H7 Elite 2022	64 °C	2.124
Fractal Pop Air RGB	65 °C	2.141
APNX Creator C1	65 °C	2.145
Fractal North TG	65 °C	2.200
Montech Sky Two	66 °C	2.214
NZXT H5 Elite	67 °C	2.243
Deepcool CH510 Mesh Digital	67 °C	2.288

System: Siehe Testtabellen. **Bemerkungen:** Werte unter Spielelast mit auf Lautheit normierten Gehäuse-Lüftern. GPU-Takt und CPU-Werte siehe Testtabelle (Szenario 1).

U/min
◀ Besser

Lian Li Lancool III RGB: Hut ab, so muss ein Gehäuse performen!

Vom ersten Eindruck her unscheinbar, hat das Lancool III im Test sehr überrascht. Kühlung, Konzept, Details – alles geht wunderbar auf.

Lian Li bietet mit dem Lancool III für ca. 165 bis 175 Euro ein bärenstarkes Gesamtpaket. Während andere Hersteller oft klassisch auf (mit Thumbscrews zu fixierende) Seitenteile zum Einschieben bauen, setzt das Lancool III auf zwei sicher haltende Glassei-



tentüren und mehrere einfache, aber effektive Design-Entscheidungen. Unterhalb der getönten Scheiben können sowohl auf der linken als auch rechten Gehäusesseite die perforierten Luftzugänge an der Netzteilkammer für einen schnellen und unkomplizierten Zugang zu den dortigen Laufwerksplätzen oder Verkabelungen runtergeklappt werden. Auf der rechten Seite zwischen Mainboard-Tray und Glastür sorgen zwei ebenfalls auf Scharnieren befindliche Metallabdeckungen für einen aufgeräumten Eindruck. Für den Zusammenbau lassen sich alle notwendigen Teile leicht herausheben. Im Vergleich zu budgetorientierten Gehäusen wie etwa dem LC-Power Gaming 804B erleichtern viele Details die Arbeit mit dem Hardware-Domizil. Nicht selten sorgen Seitenteiltüren beim Wiedereinhängen für einen Balance-Akt – beim Lancool III ist der untere Bolzen ein Stückchen länger und abgerundet, wodurch das Einhängen problemlos oberhalb justiert werden kann. Kühlungs-Enthusiasten dürfte es freuen: Unterstützt werden nicht nur Tower-Kühler bis zu einer Höhe von ca. 18,7 cm, sondern auch drei 360er-Radiatoren gleichzeitig (Front, Decke, Innenkammer), für anspruchsvollste modulare Wasserkreisläufe. Ein 420er-Radiator kann zwar auch entweder an der Decke oder der Front verbaut werden, jedoch mit Kompromissen. Im zweifach reproduzierten Leistungstest performte das Lancool III RGB mit Bilderbuchwerten in allen Szenarien, sowohl bei der GPU- als auch der CPU-Kühlung. Die vier 140er-PWM-Lüfter leisten ganze Arbeit. High-End-Hardware? Beim Lancool III überhaupt kein Problem!



USB-Spezifikationsnamen entstehen auch bei Händler- und Herstellerangaben Missverständnisse. Preisvergleichsportale wie Geizhals (www.pcgh.de/case-preise) geben bei Schreibweisen gute Orientie-

rungspunkte und listen die alten und neuen Namen samt Geschwindigkeitsangaben in einer allgemeingültigen Tabelle – zu finden in den Produkteigenschaften unter „USB-Schreibweise“ als einfacher Link.

Be Quiet Dark Base 701: Modularer und invertierbarer Tower

Mit der herausnehmbaren Mainboard-Schiene bietet Be Quiets neuestes Gehäuse-Modell Grundzüge des Dark Base 901 Pro.

Mit seinen ca. 195 Euro bewegt sich das Dark Base 701 definitiv in der gehobenen Budget-Klasse und kostet rund 100 Euro weniger als das Top-Modell desselben Herstellers. Optionale Dämmabdeckungen sind nicht enthalten. Allerdings bleiben Extras wie die Frontsteuerung für 32 ARGB-Modi (beleuchtete Vorderseite), die Lüfterdrehzahlregelung (auf drei Stufen verringert) für die drei verbauten Silent Wings 4 (140 mm, PWM) und der ARGB-PWM-Controller-Hub hinter dem Mainboard-Tray bestehen. Mit den breiten Mesh-Luftzugängen an der Front und Oberseite setzt das 701 auf einen Airflow-orientierten Fokus für anspruchsvollste Hardware, was im Leistungstest im lautheitsnormierten Szenario 1 mit makellosen Temperaturwerten bestätigt wird. Längere Grafikkarten bis ca. 43 cm oder CPU-Tower-Kühler bis ca. 18,5 cm sind kein Problem. Breitere Mainboards sind nur mit maximal 27,5 cm möglich. Beim Zusammenbau lassen sich Deckel- und Lüfter-/Radiatorschiene oberhalb abnehmen. Wer mag, kann auch das gesamte Mainboard-Tray schnell rausschrauben, um etwa die Platine außerhalb anzubringen. Ein invertierter Aufbau (Grafikkarte zur Decke, CPU-Tower-Kühler unterhalb) ist auf der rechten Seite möglich. Das Glas- und gedämmte Seitenteil können an der jeweils anderen Position fixiert werden. 420er-Radiatoren finden im 701 keinen Platz, dafür können 360er-Modelle an der Front oder der Decke angebracht werden – je nach Radiatordicke und Position der Schlauchzugänge sind, gerade so, auch zwei 360er gleichzeitig realisierbar, wobei die Herstellerangabe mit kürzerem 280er-Format im Alltag auf weniger Probleme stoßen wird. Beim Kabelverlegen kann es in der Standard-Orientierung an der Unterseite etwas knifflig und eng werden, gerade mit mehreren 8-poligen PCI-E-Steckern und bereits verbautem Mainboard. Mit etwas Geduld und Gefühl sollte jedoch alles passen.



Achten Sie auf Maße und Verwendungsabsichten

Nicht immer halten sich Gehäuse praktisch jede Option wie beim Lian Li Lancool III offen. Wägen Sie Ihren Verwendungszweck daher genau ab. Benötigen Sie etwa Sound- oder Netzwerkkarten an Ihren PCI-E-Slots? Dann fallen vertikale Grafikkarten mit Riser-Kabel sehr oft (aber nicht immer) raus. Im Falle des Hyte Y70 Touch etwa könnten Sie nicht mal auf das mitgelieferte Riser-Kabel verzichten, die horizontalen PCI-Blenden sind halbiert und eignen sich nur für kürzere Karten im Low-Profile-Formfaktor mit maximal ca. 70 mm (beispielsweise für SATA-Ports, LAN-Anschluss etc.). Auch bei den restlichen Maßen gilt es stets aufzupassen. Sie möchten einen vollumfänglichen Noctua NH-D15 in einem APNX Creator C1 verbauen? Dann werden Sie zwangsläufig auf Probleme mit dem Glaseitenteil (und unter Umständen auch in anderen Gehäusen durch RAM-Riegel-Höhe) stoßen.

Details versüßen die Praxis

Ob sich ein Hersteller Mühe gibt, ein ordentliches Produkt abzuliefern, erkennt man indirekt an den mitgedachten Details für den Verbraucher. Schön umgesetzt hat das beispielsweise Lian Li beim Lancool III an vielen kleinen Stellen. Um die Glastüren etwa zu öffnen, braucht es kein Rumfummeln an Ecken und Co. samt Fingerabdrücken, stattdessen fungieren die vorderen Aluminiumblenden mit perfektem Spaltmaß als simple Hebel. Die Sei-

teile sitzen geschmeidig in den Scharnierbolzen und lassen sich mit Gefühl und nicht zu locker sitzend aus den Scharnieren heben. Während die Konkurrenz die Bolzen simpel belässt, denkt Lian Li auch an die Problematik, das Teil wieder leicht auf beide Scharniere zu bekommen. Mit einer Verlängerung des unteren Bolzens und den Spaltmaßen wird dem Verbraucher direkt eine Lösung für ein Alltagsproblem geliefert. Ein hier vertretenes Gegenbeispiel wäre etwa das APNX C1 mit unscharfen Illustrationen im Anleitungsheft und dem sehr unhandlichen Wiederanbringen des Frontbogens. Solche vermeintlich „überflüssigen“ Details summieren sich in der Praxis über Jahre, etwa bei Reinigungs- und Umbauvorhaben.

Haptik, die gefällt

Dass das Hyte Y70 Touch mit einer außerordentlichen guten Verarbeitung und Haptik überzeugt, ist selbst bei dem Luxuspreis von ca. 400 Euro nicht selbstverständlich. Das HAF 700 Evo von Cooler Master für ca. 450 Euro etwa (Test in der Ausgabe 09/2023) fühlt sich stellenweise dank suboptimaler Kunststoffhaptik eher billig an, trotz massiver Glaselemente und hohem Gewicht. Das erschwingliche Qube 500, ebenfalls von Cooler Master, geht in der flachen Packung samt QR-Code zur Video-Anleitung nicht nur als Aufbauverfahren wunderbar auf, sondern fühlt sich angenehm und optimal verarbeitet an – Dinge, die oftmals gerne unter den Tisch fallen. (re)

Vorbereitung auf verfeinerte Wertungskriterien

Durch Ergänzungen wie etwa „versteckte Kabel“-Konzepte wird es in einer der nächsten Ausgaben eine Liste mit Notenaktualisierungen geben. Im Rahmen zusätzlicher Leistungstests reproduzierten wir unsere Messungen. Eine Abweichung konnten wir dabei feststellen: Das Be Quiet Pure Base 500 FX kam in unseren Nachtests in Szenario 1 beim CPU-Wert statt 64,2 °C (-0,6 K) auf 65,2 °C (0,4 K), und bei der GPU stieg der gemessene Lüfterwert an (von 1.993 auf 2.099 U/min). Andere Gehäuse zeigten keine großen Änderungen. Mögliche Ursache: zu kurze Aufwärmphase unter 30 Minuten im älteren S1-Durchgang.



Endorfy Arx 700 Air: Ein stolzer Preis-Leistungs-Kandidat

Vom eher schlichten Aussehen mal abgesehen bietet Endorfy mit dem Arx 700 Air für ca. 110 Euro fünf 140er-Lüfter und verzichtet auf RGB.

Endorfy, ehemals bekannt unter der Marke SilentiumPC, setzt für den Preis zumindest in Teilen außen auf weit verbreitete, geradezu langweilige, Durchschnittslösungen – etwa bei den Frontanschlüssen oder den Seitenteilen. Der Deckel lässt sich mit einem Thumbscrew schnell abnehmen, um Lüfter/Radiatoren anzubringen oder Platinenanschlüsse oberhalb besser zu erreichen. Interessanter wird es im Innern. Mit genügend Platz, vielen Durchgängen und vorverlegten Klettkabelbindern fällt das Kabelmanagement sehr angenehm und logisch aus. Die fünf Slots des PWM-Controller-Hubs (ohne SATA-Anschluss) sind mit den vorinstallierten 140-mm-Stratus-Modellen belegt, das Verbinden und Ansteuern aller Lüfter über einen einzelnen Anschluss am Mainboard ist schnell und unkompliziert erledigt. Wer neben den drei 140ern an der Front, und je einen an der Decke sowie dem Heck, noch mehr Lüfter verbauen wollen würde, könnte an der Oberseite einen weiteren 140-mm-Fan anbringen, und oberhalb der Netzteilkammer (eher zur Vorderseite hin) die Grafikkarte mit einem 120er-Lüfter unterstützen. Dort direkt daneben befindet sich etwa für die Anschlüsse der GPU – in Richtung des Glasseitenteils – ein breiter, gummierter Durchgang. Beim Zusammenbau hilft das knappe Faltblatt als Anleitung nur bedingt. Unser Tipp: Die Online-Version ist viel ausführlicher und verdeutlicht sichtlich besser schöne Detailpunkte wie etwa das stellenweise unkonventionelle Anbringen von 2,5-Zoll-Laufwerken hinter dem Mainboard-Tray seitlich am Heck. Bis zu sieben 2,5-Zoll-SSDs können ohne Probleme im Arx 700 Air montiert werden. Zwei 360er-Radiatoren passen gleichzeitig (Standarddicke von 30 mm) an der Decke und der Front. Im mehrteiligen Leistungstest mit unserem Luftkühler-System zeigt sich: Beim Arx 700 Air gibt es mit den fünf 140er-Lüftern rein gar nichts zu meckern, weder bei den vorbildlichen Temperaturen, noch den Lautheitsmessungen. Für einen Aufpreis von ca. 10 Euro ist eine Version mit anderen Lüftern (vier ARGB-Fans insgesamt) erhältlich.



Hyte Y70 Touch: Purer Luxus mit 4K-Touchdisplay

Sie suchen ein Show-Gehäuse für hochpreisige Hardware? Das Y70 Touch für ca. 400 Euro reiht sich dekadent in die Luxusklasse ein.

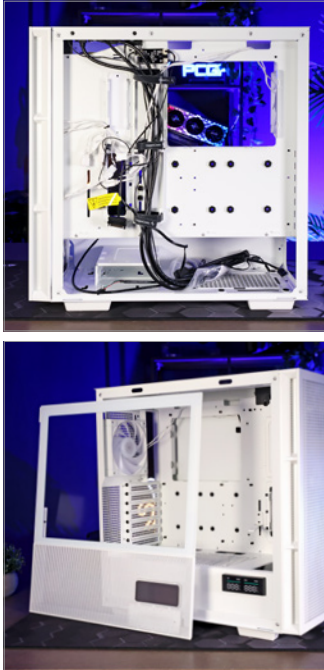
Einen größeren Kontrast könnte es zum Endorfy-Gehäuse links wohl kaum geben: auffälliges Aquarium-Design, überragende Verarbeitung, keine mitgelieferten Lüfter und eine völlig andere Zielgruppe. Gehäuse-Hersteller Hyte verpasst dem vom Gesamtvolumen her ca. 10 Liter kleineren und 200 Euro günstigeren Y60 ein Premium-Update. Im konzeptionellen Mittelpunkt des Y70 Touch steht der namensgebende 14,1 Zoll große LCD-Touchscreen mit einer stolzen Auflösung von 1.100 × 3.840 (283 PPI, 60 Hz). Die Kabel des an der Ecke angebrachten Bildschirms sind bereits versteckt vorverlegt. Das Bildsignal wird über ein kurzes mitgeliefertes Kabel und einen Displayport am Heck (siehe Bild) von der Grafikkarte aus durchgereicht. Die Anzeige macht nach Orientierungseinstellung unter Windows optisch tatsächlich viel her und kann entweder als reiner Monitor mit eigenen Inhalten bespielt (etwa mit Rainmeter, AIDA64, Wallpaper Engine, eigenen Browser etc.) oder von der noch Updates-bedürftigen Hyte Software mit Widgets und Animationen gefüllt werden. Der Gesamtstromverbrauch steigt in unserer Idle-Messung von ca. 61 Watt auf 82 Watt (reine Desktop-Anzeige als Zweitbildschirm), wobei die Hyte Nexus-Software durch nochmal höhere CPU- und GPU-Belastung den Idle-Wert auf ca. 115 Watt steigen lässt. Ein Riser-4.0-Kabel ist dabei und wird durch den vorgegebenen PCI-E-Blendenaufbau mit sieben halben und vier vollen Slots an der Seite genutzt werden müssen – konventionelle Zusätze wie etwa interne Sound- oder Capture-Karten fallen hier raus. An der Decke und der Seite lassen sich je ein 360er-Radiator montieren. Lüfter an der Unterseite werden vom Boden aus an einer Schiene angebracht. Bei der Grafikkarte werden Längen bis 39 cm und Breiten bis maximal 10,5 cm unterstützt.



Deepcool CH560 Digital WH: Midi-Case mit CPU/GPU-Werten

Sich von der breiten Masse fast einheitlicher Midi-Gehäuse abzusetzen ist nicht leicht. Reichen da ein Mini-Display im Case für ca. 130 Euro?

Das CH560 Digital ergänzt die Gehäuse-Sparte Deepcools und setzt auf 3× 140 mm Lüfter an der Vorderseite sowie 1× 120 mm am Heck (allesamt mit PWM-Anschluss und ARGB). Per Daisy-Chain-Verbindung können alle ARGB-Elemente über den einzelnen dreipoligen Anschluss der LED-Profiltaiste angesprochen und in verschiedenen Modi belassen werden (als Alternative zum Mainboard-Sync). Die digitale Anzeige an der linken Seite benötigt zum Anzeigen der Prozessor- und Grafikkartenauslastung eine interne USB-Verbindung zum Mainboard sowie die von Deepcool bereitgestellte Software, die dann im Hintergrund für Live-Werte am Gehäuse aktiv laufen muss. Das Glasseitenteil lässt sich angenehm herausklippen und für Transportvorhaben optional mit einer Schraube oben fixieren. Das andere Seitenteil setzt auf die übliche Einschiebeart und zwei Thumbscrews. Beim Zusammenbau leidet das CH560 an den üblichen Platzschwierigkeiten dieser Klasse, besonders typisch etwa beim Anschließen der CPU-EPS-Stecker. Das Verlegen von Kabeln wird durch die enge Bauweise mindestens erschwert. Zwar lässt sich der schnell rutschende Magnet-Mesh-Staubfilter anheben, jedoch sind durch das darunterliegende Gitter weder Anschlüsse leichter zu verbinden, noch können Radiatoren (bis 360 mm an der Decke/Front) sonderlich angenehm verschraubt werden. Die verschiebbare GPU-Stütze an der Mainboard-Wand ist zwar ein nettes Detail, täuscht aber nicht über die Tatsache hinweg, dass das CH560 gute Standardkost ist, wie sie auch abgesehen von der Anzeige im Segment von 60 bis 80 Euro anzufinden wäre. Immerhin: Im Leistungstest zeigen sich die verbauten ARGB-Lüfter sehr solide. E-ATX-Platinen sind zwar theoretisch einbaubar, das Kabelmanagement wäre dabei jedoch sehr umständlich.



APNX Creator C1: Ein passabler Einstieg für die Mittelklasse

Die neue Marke Advanced Performance Nexus geht mit verheißungsvollen Versprechen mit dem C1 für ca. 140 Euro an den Markt.

APNX möchte eigenen Angaben nach als Teil der Pro Gamersware Group mit einer Mischung verschiedener Branchenexperten in die Premium- und „out of the box“-Richtung gehen. Mit dem ersten Gehäuse, dem C1, soll ein wichtiger Meilenstein gelegt werden. Nüchtern betrachtet wirkt das C1 wie das jüngere Schwestermodell des Sharkoon Rebel C50 für ca. 90 bis 110 Euro – Mainboard-Tray, Innenkammer, Kabeldurchführungen und Laufwerksgitter an der rechten Seite sind im Grunde identisch. Unterschiede gibt es bei der Lüfterausstattung. Das APNX C1 setzt auf attraktivere 3× 140 mm ARGB-PWM-Lüfter an der Front und einen 120er-Rotor am Heck

(allesamt APNX FP1). Wie auch beim Rebel C50 der Konkurrenzmarke setzt das C1 auf perforierte Luftzugänge an der Front und Seite. Das Besondere bei APNX: Die Frontabdeckung geht in einem Stück zur rechten Seite um die Ecke, wodurch optisch ein sehr sauberer Übergang entsteht. Mit dem Entfernen des ausklippbaren Deckels lässt sich der Frontbogen aus seinen drei oberen Verankerungen heben. Das Wiedereinhaken gestaltet sich durch die Bogenform etwas kniffliger als zu erwarten. An der rechten Seite lassen sich mit dem Entfernen der Innenraumblende 3× 120-mm-Lüfter anbringen. Ein vierter kann hinter der Sockel-Aussparung des Mainboard-Tray am Laufwerksgitter festgemacht werden. An der herausnehmbaren Deckenschiene und der Seite können je ein 360er-Radiator koexistent verbaut werden. Bei der CPU-Kühlerhöhe wird es selbst mit unserem Scythe Fuma 2 Rev. B des Testsystems eng, unterstützt werden offiziell bis zu 16,6 cm. Der in der Klasse übliche Controller-Hub samt LED-Profiltaiste ist an der Front dabei. Leistungstechnisch (und insgesamt) ist das Creator C1 gute Durchschnittskost – zum leicht erhöhten Preis.



Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 70 Wertungskriterien






Gehäuse	Lancool III RGB (3R-X)	Dark Base 701	Arx 700 Air
Hersteller (Webseite)	Lian Li (www.lian-li.com)	Be Quiet (www.bequiet.com)	Endorfy (www.endorfy.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2770574	www.pcgh.de/preis/3054350	www.pcgh.de/preis/2956388
Aktueller Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 175 Euro/Note: 2	Ca. 195 Euro/Note: 3+	Ca. 110 Euro/ Note: 2+
Alternativ-Versionen	Weiß und/oder Non-RGB ab ca. 165 Euro	Bisher keine anderen Versionen	ARGB-Variante für 10 Euro Aufpreis erhältlich
Ausstattung (20 %)	1,00+	1,04	1,84
Plätze für Laufwerke (Non-Kombi-Slots separat benannt)	8× 2,5 Zoll, 4× 2,5/3,5-Zoll-Kombi-Slot	3× 2,5 Zoll, 2× 3,5 Zoll (erweiterbar durch erhältliche Extras)	6× 2,5 Zoll, 1× 2,5/3,5-Zoll-Kombi-Slot
Lüfterplätze	Front: 3× 120/140 mm, Decke: 3× 120/140 mm, Heck: 1× 120/140, Boden: 3× 120 mm	Front: 3× 120/140 mm, Decke: 3× 120/140 mm, Boden und Heck jeweils: 1× 120/140 mm	Front: 3× 120/140 mm, Decke: 3× 120 mm/ 2× 140 mm, Heck: 1× 120/140, PSU: 1× 120 mm
Vorhandene Lüfter	Front: 3× 140 mm ARGB-PWM (1.650 U/min), Heck: 1× 140 mm PWM (1.800 U/min)	Front, Decke, Heck jeweils: 1× 140 mm, Silent Wings 4 PWM (1.900 U/min)	Front: 3× 140 mm, Decke: 1× 140 mm, Heck: 1× 140 mm, alle Stratus 140 PWM (Non-RGB)
Plätze für Radiatoren (bis zu)	Front und Decke je: 420 mm, Boden: 360 mm	Front: 360 mm, Decke: 360 mm, Heck: 120 mm	Front und Decke je: 360 mm, Heck: 120 mm
Erweiterungs-Slots (Blende)	Acht	Sieben + drei (mit Riser-Kabel-Nutzung)	Sieben
Frontanschlüsse	1× USB Typ-C (3.2 Gen 2), 2× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Headset-Anschluss (Klinke)	1× USB Typ-C (3.2 Gen 2), 2× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Kopfhörer- und 1× Mikrofon-Anschluss (Klinke)	1× USB Typ-C (3.2 Gen 2), 2× USB Typ-A (Gen 3.2 Gen 1), 1× Kopfhörer- und 1× Mikrofon-Anschluss (Klinke)
Staubschutz (Erreichbarkeit)	Front, Seiten und Decke: gröberes Metall-Mesh (leicht), Boden: feines Mesh unter Netzteil (akzeptabel)	Front: Metall- und feines Mesh (leicht), Decke: gröberes Metall-Mesh (leicht), Boden: Schiebemechanismus (akzeptabel), insg. hochwertig	Front: Metall-Mesh (leicht), Decke: Metall-Mesh (leicht), Boden: rausziehendes Magnet-Mesh (knifflig)
Anleitung	Ausführliches Heft (nur Grautöne)	Ausführliches Heft mit sehr guten Illustrationen	Knappes, Farb-Faltblatt (online ausführlicher)
Auszug der Bestandteile	2× Glasseitentüren mit Frontgriffen zum Öffnen, Netzteilkammer mit ausklappbarem Luftzugang an den Seiten, Abdeckungen zwischen Mainboard-Tray und rechtem Seitenteil, Position der Frontanschlüsse variabel (oben oder unten), Abstand des Frontradiatorschienen zur PSU-Kammer einstellbar, Unterseite des großen Innenraums vielfältig einsetzbar (Radiator, SSDs, Pumpen), Halterungen für Pumpen, RGB-Profilwahl, verschiebbare Blende für E-ATX	Lüfter- (drei Stufen) & ARGB-Steuerung (mit 32 eigenen Modi) über Fronttasten und ARGB-PWM-Hub (MB-Sync möglich), RGB-Front-LEDs, 1× leicht getöntes Glasseitenteil und 1× gedämmtes Seitenteil (je beidseitig montierbar), Mainboard-Tray (Seite und Heck in einem Stück) sowie Deckel und obere Lüfter-/Radiator-schiene abmontierbar, invertierbarer Aufbau möglich (gespiegelt auf der anderen Seite und „auf dem Kopf“), Halterungen für Pumpen	1× leicht getöntes Glasseitenteil, PWM-Lüfter-Hub mit fünf Slots (gefüllt von vorinstallierten Fans), Metallhalterungen für Pumpen/Ausgleichsbehälter an der Seite, Deckel abnehmbar für Lüfter-/Radiator-Montage oder obere Anschlüsse, genug Platz für gutes Kabelmanagement samt Klett- und Kunststoffkabelbindern, gummierter Durchgang für GPU-Anschluss zur Glasseite hin, 120er-Lüfterplatz über der unteren PSU-Kammer
Eigenschaften (20 %)	1,23	1,71	1,34
Material - Gewicht (nicht gewertet)	Stahl, Glas, Aluminium, Kunststoff – ca. 14,1 kg	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 12,8 kg	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 8,0 kg
Abmessungen (H × B × T)/Gesamtvolumen	52,3 × 23,8 × 52,6 cm/ ca. 65,5 Liter	52,3 × 24,9 × 56,5 cm/ca. 73,6 Liter	48,6 × 22,8 × 47,2 cm/ ca. 58,0 Liter
Komponenten-Maße (bis zu Länge bzw. Höhe)	GPU: 43,5 cm, CPU-Kühler: 18,7 cm, PSU: 22,0 cm MB: E-ATX (bis 27,9 cm)	GPU: 43,0 cm, CPU-Kühler: 18,5 cm, PSU: 33,0 cm MB: E-ATX (bis 27,5 cm)	GPU: 41,0 cm, CPU-Kühler: 17,9 cm, PSU: 34,0 cm (ohne HDD/SSD in der Kammer), MB: ATX
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifigkeit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut/sehr gut
Auszug der Zusammenbaudetails und Praxisprobleme	Zusammenbau: Note 1. Durchdachte Details und Extras beim Kabelmanagement. Untere Scharniere sind länger, wodurch das Wiedereinsetzen der Türen kinderleicht fällt. Obere Radiator- und Lüfterschienen lässt sich rausschrauben. Bei 420er-Radiatoren gibt es mehr zu beachten, modulare Kreisläufe mit 3× 360ern sind möglich. Eine GPU-Stütze (vom Mainboard aus, in Form einer Schiene) ist dabei.	Zusammenbau: Note 2-. Kabelverlegen an der Unterseite durch engere Durchführung erschwert (für etwa PCI-E-Stecker der GPU). Abnehmen des Deckels und der Schiene erleichtert Arbeit an den oberen Mainboard-Anschlüssen sehr. Am Hub lassen sich noch zwei ARGB- und fünf PWM-Slots füllen. Anleitung für den invertierten Aufbau nur als Video (QR-Code im Handbuch auf den hinteren Seiten).	Zusammenbau: Note 2+. PWM-Lüftersteuerung läuft ohne SATA-Anschluss über einzelnen Slot. Kabelführungen sind breit, der direkte Einbau der Platine ist durch den vorinstallierten oberen Lüfter kaum beeinträchtigt. Das mitgelieferte farbige Faltblatt enthält nur bedingt wertvolle Informationen, besser fällt die digitale Version aus, insbesondere für die Installation der seitlichen SSDs (hinter dem Mainboard-Tray).
Maximale Radiator-Kombination (in mm)	Sehr gut (360/360/360)	Gut bis sehr gut (360/280/120)	Sehr gut (360/360/120 mit Dicke von 30 mm)
Leistung (60%)	1,33 (Kühlung: 1,00+/Lautheit: 1,99)	1,55 (Kühlung: 1,13/Lautheit: 2,34)	1,48 (Kühlung: 1,16/Lautheit: 2,06)
Gewichtete CPU-Messung* S1 S2	65 °C (0,2 Kelvin) 64,2 °C (-0,6 Kelvin)	66,2 °C (1,4 Kelvin) 67,0 °C (2,2 Kelvin)	65,8 °C (1 Kelvin) 67,8 °C (3 Kelvin)
GPU-Kühlung samt Takt* S1 S2	62 °C (-1 Kelvin) mit 1.903 MHz (1.947 U/min) 62 °C (-1 Kelvin) mit 1.905 MHz (1.933 U/min)	63 °C (0 Kelvin) mit 1.903 MHz (1.965 U/min) 63 °C (0 Kelvin) mit 1.893 MHz (2.032 U/min)	63 °C (0 Kelvin) mit 1.905 MHz (1.991 U/min) 64 °C (1 Kelvin) mit 1.890 MHz (2.092 U/min)
M.2-SSD-Temperatur* S1 S2	39 °C (1 Kelvin) 39 °C (1 Kelvin)	38 °C (0 Kelvin) 41 °C (3 Kelvin)	38 °C (0 Kelvin) 41 °C (3 Kelvin)
Innenraum-Temperatur* S1 S2	41 °C (1 Kelvin) 40 °C, (0 Kelvin)	40 °C (0 Kelvin) 40 °C, (0 Kelvin)	41 °C (1 Kelvin) 41 °C, (1 Kelvin)
Lautheit unter Spielelast**	Frontal: 2,1 Sone 45-Grad-Winkel: 1,8 Sone	Frontal: 2,3 Sone 45-Grad-Winkel: 1,8 Sone	Frontal: 2,0 Sone 45-Grad-Winkel: 1,8 Sone
Fixierte Geräuschquelle/Dämmwert***	Frontal: 3,9 Sone 45-Grad-Winkel: 3,5 Sone	Frontal: 4,5 Sone 45-Grad-Winkel: 3,7 Sone	Frontal: 4,1 Sone 45-Grad-Winkel: 3,8 Sone
	➔ Rundum erstklassiges Gehäuse für Luft- und Wasserkühlungs-Setups	➔ Ausstattung, modularer Aufbau, Leistung ➔ Vergleichsweise teuer	➔ 5× gute 140er-Lüfter und viel Platz für Kabelführung und SSDs ➔ Kein RGB
FAZIT	Wertung: 1,24	Wertung: 1,48	Wertung: 1,52

*Unter Spiele-synthetischer CPU-Last mit anschließender Verrechnung. Unterschied zum offenen Aufbau in Klammern angegeben. Szenario 1 (S1): Gehäuse-Lüfter auf 1,2 Sone normiert, Szenario 2 (S2): Gehäuse-Lüfter auf 60 Prozent/7,2 V fixiert. Bei Innenraum-Temperatur Fixpunkt zwischen GPU-Backplate und CPU-Kühler.
Messung 50 cm frontal | schräg vorne (45-Grad-Winkel) zur Seite der Gehäusekammer/Hardware (Standard: links mit Netix Cortex Instruments NC10. *) 100 % Umin von CPU und GPU bei ausgeschalteten Gehäuselüftern; im offenen Aufbau 4,8 Sone | 4,9 Sone. System: Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), MSI MEG Z690 Unify, Asus TUF Gaming RTX 3080 12G, 32 GB DDR5-5600 CL36 Corsair Vengeance, Scythe Fuma 2 Rev. B, Seasonic Focus PX-850 (ohne Hybrid-Modus). Umgebungstemperatur: 22 °C. Pro Szenario (S1/S2): Spielelast mit Cyberpunk 2077 (WOHD, Preset: Hoch, mit Vorwärmen und Messung nach 30 Minuten), gefolgt von 10 Minuten Cinebench R23. Hardware-Daten mit Programmen wie CapFrameX ausgelesen und aggregiert, Innen- und Außentemperatur über mehrere Sensoren.

Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 70 Wertungskriterien

			
Gehäuse	Y70 Touch (mit 4× P12 getestet)	CH560 Digital WH	Creator C1
Hersteller (Webseite)	Hyte (www.hyte.com)	Deepcool (www.deepcool.com)	APNX (www.apnx.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3050461	www.pcgh.de/preis/3007366	www.pcgh.de/preis/3049729
Aktueller Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 400 Euro/ Note: 4-	Ca. 130 Euro/ Note: 2-	Ca. 140 Euro/ Note: 3-
Alternativ-Versionen	Rot, schwarz und komplett weiß, gleicher Preis	Ohne digitale Anzeige/schwarz, ab ca. 100 Euro	Weiß oder farbig, 140 bis 155 Euro
Ausstattung (20 %)	1,46	1,85	2,07
Plätze für Laufwerke (Non-Kombi-Slots separat benannt)	4× 2,5 Zoll oder 2× 3,5-Zoll (pro Rahmen entweder 2× SSD oder 1× HDD)	2× 2,5 Zoll, 1× 3,5 Zoll, 1× 2,5/3,5-Zoll-Kombi-Slot (auf HDD-Käfig)	3× 2,5/3,5-Zoll-Kombi-Slots an Laufwerkswand/-gitter hinter dem Mainboard-Tray
Lüfterplätze	Decke, Seite und Boden jeweils: 3× 120 mm/ 2× 140 mm, Heck: 1× 120/140 mm	Front: 3× 120/140 mm, Decke: 3× 120/2× 140 mm, Heck: 1× 120/140 mm, PSU: 2× 120 mm	Front: 3× 120/140 mm, Decke: 3× 120 mm/ 2× 140 mm, Seite: 4× 120 mm, Heck: 1× 120 mm
Vorhandene Lüfter	Keine Lüfter enthalten. Getestet mit Referenz-System (4× Arctic P12 PWM)	Front: 3× 140 mm (DF01402512CL), Heck: 1× 120 mm (DF1202512CD), alle PWM-ARGB	Front: 3× 140 mm, Heck: 1× 120 mm, APNX FP1-Lüfter ARGB-PWM
Plätze für Radiatoren (bis zu)	Decke und Seite je: 360 mm, Heck: 140 mm	Front und Decke je: 360 mm, Heck: 140 mm	Je Decke und Seite: 360 mm, Heck: 120 mm
Erweiterungs-Slots (Blende)	Sieben halbe (!) + vier volle (beim Riser-Kabel)	Sieben	Sieben
Frontanschlüsse	1× USB Typ-C (3.2 Gen 2), 2× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Headset-Anschluss (Klinke), Displayport 1.2 (Input) am Heck	1× USB Typ-C (3.2 Gen 1), 1× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Headset-Anschluss (Klinke)	1× USB Typ-C (3.2 Gen 1), 2× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Headset-Anschluss (Klinke)
Staubschutz (Erreichbarkeit)	Front und Seite: feines in Kunststoff eingearbeitetes Mesh (leicht), Boden: eingeklipptes Feinnetz (knifflig)	Front: feines Mesh (akzeptabel), Decke: Magnetnetz (leicht), Boden: dünnes PSU-Mesh (knifflig), Seite: einfaches Metall-Mesh (leicht)	Front: einklipbares, feines Mesh (akzeptabel), je Decke & Seite: gröberes Metall-Mesh (leicht), Boden: einschiebbares, feines Mesh (leicht)
Anleitung	Ausführliches Faltblatt mit guten Illustrationen	Knappes, kleines Faltheft	Ausführliches Heft, unscharfe Illustrationen
Auszug der Bestandteile	Front- und Seitenverglasung im Klippsystem, 1× LCD-Touchscreen an der Ecke (14,1 Zoll, 1.100 × 3.840, 283 PPI), internes USB-Kabel, Überbreite von 32 cm, vertikale Netzteilposition, 2× Laufwerkseinschübe vom Heck aus, gummierte Durchführungen, verdeckte Lüfterplätze unter schwarzer Abdeckung im Innenraum, 1× PCI-E-4.0-Riser-Kabel, ca. 15 cm kurzes Displayport-Kabel (Adapter zwischen Heckanschluss und GPU), Headset-Y-Splitter	1× einklipbares Glasseitenteil mit Luftzugang unten (optional verschraubbar), 1× CPU-/GPU-Display für Temperaturen/Leistung (internes USB und Software nötig), Netzteilkammer unterhalb, RGB-Profilwahl an der Front, Klett- und einfache Kunststoffkabelbinder vorhanden, ARGB-Adapter zu VDG, 2× 120-mm-Lüfterplätze über Netzteil samt längeren Schrauben zur Montage von oben, einfache Grafikkartenstütze zur Frontseite	1× leicht getöntes, einklipbares Glasseitenteil, einklipbarer Deckel, abschraubbare Radiator-/ Lüfterschienen an der Oberseite, rechte Seite zweigeteilt in jeweils perforiertem Frontbogen und kürzerem Seitenteil, je mit Luftzugang, Lüfterplätzen und/oder Laufwerksplätzen. ARGB- und PWM-Hub (mit je einem freien Slot ab Werk), LED-Profiltaaste an der Front, Grafikkartenhalterung
Eigenschaften (20 %)	1,34	2,21	1,71
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 11,1 kg	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 7,5 kg	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 9,5 kg
Abmessungen (H × B × T)/Gesamtvolumen	47,0 × 32,0 × 47,0 cm/ ca. 70,7 Liter	47,1 × 23,0 × 45,8 cm/ ca. 49,6 Liter	50,2 × 23,0 × 46,4 cm/ ca. 53,6 Liter
Komponenten-Maße (bis zu Länge bzw. Höhe)	GPU: 39,0 cm (Breite bis 10,5 cm), CPU: 18,0 cm, PSU: 23,0 cm, MB: E-ATX (als Überhang)	GPU: 38,0 cm, CPU-Kühler: 17,5 cm, PSU: 17,0 (mit HDD-Käfig), MB: E-ATX (bis ca. 33 cm)	GPU: 39,5 cm, CPU-Kühler: 16,6 cm, PSU: 27,0 cm, MB: ATX
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifigkeit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut/gut	Gut bis sehr gut/sehr gut/sehr gut
Auszug der Zusammenbaudetails und Praxisprobleme	Zusammenbau: Note 2+. Beschriftete Schraubenpakchen und Hinweise helfen beim ersten Überblick. Seitenteile sind über angenehmes Klippsystem lös- und anbringbar. Das Displayport-Kabel des Eckenbildschirms verläuft intern vorverlegt bis zum Heck. Ein Adapter-Kabel verbindet GPU und Anzeige. Durch die halben PCI-Slot-Blenden und das Riser-Kabel fallen Add-ins wie volle Soundkarten als Option raus.	Zusammenbau: Note 3. Recht unhandlicher Anschluss von Kabeln, gerade an der Decke bei den CPU-EPS-Steckern. Je nach Kabelmenge striktes Kabelmanagement erforderlich. ARGB-Auswahl erfolgt über einzelnen 3-Pol-Anschluss (kein Hub). Seitliche Display-Anzeige des Prozessors und Grafikkarte erfordert interne USB-Verbindung. Seitliche GPU-Stütze kann entfernt oder verschoben werden (für E-ATX).	Zusammenbau: Note 2-. Aufbau wird einerseits erleichtert, andererseits minimal erschwert, etwa bei der festgeschraubten Laufwerkswand oder dem Wiederanbringen des Frontbogens (eher knifflig). Beim Kabelmanagement sind keine Klettkabelbinder vorverlegt. Schraubentüchchen sind dagegen beschriftet und die Anleitung ist, trotz schwammiger Illustrationen, grundlegend nachvollziehbar.
Maximale Radiator-Kombination (in mm)	Sehr gut (360/360/140)	Gut bis sehr gut (360/280/140)	Sehr gut (360/360/120)
Leistung (60%)	1,80 (Kühlung: 1,78/Lautheit: 1,84)	1,57 (Kühlung: 1,22/Lautheit: 2,24)	1,95 (Kühlung: 1,51/Lautheit: 2,77)
Gewichtete CPU-Messung* S1 S2	74,5 °C (9,7 Kelvin) 79,5 °C (14,7 Kelvin)	66,0 °C (1,2 Kelvin) 69,7 °C (4,9 Kelvin)	70,7 °C (5,9 Kelvin) 67,8 °C (3 Kelvin)
GPU-Kühlung samt Takt* S1 S2	65 °C (2 Kelvin) mit 1.886 MHz (2.061 U/min) 65 °C (2 Kelvin) mit 1.890 MHz (2.190 U/min)	63 °C (0 Kelvin) mit 1.897 MHz (2.020 U/min) 64 °C (1 Kelvin) mit 1.892 MHz (2.083 U/min)	65 °C (2 Kelvin), 1.885 MHz (2.145 U/min) 64 °C (1 Kelvin), 1.893 MHz (2.079 U/min)
M.2-SSD-Temperatur* S1 S2	40 °C (2 Kelvin) 43 °C (5 Kelvin)	38 °C (0 Kelvin) 40 °C (2 Kelvin)	40 °C (2 Kelvin) 40 °C (2 Kelvin)
Innenraum-Temperatur* S1 S2	48 °C (8 Kelvin) 51 °C, (11 Kelvin)	40 °C (0 Kelvin) 43 °C, (3 Kelvin)	44 °C (4 Kelvin) 42 °C, (2 Kelvin)
Lautheit unter Spielelast**	Frontal: 1,8 Sone 45-Grad-Winkel: 2,3 Sone	Frontal: 2,0 Sone 45-Grad-Winkel: 1,9 Sone	Frontal: 2,7 Sone 45-Grad-Winkel: 2,2 Sone
Fixierte Geräuschquelle/Dämmwert***	Frontal: 2,8 Sone 45-Grad-Winkel: 3,6 Sone	Frontal: 4,4 Sone 45-Grad-Winkel: 3,9 Sone	Frontal: 4,4 Sone 45-Grad-Winkel: 3,4 Sone
	<ul style="list-style-type: none"> Integrierter 4K-Touchscreen, Show-Case Sehr teuer und ggf. Stromverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> Lüfterausstattung und Temp-Anzeige Platz an der Oberseite (Anschlüsse) 	<ul style="list-style-type: none"> Frontbogenoptik, 2× 360er-Radiatoren Vergleichsweise teuer und schlicht
FAZIT	Wertung: 1,64	Wertung: 1,76	Wertung: 1,93

*Unter-Spiele/-synthetischer CPU-Last mit anschließender Verrechnung. Unterschied zum offenen Aufbau in Klammern angegeben. Szenario 1 (S1): Gehäuse-Lüfter auf 1,2 Sone normiert. Szenario 2 (S2): Gehäuse-Lüfter auf 60 Prozent/7,2 V fixiert. Bei Innenraum-Temperatur Fixpunkt zwischen GPU-Backplate und CPU-Kühler.
 Messung 50 cm frontal | schräg vorne (45-Grad-Winkel) | zur Seite der Gehäusekammer/Hardware (Standard: links) mit Neutrik Cortex Instrum. NC10. *100 U/min von CPU und GPU bei ausgeschalteten Gehäuselüftern; im offenen Aufbau 4,8 Sone | 4,9 Sone. **System:** Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), MSI MEG Z690 Unify, Asus TUF Gaming RTX 3080 12G, 32 GiB DDR5-5600 CL36 Corsair Vengeance, Scythe Fuma 2 Rev. B, Seasonic Focus PX-850 (ohne Hybrid-Modus). Umgebungstemperatur: 22 °C. Pro Szenario (S1/S2): Spielelast mit Cyberpunk 2077 (WOHD, Preset: Hoch, mit Vorwärmen und Messung nach 30 Minuten), gefolgt von 10 Minuten Cinebench R23. Hardware-Daten mit Programmen wie CapFrameX ausgelesen und aggregiert, Innen- und Außentemperatur über mehrere Sensoren.

Cooler Master Qube 500 Flat-pack: Drollige Bastelstunde

Eins muss man Cooler Master lassen: An kreativen Ideen mangelt es ihnen im Bereich der Gehäuse nicht. Wir meinen: gut so!

Dem „Flatpack“-Namen entsprechend kommt das Qube 500 nicht zusammengebaut, sondern in Einzelstücken in einem flachen Paket an. Im Auspackprozess wird anhand der Karton- und Faltblatt-Hinweise das Gehäuse Stück für Stück beinahe so modular wie mit Klemmbausteinen zusammengesteckt und zumindest an den inneren Komponenten zur Stabilität verschraubt. Vor dem



eigentlichen Aufbau kann sich das Anschauen der offiziellen Video-Anleitungen des Herstellers online lohnen. Den Qube 500 gibt es bereits ab 90 Euro als weiße, schwarze oder für ca. 105 Euro bunte Variante mit drei wechselbaren Pastellfarben (als austauschbare Abdeckungen für Front und Decke, siehe Bild). Das Glasseitenteil sowie die perforierte rechte Seite können sowohl links als auch rechts getauscht angebracht werden. Als Staubschutz für die Front und den Deckel hält ein anzubringendes feines Mesh her, das beim Wechsel auf andere Abdeckungsfarben einfach umgetauscht werden kann. Wasserkühlungen sind mit bis zu 280er-Radiatoren möglich. Beim Griff zu (teureren und lauterem) SFX-Netzteilen kann zudem mehr Platz für etwa Lüfter genutzt werden. Im Standard-Layout wird das Netzteil an der Front befestigt. Am Heck wuchtet der einzig mitgelieferte Lüfter, ein Sickelflow ARGB-PWM mit 120 mm von Cooler Master selbst, entstehende Abwärme ab. Wenig überraschend sorgt das für suboptimale Kühlprozesse in der Innenkammer, die Hardware läuft warm. Je nach eigenem System würden wir Ihnen zumindest einen zweiten oder gleich mehrere Lüfter zum Nachrüsten wärmstens empfehlen. Verarbeitungstechnisch braucht sich Cooler Master nichts vorzuwerfen: Jedes Bauteil fühlt sich hervorragend an und sitzt in unserem Test genau so, wie man es erwarten würde. Netter Clou sind die Extras für die Abdeckungsperforationen, etwa für Headset-Halterungen oder eigene 3D-Druck-Vorhaben nach Vorlage.



Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 70 Wertungskriterien



Gehäuse	Qube 500 Flatpack Macaron Edition
Hersteller (Webseite)	Cooler Master (www.coolermaster.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3025785
Aktueller Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 105 Euro/ Note: 2
Alternativ-Versionen	In schwarz und weiß für ca. 90 Euro erhältlich
Ausstattung (20 %)	1,43
Plätze für Laufwerke (Non-Kombi-Slots separat benannt)	1× 2,5 Zoll, 3× 3,5 Zoll (1× davon über Seitenschiene) und ein 2× 2,5- oder 1× 3,5-Zoll-Slot
Lüfterplätze	Front: 1× 120/140 mm, Decke, Boden und linke Seite je: 2× 120/140 mm, Heck: 1× 120 mm
Vorhandene Lüfter	Heck: 1× 120 mm, Sickelflow ARGB-PWM (mit 1.800 U/min)
Plätze für Radiatoren (bis zu)	Variabel, je nach Aufbau (bis zu 280 mm)
Erweiterungs-Slots (Blende)	Sieben
Frontanschlüsse	1× USB Typ-C (3.2 Gen 2×2), 2× USB Typ-A (3.2 Gen 1), 1× Headset-Anschluss (Klinke)
Staubschutz (Erreichbarkeit)	Für alle perforierten Seiten ein feines Mesh zum einfachen Anbringen (leicht)
Anleitung	Graues Faltblatt oder Video-Anleitung online
Auszug der Bestandteile	1× Glasseitenteil (beidseitig montierbar), 3× je Front- und Deckenteile (Pastellfarben mit Türkis, Pink, Gelb) mit Perforationen für Extras wie äußere Halterungen oder Eigenkreationen (3D gedruckt), 2× Metallhandgriffe (Grau, Türkis), Netzteil an der Front oder am Boden mit Halterungen zu fixieren (interner Kaltgerätestecker), 1× Seitenschiene für Radiator/HDD/ Lüfter (limitiert maximale Kühlerhöhe), 1× Grafikkarten-Stütze für vertikale Aufbauten
Eigenschaften (20 %)	2,15
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Stahl, Glas, Kunststoff – ca. 7,8 kg
Abmessungen (H × B × T)/Gesamtvolumen	41,5 × 23,1 × 40,6 cm/ ca. 38,9 Liter
Komponenten-Maße (bis zu Länge bzw. Höhe)	GPU: 36,0 cm, CPU-Kühler: 17,2 cm, PSU: 17,0 cm, MB: 29,5 cm (mit SFX-Netzteil)
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifigkeit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut
Auszug der Zusammenbaudetails und Praxisprobleme	Zusammenbau: Note 2. Flaches Paket zum Auspacken und Zusammenbasteln verschiedener Aufbauoptionen (u.a. mit anderem als Testbench, gedreht, mit Radiator etc.). Video-Anleitung ist hilfreich, eigene Planung bleibt aber essenziell, da manches sich ausschließt (ATX-PSU und E-ATX etwa). Äußere Teile können durch Einklippsystem sehr schnell und bequem gewechselt werden, im Innern wird geschraubt.
Maximale Radiator-Kombination (in mm)	Befriedigend (280/240/120)
Leistung (60%)	2,50 (Kühlung: 2,11/Lautheit: 3,24)
Gewichtete CPU-Messung* S1 S2	74,5 °C (9,7 Kelvin) 79,5 °C (14,7 Kelvin)
GPU-Kühlung samt Takt* S1 S2	65 °C (2 Kelvin) mit 1.886 MHz (2.061 U/min) 65 °C (2 Kelvin) mit 1.890 MHz (2.190 U/min)
M.2-SSD-Temperatur* S1 S2	40 °C (2 Kelvin) 43 °C (5 Kelvin)
Innenraum-Temperatur* S1 S2	48 °C (8 Kelvin) 51 °C, (11 Kelvin)
Lautheit unter Spielelast**	Frontal: 3,0 Sone 45-Grad-Winkel: 2,4 Sone
Fixierte Geräuschquelle/Dämmwert***	Frontal: 4,6 Sone 45-Grad-Winkel: 3,7 Sone
FAZIT	🍀 Ausgefallenes Konzept zum fairen Preis 🔧 Lüfternachrüsten beinahe Pflicht
	Wertung: 2,22

Fahler Flash



Seit einem Jahr auf den Mainboards, aber noch immer nicht sinnvoll: PCI Express 5.0 für SSDs. Mittlerweile gibt es mehrere 5.0-Modelle und neue, günstige, schnelle und kompakte 4.0-Alternativen.

Kaum Unterschiede in den Ladezeiten

FFXIV Ladezeit

Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	6,5	8,0 (+25 %)
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	6,7	8,1 (+21 %)
Lexar NM790 (2.000 GB)	6,3	8,1 (+29 %)
Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	6,2	8,2 (+33 %)
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	6,7	8,2 (+23 %)
Adata Legend 970 (1.000 GB)	6,4	8,3 (+28 %)
Teracore T450 (2.000 GB)	6,6	8,4 (+26 %)
Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	6,4	8,4 (+31 %)
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	6,8	8,5 (+25 %)
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	6,8	8,5 (+25 %)
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	6,8	8,5 (+25 %)
Crucial T700 (2.000 GB)	6,4	8,6 (+33 %)
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	6,5	8,7 (+34 %)
Crucial T500 (2.000 GB)	7,3	8,7 (+19 %)
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	6,8	8,8 (+29 %)
Lexar NM620 (2.048 GB)	7,1	8,9 (+25 %)
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	7,5	9,2 (+23 %)
WD Black SN770M (2.000 GB)	7,9	9,5 (+20 %)
Lexar NM710 (2.048 GB)	7,2	9,7 (+35 %)
Crucial MX 500 (1.000 GB)	7,4	9,8 (+33 %)
Adata Legend 960 (1.024 GB)	6,5	9,9 (+51 %)
PNY CS2230 (1.000 GB)	9,0	10,4 (+16 %)
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	7,6	11,8 (+56 %)
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	10,7	12,2 (+14 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	14,1	15,1 (+7 %)

System: Intel Core i9-12900K, MSI Pro Z690, 16 GiByte DDR5-5200

Endwalker Stormbleed
MB/s ▶ Besser

Seit circa einem Jahr sind SSDs mit PCI Express 5.0 für den M.2-Slot angekündigt, aber die ersten Modelle dieser Art sind erst seit einem halben Jahr verfügbar. Ihre Markteinführung und Entwicklung scheinen ähnlich verzögert und schleppend zu sein wie bei den NVMe-SSDs mit PCI Express 4.0 im Jahr 2019. Damals etablierte sich jedoch rasch ein breiter und bezahlbarer Markt für die schnellen 4.0-Modelle, die gleichzeitig mit den entsprechenden Mainboard-Schnittstellen eingeführt wurden. Im Gegensatz dazu haben SSDs mit PCI Express 5.0 auch Anfang 2024 bisher nicht überzeugt, hauptsächlich wegen ihres ungünstigen Preis-Leistungs-Verhältnisses. Dies scheint auch den Herstellern bewusst zu sein, da sie weiterhin auf PCI Express 4.0 setzen, welches mit neuen Controllern und Modellen auf den Markt kommt. Diese bleiben eine attraktive Option, da sie sowohl schnell als auch preiswert sind. Vor einem halben Jahr stellte sich die Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD als erste ihrer Art mit PCIe-5.0-

Schnittstelle vor, die jedoch nur mit eingeschränkter Leistung und einem fast lächerlich großen Tower-Kühler für ihre M.2-2280-Platine zu bewältigen war. Unsere Tests zeigten damals, dass die SSD ohne Kühlung nach Erreichen einer Leistungsspitze nicht mehr reagierte. Ein ähnliches Modell von Corsair, die MP700, erlangte Medienaufmerksamkeit durch ihr „Temperatur-Gate“, da sie ohne Kühlung abstürzte und das Betriebssystem mit sich riss. Corsair jedenfalls legte schnell nach mit der MP700 Pro, die nicht nur eine bessere Leistung ablieferte, sondern mit der neueren Firmware auch keinen (unwahrscheinlichen) Absturz mehr riskierte.

Trotz dieser Probleme hat sich gezeigt, dass bereits eine passive Kühlung mit einem kleinen, PS5-kompatiblen Heatsink ausreicht, um diese Schwierigkeiten zu vermeiden. Hersteller betonen die Notwendigkeit einer Kühlung, was wir auch bei PCIe-4.0-SSDs bestätigen können. Während ein Kühler die Leistung nicht beeinflusst und die SSD ohne



Folgende Produkte finden Sie im Test

- Adata Legend 970
- Gigabyte Aorus Gen5 12000
- Teamgroup T-Force Z540
- Teraclear T450
- WD Black SN770M



Der optionale Kühler der Samsung SSD 990 Pro ist einer der wenigen mit einer RGB-LED. Nun beschränkt sich diese aber auf den winzigen Schlitz in der Mitte

Praktische und synthetische Tests: An der Spitze die gleichen Drei

Duplizieren

Sek. **140 GB** | 10 GB ► Besser

Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	34	13 (Basis)
Crucial T700 (2.000 GB)	34	14 (+8 %)
Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	37	14 (+8 %)
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	40	15 (+15 %)
Crucial T500 (2.000 GB)	42	15 (+15 %)
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	59	15 (+15 %)
Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	43	17 (+31 %)
Teraclear T450 (2.000 GB)	40	17 (+31 %)
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	63	18 (+38 %)
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	43	18 (+38 %)
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	72	18 (+38 %)
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	49	19 (+46 %)
Adata Legend 970 (1.000 GB)	94	19 (+46 %)
Lexar NM710 (2.048 GB)	68	20 (+54 %)
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	62	20 (+54 %)
Lexar NM790 (2.000 GB)	51	21 (+62 %)
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	49	22 (+69 %)
WD Black SN770M (2.000 GB)	62	22 (+69 %)
Adata Legend 960 (1.024 GB)	66	23 (+77 %)
Lexar NM620 (2.048 GB)	96	24 (+85 %)
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	68	28 (+115 %)
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	63	37 (+185 %)
PNY CS2230 (1.000 GB)	116	44 (+238 %)
Crucial MX 500 (1.000 GB)	584	65 (+400 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	976	95 (+631 %)

CrystalDiskMark (Seq. 1 MiB, Q8T1)

MB/s **Schn.** | Lesen ► Besser

Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	11826	12.401 (Basis)
Crucial T700 (2.000 GB)	11846	12.396 (-0 %)
Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	11825	12.392 (-0 %)
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	11832	12.312 (-1 %)
Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	10221	10.090 (-19 %)
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	10199	10.087 (-19 %)
Adata Legend 970 (1.000 GB)	8847	9.611 (-22 %)
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	7021	7.498 (-40 %)
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	6564	7.482 (-40 %)
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	6297	7.466 (-40 %)
Teraclear T450 (2.000 GB)	6693	7.143 (-42 %)
Adata Legend 960 (1.024 GB)	6276	7.123 (-43 %)
Lexar NM790 (2.000 GB)	6659	7.119 (-43 %)
Crucial T500 (2.000 GB)	6621	7.110 (-43 %)
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	6710	7.040 (-43 %)
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	5847	7.039 (-43 %)
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	5890	6.776 (-45 %)
WD Black SN770M (2.000 GB)	4915	5.224 (-58 %)
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	3907	5.214 (-58 %)
Lexar NM710 (2.048 GB)	4410	4.803 (-61 %)
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	4147	4.161 (-66 %)
PNY CS2230 (1.000 GB)	3191	3.649 (-71 %)
Lexar NM620 (2.048 GB)	3064	3.560 (-71 %)
Crucial MX 500 (1.000 GB)	561	-95 %
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	551	-96 %

System: Intel Core i9-12900K, MSI Pro Z690, 16 GiByte DDR5-5200

Siehe
Benchmark

SSD-Bestenliste

Modell	10 GB Kopieren (50.000 Dateien, Windows-Programm- ordner)	FFXIV Stormbleed Ladezeit	Endnote Leistung	Endnote
Crucial T700 (2.000 GB)	14	8,6	1,33	1,42
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	15	8,2	1,42	1,44
Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	14	8,2	1,33	1,44
Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	13	8,4	1,33	1,44
Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	17	8,0	1,42	1,47
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	15	8,5	1,43	1,50
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	18	8,5	1,57	1,57
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	18	8,1	1,54	1,57
Adata Legend 970 (1.000 GB)	19	8,3	1,54	1,58
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	19	8,8	1,54	1,59
Crucial T500 (2.000 GB)	15	8,7	1,55	1,59
Teracle T450 (2.000 GB)	17	8,4	1,55	1,59
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	22	8,5	1,6	1,60
Lexar NM790 (2.000 GB)	21	8,1	1,6	1,62
Adata Legend 960 (1.024 GB)	23	9,9	1,68	1,65
Lexar NM710 (2.048 GB)	20	9,7	1,73	1,70
WD Black SN770M (2.000 GB)	22	9,5	1,74	1,70
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	37	8,7	1,74	1,71
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	20	9,2	1,76	1,73
Lexar NM620 (2.048 GB)	24	8,9	1,76	1,74
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	28	11,8	1,85	1,79
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	18	12,2	1,88	1,80
PNY CS2230 (1.000 GB)	44	10,4	2,08	1,96
Crucial MX 500 (1.000 GB)	65	9,8	2,51	2,26
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	95	15,1	3,01	2,56

Kühlung einfach nur wärmer wird, ohne an Geschwindigkeit zu verlieren, trifft dies auf die 5.0-SSDs nicht mehr zu. Unsere Tests zeigten, dass die Verwendung von Mini-Lüftern nicht erforderlich war. Wir haben dies durch Tests mit verschiedenen Kühlmethoden - passiv, aktiv und ohne Kühlung - mithilfe eines externen Temperatursensors genauer untersucht.

SSD-Kühlung: Notwendig, aber noch immer überdimensioniert

Gerade, weil mit den ersten SSDs quasi unfertige Produkte auf den Markt kamen, die ohne unzureichende Kühlung schlicht abschalteten, statt zu drosseln, widmen wir uns bei der aktuellen 5.0-Generation an SSDs dem Thema der Temperatur umso mehr. Anhand der Corsair MP700 Pro haben wir das daher umso stärker geprüft, ob sie unter irgendeiner noch so synthetischen und realitätsfernen, aber intensiven Last den Dienst versagt. Ohne es unnötig spannend zu machen: Das ist nicht der Fall und neben der geringen Leistungssteigerung auch Sinn des Firmware-Upgrades des Phison E26. Nichts

anderes haben wir hier erwartet. Die erste Generation der SSDs mit unfertiger Controller-Firmware auf dem Markt zu bringen, war schließlich unverschämt genug. Und dass es mehrere Hersteller taten, macht es an sich auch nicht besser.

Schon bei unserem ersten Test einer 5.0-SSD haben wir festgestellt, dass die Kühllösung extrem überdimensioniert und einfach nur unnötig unpraktisch ist. Ob das für die MP700 Pro gilt, haben wir erneut getestet und jede Variante der SSD durch unseren Parcours laufen lassen. Also eben wie vorgesehen mit angeschlossenem Lüfter, ohne aktiven Lüfter, aber montiertem Kühler und quasi „nackt“ ohne Kühler oder Lüfter - also in der Variante, in welcher die Vorgänger-Modelle mit Phison E26 ihren Dienst versagten.

Dabei haben wir uns mittels Temperatursensor die Hitzeentwicklung angesehen. Während PCI-E-4.0-Modelle im eingeschaltetem, aber passivem Zustand fast kein Strom brauchen und daher auch kaum Hitze entwickeln, wird der Phison E26 auf der SSD selbst ohne Lese- oder Schreibzugriffe gut warm.

Gesamtleistung

PCMark 10 Storage Full System Drive

Crucial T700 (2.000 GB)	896,75	5.694 (Basis)
Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	890,57	5.674 (-0 %)
Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	890,64	5.674 (-0 %)
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	885,22	5.657 (-1 %)
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	867	5.504 (-3 %)
Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	863,94	5.495 (-3 %)
Adata Legend 970 (1.000 GB)	858,65	5.389 (-5 %)
Crucial T500 (2.000 GB)	725,8	4.535 (-20 %)
Lexar NM790 (2.000 GB)	623	3.946 (-31 %)
Adata Legend 960 (1.024 GB)	608,43	3.807 (-33 %)
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	602,22	3.746 (-34 %)
WD Black SN770M (2.000 GB)	573,81	3.577 (-37 %)
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	558,04	3.566 (-37 %)
Teracle T450 (2.000 GB)	570,78	3.531 (-38 %)
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	571,59	3.497 (-39 %)
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	601,23	3.481 (-39 %)
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	564,63	3.441 (-40 %)
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	540,94	3.437 (-40 %)
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	554,88	3.411 (-40 %)
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	488	2.971 (-48 %)
Lexar NM710 (2.048 GB)	472,26	2.947 (-48 %)
Lexar NM620 (2.048 GB)	458,94	2.855 (-50 %)
PNY CS2230 (1.000 GB)	413,39	2.623 (-54 %)
Crucial MX 500 (1.000 GB)	862	-85 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	580	-90 %)

3DMark Storage

Corsair MP700 Pro (2.000 GB)	954,96	5.593 (Basis)
Gigabyte Aorus Gen5 12000 (2.000 GB)	946,85	5.570 (-0 %)
Adata Legend 970 (1.000 GB)	903,32	5.278 (-6 %)
Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD (2.000 GB)	701,29	4.098 (-27 %)
Crucial T700 (2.000 GB)	639,27	3.736 (-33 %)
Teamgroup T-Force Z540 (2.000 GB)	635,76	3.688 (-34 %)
Seagate Firecuda SSD 540 (2.000 GB)	626,06	3.660 (-35 %)
Solidigm P44 Pro (1.024 GB)	606,47	3.566 (-36 %)
Samsung SSD 990 Pro (1.024 GB)	542,98	3.188 (-43 %)
Adata Legend 960 (1.024 GB)	531	3.125 (-44 %)
Crucial T500 (2.000 GB)	539,69	3.123 (-44 %)
Western Digital WD Blue SN580 (1.000 GB)	537,1	3.116 (-44 %)
Lexar NM790 (2.000 GB)	526,77	3.112 (-44 %)
WD Black SN770M (2.000 GB)	515,09	2.975 (-47 %)
Corsair MP600 Pro XT (2.000 GB)	512,87	2.969 (-47 %)
Seagate Firecuda SSD 530 (2.000 GB)	512,47	2.968 (-47 %)
Lexar NM800 Pro (2.048 GB)	469,95	2.732 (-51 %)
Asus ROG Strix SQ7 (1.000 GB)	445,23	2.582 (-54 %)
PNY CS2230 (1.000 GB)	428,62	2.498 (-55 %)
Teamgroup MP44S (1.024 GB)	399,81	2.333 (-58 %)
Teracle T450 (2.000 GB)	368,72	2.148 (-62 %)
Lexar NM620 (2.048 GB)	362,33	2.126 (-62 %)
Lexar NM710 (2.048 GB)	304,03	1.785 (-68 %)
Crucial MX 500 (1.000 GB)	214,32	1.204 (-78 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	790	-86 %)

System: Intel Core i9-12900K, MSI Pro Z690, 16 GiByte DDR5-5200

MB/s Punkte
➤ Besser

Nun haben wir nicht den Stromverbrauch gemessen, aber eingeschaltet passiv sollen die SSDs mit dem E26 nur circa drei Watt verbrauchen. Ungekühlt reicht das aus, den Controller auf gut 68 Grad zu erwärmen.

Mit montiertem Lüfter haben wir den Sensor auf der Rückseite der Platine genau hinter dem Controller platziert, sodass nicht behauptet werden kann, der Sensor selbst isoliere die Kühlung, wenn er zwischen Controller und Wärmeleitpad oder dem Metall sitzen würde. Nun geht es uns auch nicht unbedingt um den genauesten absoluten Temperaturwert, sondern lediglich um einen ersten Einblick in die Hitzeentwicklung der SSD selbst. Denn an sich ist klar, dass die SSD unter Last ungekühlt heiß wird und mit Kühler eben - na ja - kühl. Zumindest so kühl, dass die Leistung nicht beeinträchtigt wird und die SSD nicht

drosselt. An sich sparen wir uns hier Details, wie sehr die Leistung ungekühlt tatsächlich einbricht. Denn so sollte sie nach wie vor nicht verwendet werden. Fakt ist: Die MP700 Pro funktioniert an sich auch ungekühlt, stürzt also nicht ab, wie ihre Vorgänger, arbeitet an sich aber auf bestenfalls mittelmäßigem 4.0-Leistungsniveau. Ein ungekühlter Einsatz ist zwar jetzt möglich, aber eben nicht ratsam. Das wäre so, als wäre man mit einem Ferrari ausschließlich in der 30er-Zone unterwegs.

Interessant ist aber auch, dass die passive Kühlung hier absolut ausgereicht hätte, denn in keinem unserer Tests erzielte die SSD andere Ergebnisse ohne ihren Lüfter. Diese Information ist insofern praxisrelevant, da ein kleiner fiepender Lüfter für manche doch lästig sein kann. Auch ist damit bestätigt, dass die SSD als kühlerlose Variante einwandfrei

funktioniert, wenn sie etwa unter einem passiven Kühlblock eines Mainboards arbeitet. Alle AM5-Mainboards mit PCI Express 5.0 am M.2-Slot bringen bereits eigene (passive) Kühllösungen mit, die an sich genauso gut ausreichen wie die Varianten der Hersteller. Wenn schon der mickrige Lüfter auf dem Kühlkörper der SSD an sich überdimensioniert, also nicht notwendig ist, dann ist es die SSD-Variante mit Anschlüssen an den Wasserkühlungskreislauf erst recht. Aber nicht alles, was es an Hardware zu kaufen gibt, muss Sinn ergeben, wir haben durchaus Verständnis für solche Spielereien.





Fünf neue SSDs

Für unser Test-Update stellen wir hier im Heft lediglich fünf neue Modelle vor, die bislang noch nicht im Heft auftauchten. Die SSD-Modelle der unteren Testtabelle kamen

bereits im letzten Test in Ausgabe 10/2023 oder früher dran. Sie sind aber nicht minder aktuell, weswegen wir die zehn Plätze in den Testtabellen mit den „nächstbesten“ Modellen je nach Endnote aufgefüllt haben.

Gigabyte Aorus Gen5 12000: Starkes 5.0-Top-Modell mit riesigem Kühler.

Warum nicht gleich so, Gigabyte? Ja, die Aorus Gen5 12000 ist eine der schnellsten Consumer-SSD auf dem Markt. Auf diesen Superlativ darf sich der Hersteller aber nichts darauf einbilden, denn mit der Vorgängerin hat auch Gigabyte ein Bananenprodukt auf den Markt gebracht, wie andere eben auch. Denn auch ohne der unverschämte fehlerhaften Firmware waren die Modelle einfach nicht gut: Das Leistungsplus der ersten 5.0-SSDs war relativ gering gegenüber denen, was ausge-reifte PCI-E-4.0-Modelle schon (an

Neue NVME SSDs	2.000 GB	2.000 GB	1.000 GB	2.000 GB	2.000 GB
					
Produktinfo/-name	Aorus Gen5 12000	T-Force Z540	Legend 970	T450	SN770M
Modellbezeichnung	AG512K2TB	TM8FF1002T0C129	SLEG-970-1000GCI	T4502KTTI	WDS200T3X0G / WDBDNH0020BBK
Hersteller (Website)	Gigabyte (gigabyte.com)	Teamgroup (teamgroup)	ADATA (adata.com)	Teracore (teracore.io)	WD Black (wdc.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3014907	www.pcgh.de/preis/2903828	www.pcgh.de/preis/2986327	www.pcgh.de/preis/3063001	www.pcgh.de/preis/3018721
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	310,-/befriedigend	330,-/befriedigend	190,-/befriedigend	115,-/befriedigend	200,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,17/GiByte	€ 0,18/GiByte	€ 0,2/GiByte	€ 0,06/GiByte	€ 0,11/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.600.000 Stunden	1.700.000 Stunden	1.600.000 Stunden	1.500.000 Stunden	1.750.000 Stunden
SSD-Controller	Phison PS5026-E26	Phison PS5026-E26	Phison PS5026-E26	InnoGrit Rainier (IG5236)	Intern
Flash-Chips	3D-TLC (Micron, 232 Lagen)	3D-TLC (Micron, 232 Lagen)	3D-TLC (Micron, 232 Lagen)	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC
DRAM-Cache	4 GiB (LPDDR4-2133)	4 GiB (LPDDR4-2133)	2 GiB (LPDDR4-2133)	2 GiB (DDR4)	-
Ausstattung (20 %)	1,23	1,23	1,33	1,33	1,33
Formatierte Kapazität (GiByte)	1.863 GiByte	1.863 GiByte	931 GiByte	1.863 GiByte	1.863 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/700 TB	5 Jahre/1.200 TB	5 Jahre/1.200 TB
Datenrate (Schnittstelle)/Formfaktor	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2-2280	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2-2280	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2-2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2-2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2230
Zubehör/Besonderheiten	Inkl. Passivkühler	Luftkühler alternativ	Inkl. Kühler u. Lüfter	-	-
Eigenschaften (20 %)	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
Crystal Disk Mark (max. Lesen, max. Schreiben)	12.401 MB/s, 11.826 MB/s	12.312 MB/s, 11.832 MB/s	9.611 MB/s, 8.847 MB/s	7.143 MB/s, 6.693 MB/s	5.224 MB/s, 4.915 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	8.718 MB/s, 9.034 MB/s	8.688 MB/s, 8.500 MB/s	7.065 MB/s, 8.005 MB/s	4.837 MB/s, 5.102 MB/s	3.943 MB/s, 3.783 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	8,40 Sek.	8,50 Sek.	8,26 Sek.	8,40 Sek.	9,53 Sek.
Kopiertest 10 GB (Programm), 140 GB (Spielordner)	13 Sek., 34 Sek.	15 Sek., 59 Sek.	19 Sek., 94 Sek.	17 Sek., 40 Sek.	22 Sek., 62 Sek.
Leistung (60 %)	1,33	1,43	1,54	1,55	1,74
FAZIT	<div> <div>Sehr gute Leistung</div> <div>Sperriger Kühler</div> </div>	<div> <div>Gute 5.0-Leistung</div> <div>Großer Kühler mit Lüfter</div> </div>	<div> <div>Gute 5.0-Leistung</div> <div>Lauter Lüfter, Garantiesiegel</div> </div>	<div> <div>Top-Schreibleistung</div> <div>Kaum verfügbar</div> </div>	<div> <div>Klein und leistungsfähig</div> <div>Teurer als „lange“ SSDs</div> </div>
	Wertung: 1,44	Wertung: 1,50	Wertung: 1,58	Wertung: 1,59	Wertung: 1,70

Maximum) aus der Schnittstelle gepresst haben. Davon abgesehen waren 2023 die Preise im Keller, was an sich gut für uns Konsumenten ist, aber eben unpraktisch für Hersteller, die ein neues und hoffnungslos überteuertes High-End-Modell auf den Markt bringen wollen. Das halbe Jahr der PCI-Express-5.0-SSDs hat gezeigt, dass ein Player auf dem Markt nicht besser, sondern lediglich nicht schlechter als die Konkurrenz sein muss. Denn die Modelle waren zum Start alle gleich schlecht. Erst jetzt kommen Modelle auf den Markt, so wie wir es uns zum AM5-Launch gewünscht hätten: Ein deutliches (messbares, nicht spürbares) Leistungsplus gegenüber PCI Express 4.0 und an sich frei von Kinderkrankheiten. Der Kühler selbst kühlt gut, überdimensioniert, aber immerhin optional, da der Mini-Tower nicht vormontiert ist und lediglich beiliegt.

Team Group T-Force Z540: Anderer Name, gleiche SSD. Wie bisher alle anderen 5.0-SSDs basiert auch die Z540 auf dem Phison E26 Controller, gepaart mit Micron 232-Layer TLC NAND. Alle diese PCIe-5.0-Laufwerke verwenden alle genau dasselbe PCB-Design und dieselben Komponenten. Daher gibt es zur Leistung nichts zu sagen, da sie ebenso identisch ist. Im Vergleich zu Gen-4-SSDs liegt der Leistungszuwachs bei etwa 5-10%, was dem entspricht, was wir bei den ersten Gen-4-Laufwerken im Vergleich zu Gen 3 gesehen haben.

Die Z540 reiht sich in die Gruppe der Modelle mit 12 GB/s ein, während alle mit 10 GB/s (oder weniger) noch die ältere Firmware haben. Entsprechend ist die Z540 vergleichbar mit der 12.000er von Gigabyte, der MP700 Pro oder der Crucial T700 R2. m Gegensatz zu

einigen anderen Laufwerken wird das Team Group Z540 derzeit nicht mit einem Kühlkörper verkauft, aber Team Group hat erkannt, dass es eine gute Idee ist, den Leuten eine Kühloption zu bieten, weshalb sie alternativ ein Paket aus dem Z540 und dem Airflow-Kühler anbieten werden.

Adata Legend 970: Leider nicht zu empfehlen. Gleich vorneweg: Der Vergleich mit der direkten PCI-Express-5.0-Konkurrenz hinkt leicht, denn wir haben von der Adata Legend 970 lediglich ein Sample mit einer Kapazität über 1 TB bekommen, während wir alle anderen 5.0er mit 2 TB testen konnten. Wie in den Herstellerangaben ersichtlich sind die SSD-Varianten mit höheren Kapazitäten immer minimal schneller als die mit niedrigeren. Das liegt hauptsächlich daran, dass mit mehr Flash-Bausteinen

mehrere vom Controller parallel genutzt werden können. Dennoch ist der Unterschied hier minimal und kommt auch nicht immer zum Tragen, wie die Benchmarks zeigen. Dass die Legend 970 in den synthetischen Benchmarks von AS SSD oder CrystallDiskMark stets das Schlusslicht der PCIe-5.0-Liga darstellt, ist also nur teilweise auf die Kapazität zurückzuführen. Aber gerade wenn es mehrere Konkurrenten gibt, die auf gleicher Hardware basieren, kommt es auf die B-Note an, ob man sich für diese oder jene SSD entscheidet.

Nun gibt es aber aktuell nur ein einziges PCB-Design unter den 5.0-SSDs, die sich lediglich in der Firmware und in der Kühlerausstattung unterscheiden. Nur leider schafft es Adata hier nicht, eine konkurrenzfähige Ausstattung zu bieten. Sowohl das Garantiesiegel als auch der laute

NVME-SSDs	2.000 GB	2.000 GB	2.000 GB	2.000 GB	2.048 GB
					
Produktinfo/-name	T700	FireCuda SSD 540	MP700 Pro	Aorus Gen5 10000 SSD	NM800 Pro
Modellbezeichnung	CT2000T700SSD3	ZP2000GM30004	CSSD-F2000GBMP700PRO	AG510K2TB	LNM800P001T-RN8NG
Hersteller (Website)	Crucial (crucial.de)	Seagate (seagate.com)	Corsair (corsair.com)	Gigabyte (gigabyte.com)	Lexar (lexar.de)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2934163	www.pcgh.de/preis/2974796	www.pcgh.de/preis/3060489	www.pcgh.de/preis/2893731	www.pcgh.de/preis/2842856
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	400,-/ausreichend	320,-/ausreichend	320,-/befriedigend	480,-/ausreichend	80,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,21/GiByte	€ 0,17/GiByte	€ 0,17/GiByte	€ 0,26/GiByte	€ 0,04/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	2.000.000 Stunden	1.800.000 Stunden	1.600.000 Stunden	1.600.000 Stunden	1.500.000 Stunden
SSD-Controller	Phison PS5026-E26	Phison PS5026-E26	Phison PS5026-E26	Phison PS5026-E26	InnoGrit Rainier (IG5236)
Flash-Chips	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-TLC (Micron, 232 Lagen)	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC
DRAM-Cache	4 GiB (LPDDR4)	4 GiB (LPDDR4)	4 GiB (LPDDR4-2133)	4 GiB (LPDDR4)	1 GiB (DDR4)
Ausstattung (20 %)	1,13	1,03	1,23	1,13	1,2
Formatierte Kapazität (GiByte)	1.863 GiByte	1.863 GiByte	1.863 GiByte	1.863 GiByte	1.907 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/1.200 TB	5 Jahre/2.000 TB	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/2.000 TB
Datenrate (Schnittstelle)/Formfaktor	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2 2280	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2 2280	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2-2280	16 GByte/s (PCIe 5.0 x4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2280
Zubehör/Besonderheiten	-	3 J. Datenwiederherstellung	Inkl. Kühler u. Lüfter	mit (zu großen) Kühler	mit Kühler
Eigenschaften (20 %)	1,98	1,93	1,98	1,98	1,95
Crystal Disk Mark (max. Lesen, max. Schreiben)	12.396 MB/s, 11.846 MB/s	10.087 MB/s, 10.199 MB/s	12.392 MB/s, 11.825 MB/s	10.090 MB/s, 10.221 MB/s	7.466 MB/s, 6.297 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	8.523 MB/s, 9.296 MB/s	7.317 MB/s, 9.157 MB/s	8.912 MB/s, 9.558 MB/s	7.316 MB/s, 9.100 MB/s	5.975 MB/s, 5.408 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	8,60 Sek.	8,24 Sek.	8,20 Sek.	6,49 Sek.	8,52 Sek.
Kopiertest 10 GB (Programm), 140 GB (Spielordner)	14,1 Sek., 33,5 Sek.	15 Sek., 40 Sek.	14 Sek., 37 Sek.	17 Sek., 43 Sek.	18 Sek., 63 Sek.
Leistung (60 %)	1,33	1,42	1,33	1,42	1,57
FAZIT	<div> <div>Top-Leistung</div> <div>Teuer</div> </div>	<div> <div>Top-Leistung</div> <div>Veraltete Firmware</div> </div>	<div> <div>Top-Modell</div> <div>Lüfter nicht notwendig</div> </div>	<div> <div>Top-Leistung</div> <div>Stürzt ab ohne Kühler</div> </div>	<div> <div>KampfpPreis</div> <div>Nur PCIe 3.0</div> </div>
	Wertung: 1,42	Wertung: 1,44	Wertung: 1,44	Wertung: 1,47	Wertung: 1,57

Lüfter sind beides Nachteile, die es bei den Konkurrenten so einfach nicht gibt. So macht es beispielsweise Corsair mit der MP700 Pro aktuell zwar in jeder Hinsicht besser, dafür kostet das ausgereifere Modell aber auch etwas mehr. Was die Leistung angeht, gibt es nichts zu meckern, aber sowohl das Garantiesiegel und der unnötig laute Lüfter sind beide ein No-Go, welche die Adata-SSDs kaum konkurrenzfähig erscheinen lassen.

Teracle T450: „Tera-wer?“. Genau das haben wir uns auch gefragt, als uns der deutsche Distributor eine Teracle T450 zum Test angeboten hatte. Aber der Hersteller aus Fernost ist noch recht neu, nicht aber die SSD selbst. Denn hier handelt es sich um die bewährte Kombination aus dem Innogrit Rainier IG5236 als Controller zusammen mit TLC-Flash von SK Hynix. Zusätzlich gibt

es hier DRAM-Cache und ein richtig gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Die T450 steht den bekannteren Top-Modellen in kaum etwas nach und kann sich mit Größen, wie etwa einer Samsung 990 Pro, WD Black SN850X oder einer Corsair MP600 Pro XT messen.

WD Black SN770M: Winzling für Handhelds sind schnell, kompakt aber relativ teuer. Die verfügbaren M.2-SSD-Formfaktoren sind in den letzten Jahren ziemlich konstant geblieben. Im Grunde genommen verwenden alle das Format M.2 2280, wodurch die Laufwerke 22 mm breit und 80 mm lang sind. Zweifellos sind diese Abmessungen ideal für Desktops und die meisten Laptops. Mit der Veröffentlichung des Steam Decks und der tragbaren Spielkonsole ROG Strix Ally hat sich dieser Status quo geändert und kürzere M.2-Riegel werden wieder

mehr gebracht. Die 30 Millimeter kurze SSD ist also für kompakte Geräte gedacht, in denen kein üblicher 80-mm-Riegel passt, also einem Steamdeck oder ROG Strix Ally oder andere Geräte. Sie kann mit ihrer Leistung durchaus mit PCIe-4.0-SSDs der ersten Generation messen. Mit maximalen Transferraten von bis zu 5,2 GB/s erreicht sie keine Rekorde, was sie aber als Spiele-SSD auch nicht muss.




Die praxisnahe Leistung des SN770M unter realen Bedingungen ist tadellos: Beim Kopieren von großen Datenmengen drosselt sie zwar schnell, aber dafür ist die knappe SSD auch nicht gemacht. In den Ladezeiten kann sie überzeugen und belegt in den Benchmarks solide mittlere Platzierungen zwischen den größeren Gen-4-Modellen. Leider ist das exotische Format einer M.2-2230-SSD recht teuer und sie

kostet fast doppelt so viel wie eine gleichschnelle aber acht Zentimeter lange NVMe-SSD. Nun kauft man sich so eine SSD aber nur, wenn der kompakte Formfaktor wirklich notwendig ist. Und verglichen mit machen Speicheroptionen so mancher Handhelds kann sich so ein Selbstaufrüsten hiermit durchaus auch preislich lohnen. (mc)

FazitPCGH

Unspektakuläre Updates

Gerne hätten wir das neue Jahr mit einem Paukenschlag eröffnet, was die aktuellen SSDs angeht. Hier tat sich aber lediglich ausschließlich Erwartetes: Die 5.0-SSDs haben endlich eine bessere Firmware, wenn auch noch immer den stromhungrigen Phison-Controller und Gen-4-Modelle steigen lediglich im Preis.

NVME-SSDs	2.000 GB	1.024 GB	2.000 GB	2.000 GB	2.000 GB
					
Produktinfo/-name	Firecuda SSD 530	SSD 990 Pro	T500	MP600 Pro XT	NM790
Modellbezeichnung	ZP2000GM30013 / ZP2000GM3A013	MZ-V9P1T0CW	CT2000T500SSD8	CSSD-F2000GBMP600PXT	LNLM790X002T-RNNN
Hersteller (Website)	Seagate (seagate.com)	Samsung (samsung.com)	Crucial (crucial.com)	Corsair (corsair.com)	Lexar (lexar.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2551049	www.pcgh.de/preis/2798121	www.pcgh.de/preis/3053884	www.pcgh.de/preis/2598363	www.pcgh.de/preis/2956595
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	130,-/befriedigend	105,-/ausreichend	190,-/befriedigend	155,-/befriedigend	105,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,07/GiByte	€ 0,11/GiByte	€ 0,1/GiByte	€ 0,08/GiByte	€ 0,06/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.800.000 Stunden	1.500.000 Stunden	2.000.000 Stunden	1.600.000 Stunden	1.500.000 Stunden
SSD-Controller	Phison PS5018-E18	Samsung Pascal	Phison PS5025-E25	Phison PS5018-E18	Maxiotek MAP1602A
Flash-Chips	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-TLC (Micron, 232 Lagen)	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC
DRAM-Cache	2 GiB	1 GiB (DDR4)	2 GiB (LPDDR4-2133)	2 GiB	-
Ausstattung (20 %)	1,33	1,35	1,33	1,23	1,33
Formatierte Kapazität (GiByte)	1.863 GiByte	954 GiByte	1.863 GiByte	1.863 GiByte	1.863 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/2.550 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/1.200 TB	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/1.500 TB
Datenrate (Schnittstelle)/Formfaktor	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2-2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCIe 4.0 x4)/M.2 2280
Zubehör/Besonderheiten	-	Kühler mit RGB	-	-	-
Eigenschaften (20 %)	1,9	2	1,98	1,98	1,98
Crystal Disk Mark (max. Lesen, max. Schreiben)	7.040 MB/s, 6.710 MB/s	7.498 MB/s, 7.021 MB/s	7.110 MB/s, 6.621 MB/s	7.039 MB/s, 5.847 MB/s	7.119 MB/s, 6.659 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	5.056 MB/s, 5.054 MB/s	5.564 MB/s, 5.022 MB/s	5.332 MB/s, 4.717 MB/s	5.120 MB/s, 4.721 MB/s	5.424 MB/s, 5.474 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	8,10 Sek.	8,80 Sek.	8,74 Sek.	8,51 Sek.	8,10 Sek.
Kopiertest 10 GB (Programme), 140 GB (Spielordner)	18 Sek., 43 Sek.	19 Sek., 49 Sek.	15 Sek., 42 Sek.	22 Sek., 49 Sek.	21 Sek., 51 Sek.
Leistung (60 %)	1,54	1,54	1,55	1,60	1,60
FAZIT	➢ Mit Datenrettung ➡ Teuer	➢ Top-Leistung ➡ Lausige RGB-LED	➢ Gutes P-/L-Verhältnis ➡ Mittelmäßige Leistung	➢ Top-Leistung ➡ Etwas teuer	➢ Gutes P-/L-Verhältnis ➡ Kein Zubehör
	Wertung: 1,57	Wertung: 1,59	Wertung: 1,59	Wertung: 1,60	Wertung: 1,62



Außer Rand und Wand

Der heimische Rechner kann so schön sein. Warum also nicht das Schmuckstück an die Wand hängen? Wir bauen einen hübschen Wand-PC im Mini-ITX-Format.

Computer können doch wahre Schmuckstücke sein. Umso mehr, wenn eine hübsche Wasserkühlung verbaut und der Rechner mit schicken Komponenten ausgestattet ist. Da wirkt es manchmal grotesk, dass diese Komponenten in einem Gehäuse Platz finden sollen. Zwar haben die meisten modernen Gaming-PC-Gehäuse extra Glaspaneel, um die Sicht auf die Komponenten freizugeben, die wahre Ästhetik der Technik kommt jedoch erst im offenen Zustand zur Geltung. Ein Rechner kann ein wahres Kunstwerk sein. Und was macht man mit großen Kunstwerken? Man

stellt sie nicht unter den Tisch, man hängt sie an die Wand, wo jeder sie betrachten kann. Warum also nicht auch einen PC an die Wand hängen? In unserem Projekt ist genau das unser Ziel. Wir bauen mithilfe eines 3D-Druckers und etwas Bastelarbeit einen Mini-ITX-Wand-PC.

Ziel

Natürlich soll unser Wand-PC nicht nur schick aussehen, sondern auch einen ganz konkreten Nutzen haben. Gaming steht hier ausnahmsweise nicht an oberster Stelle, denn auf eine Grafikkarte wollen wir vorerst verzichten und uns mit der

CPU-integrierten Grafikeinheit zufriedengeben. Womit wir uns jedoch nicht zufriedengeben wollen, ist eine hohe Lautstärke. Der Rechner soll für Audioaufnahmen, Musikproduktionen und leises Arbeiten optimiert werden. Aus diesem Grund haben wir uns mit dem Intel Core i5-12400 nicht nur für eine effiziente, sondern auch für eine CPU mit einer 65-Watt-TDP entschieden. Die geringe Abwärme lässt sich entsprechend leicht abführen – für eine Wasserkühlung gar ein Kinderspiel. Selbst ein Custom-Loop mit einem kompakten 120-mm-Radiator, einer gedrosselten Pumpe und

einem langsam drehenden Lüfter kann hier einen hervorragenden Job erledigen – und das sehr leise.

Unsere Wasserkühlungs-Komponenten

- Radiator: EKWB Coolstream Classic SE 120
- CPU-Wasserblock: Alphacool Eisblock XPX Aurora Edge
- Pumpe: Alphacool DC-LT, Acryl-Aufsatz
- AGB: Alphacool Eisbecher
- Bykski Digital Durchflusssensor
- Corsair 14-mm-Hardtubes und XF-Hardline-Anschlüsse
- Lüfter: Phanteks T30

Um eine weitere Lärmquelle aus dem Spiel zu nehmen, kommt ein passives Netzteil von Seasonic zum Einsatz. Die maximale Leistung des Prime Fanless PX-500 ist mit 500 Watt nicht unbedingt auf den Betrieb einer wuchtigen Grafikkarte ausgelegt. Für unser System, das sehr sparsam arbeitet, reicht es jedoch völlig aus. Die leistungsstarke und gleichzeitig effiziente CPU sitzt nicht auf einem normalen ATX-Mainboard. Das System soll möglichst kompakt werden und auf einer kleinen Platte Platz finden. Mithilfe des Asus ROG Strix B660-I Gaming WIFI, einem Mainboard im Mini-ITX Format, können wir nicht nur Platz sparen, sondern haben auch DDR5-RAM mit an Bord, der aus zwei Kingston Fury-Riegeln mit 5600 MHz besteht. Als Hauptspeicher erledigt die 1 TB große Crucial P3 PCI-E-3.0-SSD ihren Job immer noch hervorragend. Fehlt schließlich noch das Gehäuse, in dem all diese Komponenten montiert werden sollen. Und das soll auch so bleiben, denn wir montieren Mainboard, Netzteil und die gesamte Wasserkühlung auf einer Multiplex-Platte und hängen diese an die Wand. Natürlich sind für diese Art der PC-Konstruktion ein paar weitere Werkzeuge und Komponenten nötig.

Werkzeuge und Material

Allem voran benötigt man natürlich eine passende Platte. Wir haben uns für dunkel beschichtetes Multiplex-Sperrholz mit einer Dicke von 15 mm entschieden. Die Wahl des Materials steht aber natürlich jedem offen. Wegen der weitgehenden Immunität von Multiplex gegen Verzug und Verwindung fiel unsere Wahl auf diesen Werkstoff. Für die Befestigung der Komponenten werden zusätzlich passende Schrauben benötigt. Um die Komponenten von oben aufzuschrauben, benötigen wir selbstschneidende Holzschrauben. Komponenten, die von der Rückseite verschraubt werden, nutzen dagegen in unserem Fall metrische Feingewindeschrauben. So auch die benötigten Stand-Offs, mit welchen das Mainboard montiert werden soll.

Kommen wir zum Werkzeug. Wie auch bei anderen Bastelprojekten kommt hier ein 3D-Drucker zum Einsatz. Um genauer zu sein,

handelt es sich um einen FDM-Drucker, der mittels erhitztem Extruder Kunststoff in Schichten aufschmelzt. Prinzipiell kann hier jeder FDM-Drucker genutzt werden. Bei unseren Modellen handelt es sich um einen CR-10 sowie einen Ender 2 von Creality. Als Material nutzen wir PLA. Verwendung findet der Drucker bei der Umsetzung der Halterungen, mit Hilfe derer die Komponenten auf der Holzplatte befestigt werden. Eng mit dem Drucker verbunden ist auch das Slicer-Programm, um sämtliche Einstellungen vorzunehmen, und das CAD-Programm, um die Halterungen zu konstruieren. Als Slicer verwenden wir Cura von Ultimaker, als CAD-Programm Fusion 360 von Autodesk. Beides gibt es kostenlos oder zumindest als kostenlose Version auf der jeweiligen Hersteller-Website. Aber auch etwas handfestes Werkzeug sollte griffbereit sein. Dazu gehören eine Säge, um die Platte zuzuschneiden, in unserem Fall eine Stichsäge sowie eine Bohrmaschine, um Schraubenlöcher zu bohren. Optimalerweise nutzt man hier eine Standbohrmaschine, ein Akkuschrauber tut aber auch seinen Dienst.

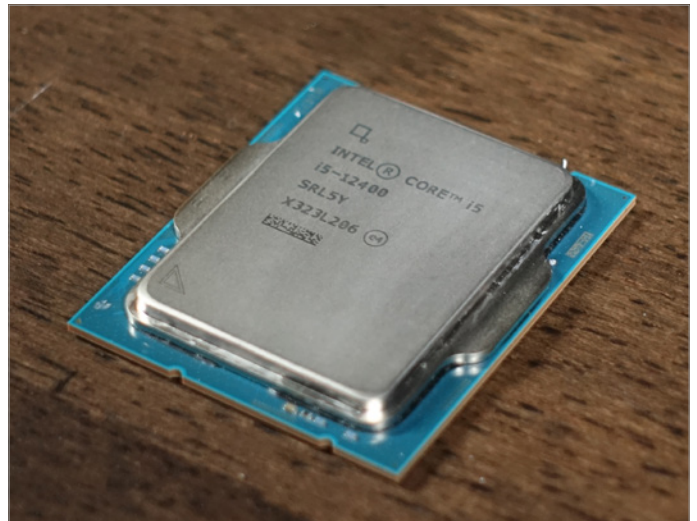
Planung und Bemaßung

Natürlich sollten alle Komponenten sauber auf unserer Platte Platz finden – das Material sollte auf eine sinnvolle Größe rechteckig mit der Säge zugeschnitten werden. Die Maße unserer fertigen Platte betragen 38 × 32 cm, bei einer Dicke von 1,75 cm. Jeder Schnitt sollte vorher genau mittels Bleistift und Lineal angezeichnet werden. Ein Winkel hilft, um rechtwinklige Markierungen zu setzen. Ein sauberer Schnitt kann mit der Stichsäge etwas Fingerspitzengefühl erfordern. Dabei ist auf das richtige Sägeblatt und guten und klaren Augenschutz zu achten. Wer eine Kreissäge sein Eigen nennt, kann sich bei diesem Schritt viel Arbeit sparen und bekommt ein sauberes Ergebnis. Nach dem Sägen ist vor dem Nachfeilen. Teils unsaubere Kanten sollten mit einer Feile etwas nachbearbeitet und scharfe Kanten angefasst werden.

Bevor es nun ans Bohren der Schraubenlöcher geht, ist ein großer Zwischenschritt notwendig, denn bis jetzt haben wir keinerlei Idee, wo welche Löcher hin sollen. Zwar kön-



Das Asus ROG Strix B660-i Mini-ITX-Mainboard mit Sockel 1700 bietet eine gute Ausstattung bei kompaktem Format. Optimal für unseren Projekt-PC.



Der Intel Core-i5-12400 ist eine günstige und dennoch leistungsstarke CPU, die mit einer geringen Abwärme punkten kann.



Oft ist der Netzteil-Lüfter eine große Lärmquelle. Gut, dass im Seasonic Prime Fanless PX-500 keiner davon verbaut ist. Das Netzteil ist vollständig passiv.

nen wir schon eine Schablone der Mainboard-Schraubenlöcher anfertigen und die entsprechenden Bohrungen in die Platte setzen, jedoch fehlen uns noch die Halterungen für das Netzteil und den Radiator. Hier kommen CAD-, Slicer-Programm und 3D-Drucker zum Einsatz.

Doch alles der Reihe nach. Bevor im CAD-Programm Halterungen für Netzteil und Radiator entstehen, müssen beide Komponenten ausgemessen werden. Vor allem die Lage und Größe der Schraubenlöcher sind ausschlaggebend. Der Standard 120-mm-Radiator wird mit vier 4-mm-Schrauben befestigt. Die Schraubenlöcher liegen quadratisch mit einem Abstand von 105 mm zueinander. Das Netzteil verfügt ebenfalls über mehrere 4-mm-Schraubenaufnahmen, die zur Befestigung genutzt werden können. Da der

Stromspender auf einer flachen Platte aufliegen soll, verwenden wir die unteren vier Löcher. Bei der Planung muss aber auch ein essenzieller Punkt im Hinterkopf behalten werden. Die Komponenten sollen später mit einer Wasserkühlung und Hardtubes ausgestattet werden. Die Anordnung ist damit höchst relevant, denn einige Komponenten haben Ein- und Ausgänge. Die Fließrichtung muss beachtet werden. Des Weiteren sind bei einem System, dessen Komponenten mit Hardtubes verbunden werden sollen, nicht alle potenziellen Verbindungen zwischen den Komponenten möglich. Es sollte darauf geachtet werden, dass sinnvolle Biegewinkel und Wege realisiert werden können.

CAD-Konstruktion

Die grundlegende Funktionsweise eines CAD-Programms basiert auf

Ebenen, auf denen zweidimensionale Zeichnungen erstellt werden können. Diese Zeichnungen können ins Dreidimensionale extrudiert und miteinander kombiniert oder geschnitten werden. Wer mehr über das Thema 3D-Druck und CAD-Software wissen will, kann einen Blick auf unseren 3D-Druck-Artikel in der Ausgabe 08/2022 werfen.

Als Erstes wagen wir uns an die Konstruktion der Radiator-Halterungen. Durch einen Radiator wird mittels Lüfter Luft bewegt. Vor und hinter einem Radiator sollte daher Platz vorhanden sein, damit die Luft ungehindert hindurchfließen kann. Bei der Konstruktion der Halterung sollte dies Beachtung finden. So dient die Radiatorhalterung nicht nur der Montage, sondern auch als Stand-Off, womit der Radiator Abstand zur Montageplatte erhält. An der Oberseite des Stand-Offs wird eine Verschraubung benötigt, um darauf den Radiator zu montieren. Auf der Unterseite werden hingegen vorzugsweise zwei Verschraubungen – vor allem um ein Verdrehen zu verhindern – verwendet, um das Konstrukt auf der Holzplatte zu befestigen. Die Grundzeichnung auf der X-Y-Ebene beinhaltet sämtliche Formen und Bohrlöcher im Zweidimensionalen. Der äußere Bereich wird auf eine Höhe von 6 mm extrudiert, der innere auf die volle Stand-Off-Höhe. Die Löcher werden ausgelassen. Das ausschneidende Element im Inneren sorgt für einen Zugang zu den Radiator-Schrauben. Als letzten Schritt werden die Kanten abgerundet und an den beiden Bohrlöchern, die zur Befestigung an der Holzplatte dienen, wird eine Fase angebracht. Die verwendeten Senkkopfschrauben sollen sauber im Modul integriert werden können. Mit dem „Prüfen“-Tool lassen sich am Ende noch einmal grundlegende Maße überprüfen.

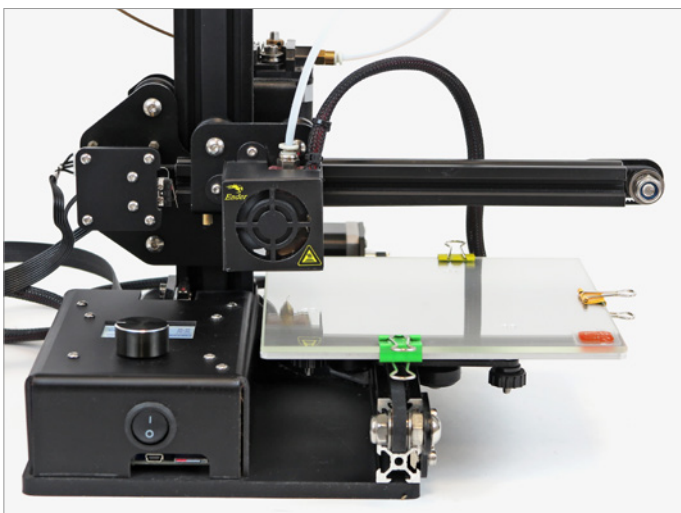
Ist alles korrekt und das Design zufriedenstellend, geht es an den Druck. Dafür muss das Projekt vorerst als eine Standard-Tessellation exportiert werden. Diese sogenannte STL-Datei kann von einem Slicer-Programm geöffnet werden. Dieses erstellt den G-Code, der von Temperaturen, über Druckfläche, bis zum Infill alle Parameter des 3D-Druckers steuert. Wir verwenden

das in der Druckerbibliothek vorgefertigte Preset für unseren Drucker. Wer händisch weiter optimieren will, kann sich durch die sehr tiefgehenden Einstellungsmöglichkeiten hindurcharbeiten. Wir belassen alle Parameter, bis auf Infill und Stützstruktur, auf der Standardeinstellung. Das Infill sollte bei solch einem tragenden Bauteil der Stabilität wegen auf 70–100 Prozent eingestellt werden. Da sich im Bauteil Überhänge befinden, muss auch die Stützstruktur aktiviert sein. Schließlich geht es an den Druck. Bei vier zu druckenden Objekten sollte man ein bisschen Geduld mitbringen. Aber auch diese Wartezeit geht einmal vorbei und hinterlässt uns vier selbst designte Radiator-Stand-Offs.

Neben dem Radiator soll auch das Netzteil auf der Platte befestigt werden. Und auch hierfür benötigen wir eine selbst konstruierte Lösung. Der Konstruktions- und Druckprozess unterscheidet sich nicht großartig von dem der Radiator-Stand-Offs. Alles beginnt wieder beim Ausmessen und Planen der Halterungen. Vier mögliche Schraubenaufnahmen kommen beim ATX-Netzteil für die Befestigung in Frage. Da das Netzteil einiges an Gewicht mitbringt, versuchen wir alle vier Verschraubungen zu nutzen und das Konstrukt ebenfalls über vier selbstschneidende Holzschrauben mit der Montageplatte zu verbinden. Die Plattenverschraubungen werden an die Seiten des Netzteils gelegt. Das Netzteil soll so nahe wie möglich an den Rand der Platte rücken. Eine zweidimensionale Zeichnung, die Umrisse, aber auch Schraubenlöcher beinhaltet, wird zweistufig extrudiert. Der äußere Bereich, der die Schraubenaufnahmen für die Befestigung an der Holzplatte beinhaltet, bekommt eine Dicke von 6 mm. Der Bereich zur Montage des Netzteils dagegen wird so weit extrudiert, dass eine Zeichnung auf der vertikal entstandenen Fläche Platz findet, die nach einer ausschneidenden Extrusion an den passenden Stellen die Schraublöcher für das Netzteil hinterlässt. In der Nachbearbeitung werden einige Kanten abgerundet und für den Einsatz von Senkkopfschrauben Fasen an den Bohrlöchern angebracht. Ist alles an Ort und Stelle, durchläuft die Netzteilhalterung denselben Prozess wie der Radiator-Stand-Off. Vom



Ein paar hübsche Wasserkühlungs-Komponenten sollen im Wand-PC Platz finden, unter anderem ein 120er-Radiator sowie eine kompakte Pumpe.



3D-Drucker gibt es auch schon für den kleinen Geldbeutel. Meist unterscheiden sich teurere FDM-Modelle durch eine größere Druckfläche.

CAD-Programm geht es zur Slicer-Software und dann in den Druck. Die Slicer-Einstellungen können weitgehend beibehalten werden. Lediglich die Stützstruktur sollte abgewählt oder auf „Boden berührend“ gestellt werden, um störendes Stützmaterial in den horizontalen Schraubenlöchern zu vermeiden.

Komponenten montieren

Mit den 3D-gedruckten Halterungen für Netzteil und Radiator können wir endlich beide Komponenten korrekt positionieren und die benötigten Schraubenlöcher auf der Holzplatte anzeichnen. Für die selbstschneidenden Holzschrauben sollte dennoch ein Loch vorgebohrt werden, das im Durchmesser etwas

kleiner ist als die Schraube selbst. Die Gewindezüge müssen ins Holz greifen und für eine stabile Verbindung sorgen. Bei unserem Rechner haben wir das Netzteil unter dem Mainboard montiert und den Radiator rechts daneben. Den frei gebliebenen Platz nimmt der Ausgleichsbehälter ein. Diesen haben wir wiederum von der Rückseite mittels metrischer Schrauben montiert. Die Schraubenköpfe wurden auf der Rückseite der Platte in diese eingelassen, damit es nicht zu möglichen Druckspuren an der Wand kommt.

Gadgets, An- und Ausschalter

Das geplante System ist nicht etwa ein vernünftiger PC – zu viel Auf-

wand für zu wenig Nutzen. Umso weniger muss man auf sinnvolle Dinge achten und kann sich ganz und gar ausufernden Gadgets und Design-Elementen widmen. Hier geht es schließlich um den Spaß am Basteln und die Freude an einem fertigen, stylischen Modding-Projekt. Wir haben uns ein paar Zusatzelemente überlegt, die nicht unbedingt notwendig wären, aber zumindest designtechnisch einen Eindruck hinterlassen können.

An-/Ausschalter

Mit zwei Edelstahl-Klingel-Tastern und einer selbst designten und gedruckten Aufnahme haben wir uns unseren eigenen An- und Ausschalter inklusive Reset-Switch gebaut.

In der rechten oberen Ecke hat die Konstruktion seinen Platz gefunden und wurde mittels vieradrigem Bandkabel und selbst gecrimptem Stecker mit dem Mainboard verbunden.

WaKü-Überwachung

Mitten im Custom-Loop haben wir eine Temperatur- und Durchflussüberwachung aus dem Hause Bykski eingebaut. Dank der stabilen Hardtubes in schwebender Form.

Schwebende Pumpe

Die Pumpe hat keine Verbindung zur Holzplatte. Wie auch die Überwachung wird die Pumpe durch die Verbindung der Hardtubes in der Luft gehalten.

Holzbearbeitung

01: Material und Werkzeug



Als Basis für den Wand-PC erledigt eine Multiplex-Platte einen guten Job. Dazu sollte man Bohrmaschine und Säge bereithalten.

02: Markierungen



Alle nötigen Komponenten sollten auf der Platte Platz finden. Markierungen für Befestigungslöcher und Schnitte sollten angezeichnet werden.

03: Bohren



Eine Standbohrmaschine ist die optimale Wahl, um saubere Löcher zu bohren, aber auch ein Akkuschauber erledigt diesen Job. Gute Bohrer sind dabei Pflicht.

04: Sägen



Wer eine Kreissäge besitzt, kann einen perfekten Schnitt setzen. Bei der Stichsäge muss die unsaubere Kante mit der Feile nachbearbeitet werden.

Analoge Temperaturanzeige

Als kleines und interessantes Extra verbauen wir ein analoges Voltmeter am Rechner. Mittels Zeiger macht die Anzeige die angeschlossene Spannung ablesbar. Diese Funktionsweise lässt sich mithilfe eines Mainboard-Lüfter-Headers nutzen, um aus der Spannungseine Temperaturanzeige zu machen. Dafür haben wir das Voltmeter mit dem Plus und Minuspol des Lüfter-Headers über ein Kabel verbunden. Aktiviert man nun in der Lüftersteuerung des Mainboards die Spannungssteuerung und stellt statt der üblichen Kurve ein lineares Verhältnis zwischen CPU-Temperatur und Lüfterspannung ein, dann zeigt das Voltmeter auf einmal

die CPU-Temperatur an. Lediglich die Beschriftung müsste man noch ändern.

Hardtubes vorbereiten

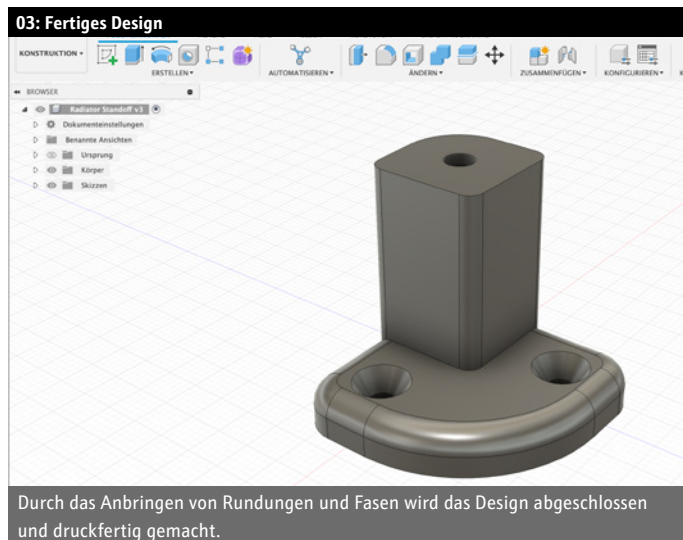
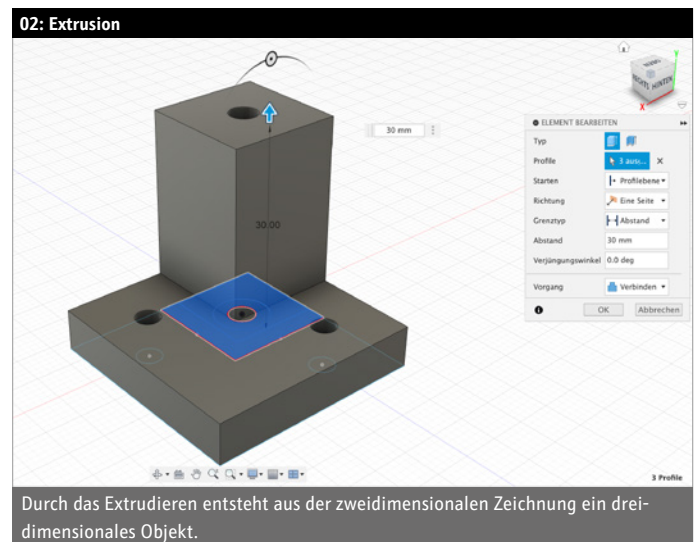
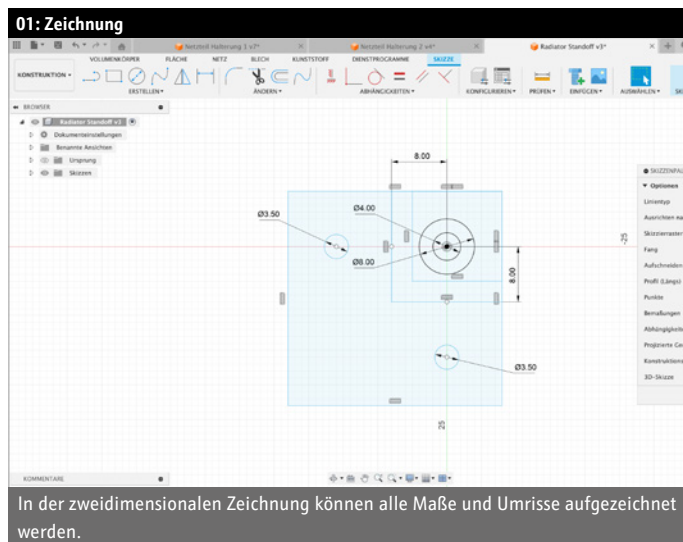
Mit allen Komponenten an Ort und Stelle geht es an den vielleicht wichtigsten, aber auch aufwendigsten Prozess: das Biegen und Verbauen der Hardtubes. Wer sich genauer über Hardtubes informieren will, kann im PCGH-Heft 02/2023 zu Durchmessern, Materialien und verschiedene Anschlüsse nachlesen. Wir nutzen bei unserem Wand-PC 14-mm-Hardtubes sowie die zugehörigen Anschlüsse von Corsair. Für das Biegen von Hardtubes benötigt man ein paar essenzielle Werkzeuge und Materialien, einige sind aber

auch optional. Um die Röhre, in unserem Fall ist sie aus Acryl-Glas, zu erhitzen und sie damit biegefähig zu machen, ist ein Heißluftföhn notwendig. Doch das ist nicht alles. Beim Biegen würden die erweichten Röhren in sich kollabieren. Ein Silikon-Insert mit dem richtigen Durchmesser schafft Abhilfe. Eine Schale mit Wasser-Spülmittel-Gemisch sollte ebenfalls bereitstehen. Schlussendlich fehlt noch eine Handsäge, mit der die fertig gebogene Röhre in der richtigen Länge abgetrennt werden kann. Ein Entgrater und eine Feile in Kombination mit etwas Schleifpapier sind für die Nachbearbeitung der Schnittkanten unerlässlich. Optional dagegen sind Hilfswerkzeuge wie

Biegelehren oder Maßlehren. Dafür kann auch ein Blatt Papier oder ein gutes Augenmaß herhalten, je nach Anspruch. Nach unserer Erfahrung kann man mit Übung und gutem Augenmaß schon viel erreichen. Wer sich eine Auswahl dieser Werkzeuge nicht selbst zusammenstellen will, respektive diese nicht schon zu Hause hat, kann auf Kits der großen Wasserkühlungs-Hersteller zurückgreifen. Beim Thema Handsägen sollte man jedoch etwas hochwertiges nutzen. Einige Handsägen, die in Kits enthalten sind, neigen zum Verkappen und können potenziell für schräge Schnitte sorgen.

Mit allen Werkzeugen in der Hinterhand geht es an das eigentliche

CAD: Radiator-Halterung



Biegen. Hat man in der Planung ganze Arbeit geleistet, sollten sämtliche Verbindungen umsetzbar sein. Man beginnt am besten bei den etwas leichteren Röhren – beispielsweise einer einfach gebogenen – um sich etwas einzuarbeiten. Doppelt oder gar dreifach gebogene Verbindungen sind deutlich schwerer umzusetzen. In unserem Projekt werden wir glücklicherweise mit letzteren nicht konfrontiert.

Röhren biegen

Um die Acrylglas-Röhre zu biegen, muss vorerst das bereitgelegte Silikon-Insert im Spülmittel-Wasser gewendet und anschließend in die Röhre eingeführt werden. Das Silikon-Insert verhindert später das

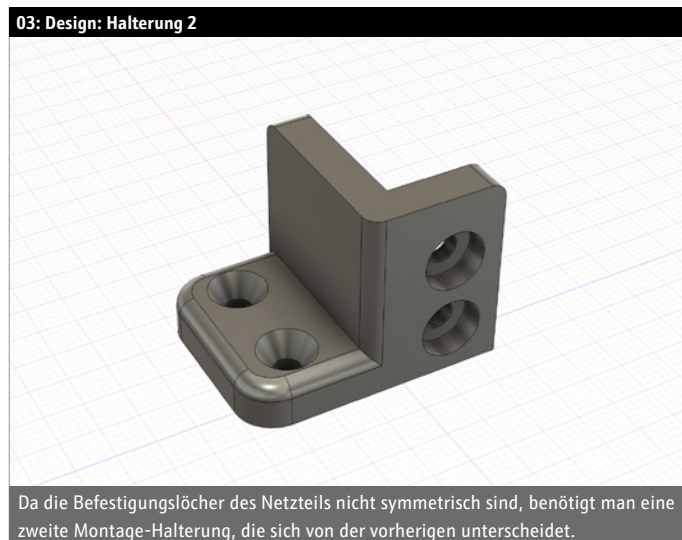
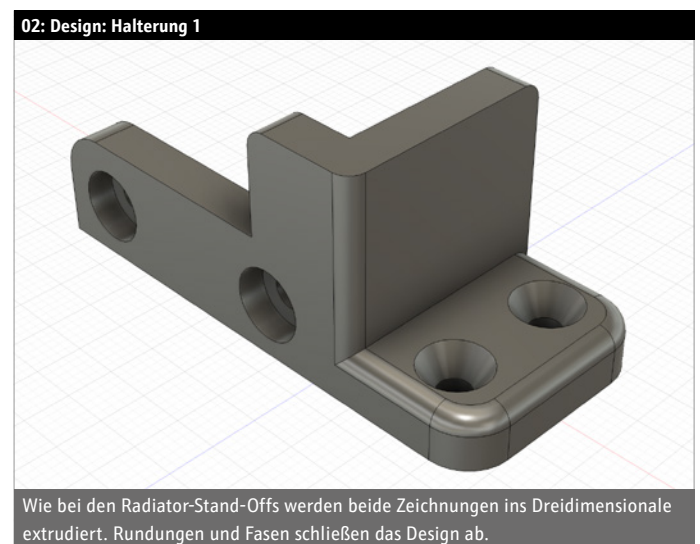
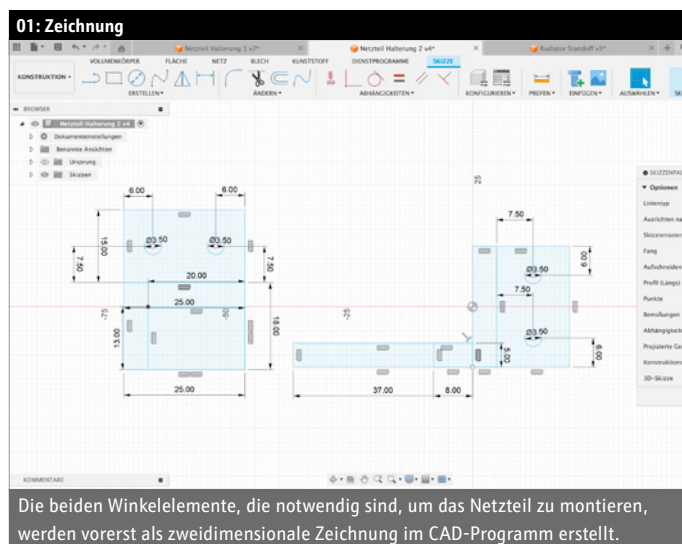
Kollabieren. Um die Röhre an der gewünschten Stelle – diese kann mit einem Whiteboardmarker markiert werden – formbar zu bekommen, muss der Bereich mit dem Heißluftföhn erhitzt werden. Da ein Heißluftföhn nicht nur zum Biegen von Kunststoff genutzt werden kann und sehr hohe Temperaturen generiert, sollte die höchste Stufe vermieden werden. Diese würde das Material zu schnell ungleichmäßig erhitzen und für Blasen im Kunststoff sorgen. Um das Rohr sauber plastisch verformbar zu bekommen, gilt es, den Bereich unter ständigem Drehen sowie Hin- und Herbewegen gleichmäßig langsam zu erhitzen. Nähert man sich der korrekten Temperatur, wird die Röhre

flexibel. Ziel ist es, das Material so weich wie möglich zu bekommen, ohne es zu überhitzen. Hat man den richtigen Punkt gefunden, wird die Hardtube vom Luftstrom des Heißluftföhns genommen und in den gewünschten Winkel gebogen. Wer eine Schablone oder Biegehilfe nutzt, kann die Biegung nun anlegen, überprüfen und korrigieren. Wer mit Augenmaß arbeitet, sollte die Röhre aus mehreren Winkeln auf Korrektheit überprüfen.

Die erste Biegung ist immer die schwerste. Wie bei einem Pfannkuchen geht der erste Versuch oft in die Hose. Hat schließlich eine Biegung geklappt, kann das Silikon-Insert aus der Röhre genommen

und diese der Verbindung angepasst werden. Dazu werden die Hardtube-Anschlüsse in die montierten Komponenten geschraubt. Die Verbindungen können nun ausgemessen, beziehungsweise die Röhren angelegt werden. In beiden Fällen sollte man schlussendlich eine Markierung an der Röhre vornehmen, an der diese gekürzt werden muss. Zum Kürzen der Acrylglas-Röhre sind elektrische Sägen oder Ähnliches nicht zu gebrauchen. Das Acryl-Material neigt zum Splittren, bei zu hoher Krafteinwirkung, und zum Schmelzen, bei beispielsweise schnell drehenden Kreissägen. Eine Handsäge ist die richtige Wahl. In unserem Fall haben wir uns für eine japanische Säge entschieden. Aber

CAD: Netzteil-Halterung



Hardtubes biegen

01: Material



Neben Heißluftföhn und Säge benötigt man das passende Silikon-Insert und eine Schale mit Spülmittel-Wasser.

02: Hardtube erhitzen



Die Acryl-Röhre wird unter ständigem Drehen und Hin- und Herbewegen langsam erhitzt. Ist die Röhre weich, kann sie gebogen werden.

03: Biegen



Bei einer sauberen Biegung sollten sich weder am Außenradius Wülste noch innen Falten bilden. Dies wäre sonst ein Anzeichen für eine zu niedrige Temperatur.

04: Sägen



Eine gute Säge liefert einen sauberen Schnitt. Dennoch sollte man Vorsicht walten lassen. Acrylglas neigt dazu, unter größerer Krafteinwirkung abzusplittern.

05: Nachbearbeiten



Die Sägekante muss nachbearbeitet werden. Ein Entgrater kann hier gute Arbeit leisten. Mit Feile und Schleifpapier wird die abgerundete Kante geglättet.

06: Anschließen



Alle Biegungen und Verbindungen sind verbaut. Die ein oder andere gebogene Röhre musste aber auch hier wegen Fehlern ein zweites Mal hergestellt werden.

auch die saubersten Schnitte müssen nachbearbeitet werden. Hardtube-Anschlüsse dichten mit O-Ringen ab. Diese werden beim Hineinschieben der Röhre komprimiert. Eine scharfe Schnittkante könnte den Ring beschädigen und für eine undichte Stelle sorgen. Mit einem Entgrater wird die Schnittkante daher nachbearbeitet und schlussendlich mit einer Feile und einem Stück Schleifpapier abgerundet. Je sauberer dieser Prozess durchgeführt wird, umso leichter lässt sich die Röhre anschließend montieren. Wurden die gewünschten Maße eingehalten, sollte die Röhre nun sauber montiert werden können. Im Zweifel kann eine einfach gebogene Verbindung mit Übermaß noch mit Säge oder Feile gekürzt werden, um zu passen. Bei einem Untermaß oder einer fehlerhaften Doppelbiegung führt jedoch nichts an einem neuen Versuch vorbei. Und so geht es Schritt für Schritt weiter. Jede Röhre, Biegung und Schnittkante wird so lange bearbeitet, bis alle Verbindungsteile korrekt sind und den Loop schließen.

Befüllen und einrichten

Das Befüllen des Kreislaufs geht vergleichsweise einfach vonstatten. Mit einem Trichter oder einer Flasche wird die Kühlflüssigkeit in den Ausgleichsbehälter gefüllt, bis dieser voll ist. Wir nutzen als Kühlmittel destilliertes Wasser. Spezielle Kühlflüssigkeiten können auch genutzt werden. Von Farbstoffen und Pastell-Zusätzen ist dagegen tendenziell abzuraten, da diese schnell zu einer Verschmutzung des Systems führen. In unserer Erfahrung hat sich reines destilliertes Wasser bewährt. Ist der Ausgleichsbehälter voll, wird die Pumpe in Betrieb genommen. Hier kann entweder der Rechner selbst genutzt werden oder eine externe Stromversorgung. Wir nutzen ein Labornetzteil. Sollte es zu einem kritischen Leck kommen – auch wenn das meist unwahrscheinlich ist – liegt durch die Nutzung einer externen Stromquelle keine Spannung an den Komponenten an. Die Gefahr von Kurzschlüssen durch Wasser auf dem Mainboard oder Netzteil fällt somit weg. Die Pumpe wird so lange in Betrieb gelassen, bis der Ausgleichsbehälter fast leer ist – dann wird nachgefüllt. Diese Prozedur wird so lange wiederholt, bis der Wasserstand im Ausgleichsbehälter

konstant bleibt. Durch Hin- und Herbewegen des Systems werden noch mögliche Luftansammlungen eliminiert, dann kann der Custom-Loop seine Dichtigkeit beweisen. Der Loop wird für einige Zeit in Betrieb gehalten, anschließend wird die Umgebung nach Wassertropfen kontrolliert. Ist alles trocken, kann der Rechner gestartet werden.

Leistung und Lautstärke

Auch wenn es beim Projekt-PC eher um das Aussehen geht, ist natürlich auch die Leistung relevant. Genauer gesagt geht es nicht um die eigentliche Leistung der CPU, denn diese kann einfach nachgelesen werden, sondern um die Kühlleistung und Lautstärke des Kühlsystems. Custom-Loops haben ein vergleichsweise hohes Kühlpotenzial. Da es sich beim Intel Core i5-12400 um eine CPU handelt, die lediglich 65 Watt Abwärme produziert, ist eine Wasserkühlung eigentlich überdimensioniert. Jedoch kann man dieses Kühlpotenzial ausnutzen, um in den Genuss einer geringeren Geräuschentwicklung zu kommen. Unter Cinebench-Vollast konnten wir eine CPU-Temperatur von unter 60 °C erreichen, während der verbaute Lüfter mit einer Drehzahl von 400 U/min kaum zu hören war.

Fazit

Hardtube- und Modding-Projekte sind immer aufwendig, das ist nichts Neues. Es macht aber auch eine Menge Spaß, den vollkommen individuellen Rechner zu bauen. Wer sich ins Basteln vertiefen will, ist mit einem 3D-Drucker gut beraten. Die praktischen Maschinen sind mittlerweile sehr günstig zu haben und eröffnen allerhand Möglichkeiten. Aber auch Holz, oder in unserem Fall eine Holzplatte, kann als Basis für ein kreatives PC-Projekt dienen. Gadgets, wie selbst gebaute Schalter, oder ein Voltmeter, das als analoge Anzeige die Temperatur der CPU sichtbar macht, machen Spaß, auch wenn der ein oder andere Kollege sie als unnötig betiteln würde.

Das Mini-ITX-Wand-PC-Projekt und der dazugehörige Artikel sind zwar hiermit abgeschlossen, doch so richtig fertig ist ein Bastel-PC nie. Wenn schon neue Ideen zur Weiterentwicklung im Kopf umherschweben, dann steht der nächste Umbau schon bald wieder bevor. (j/b)



Gadgets und Basteleien: Ein selbst gebauter An-/Ausschalter mit Reset-Button, eine Temperatur- und Durchflussanzeige sowie ein Voltmeter.



Wenn alles korrekt verbaut und angeschlossen ist, kann die Wasserkühlung befüllt und in Betrieb genommen werden.



Der Rechner ist fertig und kann an der Wand befestigt werden. Dafür sollten lange Schrauben und gute Dübel genutzt werden.



Unsere Leser haben gewählt:
Das sind die beliebtesten Firmen und Produkte des Jahres 2023.

Leserwahl 2023: Die Gewinner

Bild: nakphotography, 123RF.com

Alle Jahre wieder folgten Tausende von PCGH-Lesern unserem Aufruf und stimmten ab. Die Hersteller und Produkte des Jahres 2023 stehen fest! Auf dieser Doppelseite finden Sie die Top 3 der 29 Kategorien – die Produkte und Firmen wurden mit insgesamt 87 Awards ausgezeichnet.

Wie immer gilt: Sie, die PCGH-Leser, haben entschieden, die Re-

daktion hat mit dem Ausgang der Umfrage nichts zu tun. Natürlich handelt es sich bei dieser Wahl um ein hochgradig subjektives Unterfangen, doch es liefert allen Beteiligten interessante Anhaltspunkte, welche Produkte und Maßnahmen dazu führen, in der Lesergunst zu steigen oder zu fallen.

Bei der Leserwahl 2023 durften Sie in 29 Kategorien abstimmen. Bei

Spiele differenzieren wir wieder nach Spaß, Technik sowie „Most Wanted“ (zusammen mit PC-Komponenten). Bei der Hardware gibt es wie gehabt eine Unterscheidung zwischen Top-Produkt, Preis-Leistungs-Tipp und Energiesparer. Wie immer sind alle erdenklichen Hardware-Kategorien, darunter natürlich Grafikkarten, Prozessoren, SSDs, aber auch diverse Peripherie-Gerätschaften vertreten.

Zu den großen Gewinnern des Jahres 2023 zählt (wie bereits in den Vorjahren) Be Quiet. Aber auch AMD, Asus, Nvidia, Corsair, Logitech, Alternate und weitere können die Sektkorken knallen lassen.

Doch genug der Vorrede. PCGH gratuliert den Herstellern zu ihren Erfolgen und wünscht Ihnen, werte Leser, viel Spaß beim Schmökern! Haben Ihre Favoriten gewonnen?

Grafikkarten

Seit sieben Jahren in Folge erringt Asus mit respektablem Abstand den Sieg. MSI hält erneut seinen soliden zweiten Platz. Radeon-Exklusivanbieter Sapphire schafft es mal wieder in die Top 3 dank neuem RDNA-3-Line-up.



1. Platz

Asus



2. Platz

MSI



3. Platz

Sapphire

Hauptplatinen

2021 und 2022 wiederholt sich 1:1. Asus verweilt mit großem Abstand auf dem Thron für Hauptplatinen. Auf Position 2 und 3 folgen MSI und Gigabyte. Auf Platz 4 hat sich Asrock etabliert – die übrigen Teilnehmer ergattern nur wenige Stimmen.



1. Platz

Asus



2. Platz

MSI

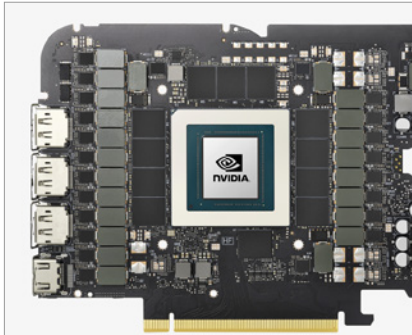


3. Platz

Gigabyte

Grafikchips

Wie in den Vorjahren startet Nvidia von der Pole Position, gut 60 Prozent der Umfrageteilnehmer stimmen für die GeForce-Macher.

**1. Platz****Nvidia****2. Platz**

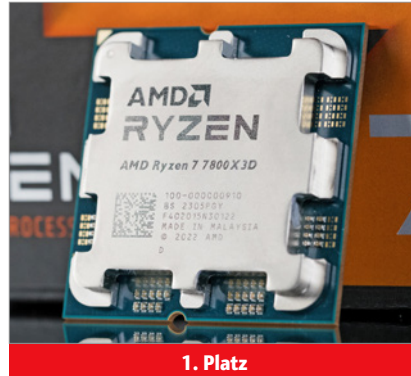
AMD

3. Platz

Intel

Prozessoren

Seit 2019 gewinnt AMD den Preis für den Prozessorhersteller des Jahres, drei Viertel der Teilnehmer stimmen für Intels fleißigen Gegenspieler.

**1. Platz****AMD****2. Platz**

Intel

3. Platz

Apple

Weitere Kategorien**Arbeitsspeicher:**

1. Platz: Corsair, 2. Platz: G.Skill,
3. Platz: Kingston HyperX

CPU-Kühler (Luft):

1. Platz: Be Quiet, 2. Platz: Noctua, 3. Platz: Corsair

CPU-Kühler (Kompakt-Wakü):

1. Platz: Be Quiet, 2. Platz: Corsair, 3. Platz: Arctic

CPU-Kühler (Wasser):

1. Platz: Corsair, 2. Platz: EK Water Blocks,
3. Platz: Alphacool

Festplatten:

1. Platz: Western Digital, 2. Platz: Seagate,
3. Platz: Toshiba

Gamingstühle:

1. Platz: Noblechairs, 2. Platz: Backforce,
3. Platz: DX Racer

Gehäuse:

1. Platz: Be Quiet, 2. Platz: Fractal Design,
3. Platz: Corsair

Komplett-PCs:

1. Platz: Dubaro, 2. Platz: Alternate, 3. Platz: Caseking

Kopfhörer/Headsets:

1. Platz: Beyerdynamic, 2. Platz: Logitech,
3. Platz: Sennheiser

Lautsprecher:

1. Platz: Teufel, 2. Platz: Logitech, 3. Platz: Bose

Lüfter:

1. Platz: Be Quiet, 2. Platz: Noctua, 3. Platz: Corsair

Mäuse:

1. Platz: Logitech, 2. Platz: Razer, 3. Platz: Corsair

Monitore:

1. Platz: Asus, 2. Platz: LG, 3. Platz: Samsung

Netzteile:

1. Platz: Be Quiet, 2. Platz: Corsair, 3. Platz: Seasonic

Notebooks:

1. Platz: Asus, 2. Platz: MSI, 3. Platz: Lenovo

SSDs:

1. Platz: Samsung, 2. Platz: Western Digital,
3. Platz: Crucial

Soundkarten:

1. Platz: Creative, 2. Platz: Asus, kein dritter Platz

Tastaturen:

1. Platz: Logitech, 2. Platz: Corsair, 3. Platz: Razer

Preis-Leistungs-Tipp:

1. Platz: AMD Radeon RX 7800 XT
2. Platz: AMD Ryzen 5 5600
3. Platz: Nvidia GeForce RTX 4070 Ti

Most Wanted 2023+:

1. Platz: GTA 6
2. Platz: Bezahlbare Grafikkarten
3. Platz: AMD Ryzen 8000 (Zen 5)

PC-Spiel – Top-Gameplay:

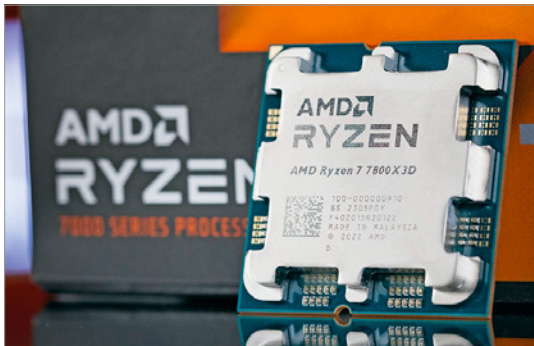
1. Platz: Baldur's Gate 3
2. Platz: Cyberpunk 2077: Phantom Liberty
3. Platz: Hogwarts Legacy

Hardware-Versender des Jahres:

1. Platz: Mindfactory
2. Platz: Alternate
3. Platz: Amazon

Top-Produkt des Jahres

Nach Jahren der Grafikdominanz schafft die sehr beliebte Gaming-CPU Ryzen 7 7800X3D einen deutlich Sieg in der wichtigsten Produkt-Kategorie. Mit fast 50 Prozent der Stimmen hängt der Achtkerner mit Stapel-Cache die beiden GPUs von Nvidia (GeForce RTX 4070 Ti) und AMD (Radeon RX 7800 XT) ab.

**1. Platz****AMD Ryzen 7 7800X3D****2. Platz**

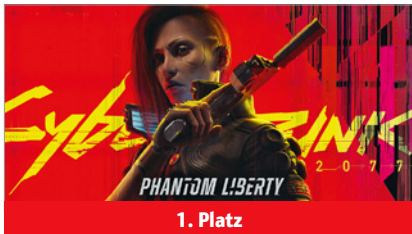
Nvidia GeForce RTX 4070 Ti

3. Platz

AMD Radeon RX 7800 XT

PC-Spiel – Top-Technik

Cyberpunk 2077 wiederholt dank Erweiterung den Sieg aus dem Vorjahr. Ebenfalls bärenstark zeigen sich Alan Wake 2 und das Top-Rollenspiel Baldur's Gate 3.

**1. Platz****Cyberpunk 2077: Phantom Liberty****2. Platz**

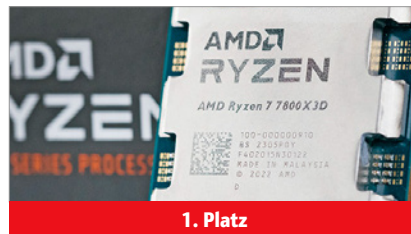
Alan Wake 2

3. Platz

Baldur's Gate 3

Energiesparer

„Schnell genug und dabei angenehm effizient“: Dieser Spagat gelingt 2023 einer AMD-CPU, einem Be-Quiet-Netzteil und einer Nvidia-GPU besonders gut.

**1. Platz****AMD Ryzen 7 7800X3D****2. Platz**

Be Quiet Dark Power 13

3. Platz

Nvidia GeForce RTX 4070

Die Redaktion

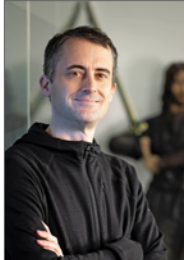
THILO BAYER

Chefredakteur | post@pcgh.de | Aufgabengebiete: Heft, Website, Mädchen für alles

PC aktuell: Im Dachboden-Geschoss, wo der Gaming-PC steht, ist es im Winter recht frisch. Da mache ich außer Photoshop und etwas Jagged Alliance 3 im Koop aktuell recht wenig.

Bei mir daheim stehen vier PCs ... und zwar der halbwegs aktuelle Gaming-PC, drei Notebooks (eines von mir und je eines von meinen Kids) und darüber hinaus natürlich noch diverse Tablets, die man ebenfalls als „PC“ nutzen kann. Auf der Switch wird natürlich auch noch gespielt. Damit das alles neben diversen Handys und Streaming-Devices noch fluppt, haben wir seit Neuestem 250-MBit-DSL.

Privat-PC: Ryzen 7 3700X, G.Skill Ripjaws 32 GiB DDR4-3200, MSI X570 Gaming Edge, Asus ROG Strix RTX 2070 Super, Acer XF270HUA



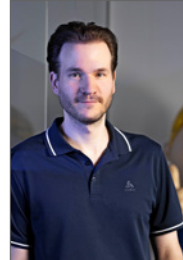
RAFFAEL VÖTTER

Leitender Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Artikelplanung, Grafikkarten, GPU-Kühler, Spiele ...

PC aktuell: Ich habe die jüngsten Sales genutzt, um meinen Spieleschamstapel (Triple-S) zu vergrößern. Geld erhielten gezielt Entwickler, die es aus meiner Sicht verdient haben (neben GOG als Plattform generell). Zeit, das Zeug zu spielen, habe ich nicht. Outcast: A New Beginning ist jedoch rot im Kalender markiert. Hoffentlich wird's gut ...

Bei mir daheim stehen drei x86-PCs ... und das ist im Vergleich zu früher wirklich wenig. Vorbei sind die Zeiten der Bastelrechner, jetzt horte ich nur noch Grafikkarten, denn die lassen sich einfach viel einfacher stapeln bzw. in den Schrank „tetrissen“ (sagt man das so?).

Privat-PC: Ryzen 9 5950X @ 16T/UW/Eco, Biostar B550GTA, 32 GiB DDR4-3600, MSI RTX 4090 Suprim X, 2 TByte NVMe-SSDs, Viewsonic XG320U



ANDREAS LINK

Leitender Redakteur Online | post@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Ich habe mir eine neue Tastatur gekauft, nachdem die gute alte Cherry MX 3.0 blanke Tastenkappen hatte. Jetzt ist's ein Logitech MX Mechanical Keyboard. Die Ultras können gerne Post an die oben genannte Adresse schicken, aber bitte vorher kurz einmal um den Block.

Bei mir daheim stehen zwei PCs ... zumindest sofort betriebsbereit und von mir halbwegs regelmäßig aktiv genutzt. Das Macbook Pro ist das Arbeitspferd, das ich quasi ständig nutze, und hat das Zenbook ersetzt. Die Desktop-Kiste ist (gerade noch so) Spiele-tauglich und wird spätestens bei GTA 6 erneuert. Die Retro-Kiste ist im Moment verpackt.

Privat-PC: Macbook Pro und Asus Zenbook, Desktop-Systeme mit Core i7-8700K und Geforce GTX 980 Ti sowie Pentium 3 und Radeon 64 DDR



MANUEL CHRISTA

Leitender Redakteur Video | post@pcgh.de | Fachbereiche: Videoplanung, Monitore, SSDs, Notebooks

PC aktuell: Ich bin immer noch damit beschäftigt, das Heimnetzwerk auszubauen und feile an Details des Backup- und Server-Konzepts. Keine Angst, ich erspare den Print-Lesern aber weitere Teile meiner Heimnetz-Reihe. Es artet einfach nur noch aus.

Bei mir daheim steht ein PC ... an der Couch fürs Gaming und ansonsten zwei Laptops, ein Macbook, ein Unraid-Server und ein Raspi. Was man halt alles so braucht im Privathaushalt für den Dauerbetrieb. Seit ich alle wichtigen Lichtschalter und elektrische Rolläden mit WLAN-Modulen ausgestattet habe, lohnen sich die drei Access Points richtig.

Privat-PC: Ryzen 9 3900X, B550-Board, Zotac RTX 3070, 32 GiB DDR4, Samsung 960 Evo 500 GB, Viewsonic XG2703-GS; Macbook Pro 16 M1



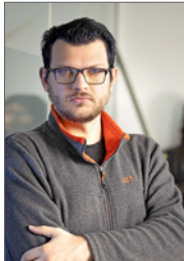
DAVID NEY

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Prozessoren, Grafikkarten, Spiele

PC aktuell: Da der Computer mit allem rechnet, nur nicht mit dem Benutzer, muss die Kiste bei mir aktuell Mischlast zwischen Streaming, Musik, DOS-Spielen, Emulatoren und KI-Rendering ertragen. Es wäre eh viel zu einfach, nur eine Sache gleichzeitig zu machen, oder?

Bei mir daheim stehen sechs PCs ... wenn man so Dinge wie einen FireTV-Stick und Smartphones dazu zählt, die ja auch nur kleine Computer sind. Mein Mini-PC mit 6 Watt Leistungsaufnahme lässt meinen Ryzen im Idle alt aussehen und die ITX-Krücke meiner Lebensgefährtin beschleunigt trotz nur HD 4600 IGP moderne und neue Spiele.

Privat-PCs: Ryzen 7 7800X3D@24 Watt@13700K-Leistung, Asrock X670E Pro RS, 32 GiB DDR5-6400, Geforce RTX 3090 FE @ 1,7 GHz @ 0,75 Volt



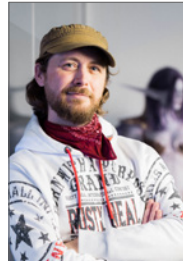
PHILIPP REUTHER

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Sound & Grafik

PC aktuell: Über die Feiertage habe ich ein wenig digitales Detoxing betrieben. Ich freue mich allerdings darauf, nun wieder etwas Zeit in X4, CK3 zu verplempern, Baldur's Gate 3 durchzuspielen und nach Strandwanderungen zu Neujahr in Holland wieder durch die wunderschönen virtuellen Raytracing-Wälder von Avatars Pandora zu streifen.

Bei mir daheim stehen PCs ... in verschiedenen Haufen alter Einzelteile, die ich mal entsorgen könnte. Ansonsten habe ich nur den einen, denn in meiner kleinen Bambushütte brauche ich mich nicht viel mehr als zu strecken, um den sowohl von Bad als auch Balkon zu erreichen.

Privat-PC: Ryzen 9 3900X, Liquid Freezer II, 32 GiB DDR4-3600, Zotac RTX 3090 Ti, Sound Blaster AE-7, 2x 27" WQHD, 144 Hz (Gsync, Freesync, HDR)



TORSTEN VOGEL

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Mainboards, WaKü, ext. Print-Redakteure, Leitung Moderation

PC aktuell: Eigentlich war für diese über-die-Weihnachtsfeiertage-Produktion ein Durchbruch beim RAM-OC geplant. Aber -3200 ist weiter fehlerhaft, -3333 bootet nur in 60 Prozent der Fälle und -3466 nie.

Bei mir daheim stehen acht Privat-PCs ... wenn man nur-stehende Altlasten mitzählt: Meine Freundin will noch Daten von Laptop und Mini-PC migrieren. In Betrieb waren die dieses Jahrzehnt aber ebenso wenig wie die beiden Retro-PCs und ein Pentium 4, den ich nur wegen des Passiv-Gehäuses aus dem Schrott gerettet habe. Aktiv im Einsatz sind nur zwei PCs und gelegentlich ein Netbook. Dazu kommt Berufliches.

Privat-PC: i9-9900K, Z170, 64 GiB DDR4-3100 (vorerst!), Zotac RTX 2080 Ti AMP – alles @ WaKü; 32 Zoll QHD, Nytro XF1440 800 GB, Win7



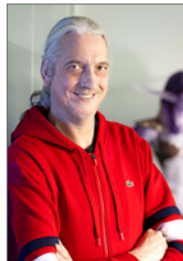
FRANK STÖWER

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Peripherie (Mäuse, Tastaturen, Gamepads, Stühle & Tische)

PC aktuell: Ich hätte ja Lust, meine Piloten-Skills weiterzubilden, aber die ständigen Updates für den Microsoft Flight Simulator nerven einfach!

Bei mir daheim stehen zwei PCs ... und neben meinem Gaming-PC (Spezifikationen siehe unten), der dank direkter Verbindung zum Fernseher auch zum Multimedia-PC mutiert, besitze ich noch einen Mini-Rechner. Dabei handelt es sich um eine mit einem Core i7-3770K und 16 GiByte DDR3-Speicher bestückte Mini-ITX-Platine (Asus P8H61-I Rev.2.0), die in einem Kolink-Rocket-Gehäuse steckt. Das war mal mein Musik-Mini – den habe ich durch ein 12 Jahre altes Macbook ersetzt.

Privat-PC: R9 3900X, Asus Strix X370-F, 16 GiB DDR4-3200, MSI RTX 2080 Gaming X Trio, Viewsonic VX4380 (43"), Fractal Design Define S2 Vision RGB



RICHARD ENGEL

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Netzteile, Gehäuse, Spiele, Allerlei

PC aktuell: Mir wurd's zu bunt mit leuchtenden Lüftern, Grafikkarten und Netzteilen – der reinste Wahnsinn. Nach meiner RGB-Überdosis verbanne ich Stück für Stück jegliches Lichtwerk innerhalb des Rechners. Stattdessen sollen Zimmer und Gemüt erhellt werden.

Bei mir daheim stehen zu viele PCs ... und damit meine ich nicht nur meine beiden Spiele-Rechner, sondern auch einfach die Mengen an restlichen PCs mit älterer Hardware in allen Formfaktoren, abgespeckten Windows-Versionen und Linux-Distributionen. Ich kann mich schlecht von Hardware trennen. Kann man ja noch brauchen. Oder so ...

Privat-PC: i7-12700K, MSI Pro Z690-A, 32 GiB DDR5-5200, Aorus Eagle RTX 4070 Ti, SB AE-9, SN850 2 TB, ROG Thor 2, Define 7, AOC 4K 144Hz



TRISTAN HESSER

Praktikant | post@pcgh.de | Fachbereich: Reinschnuppern

PC aktuell: Weihnachten hat für den aktuellen Spiele-PC neben Assassin's Creed Mirage auch endlich einmal einen neuen PC-Controller ermöglicht. So kann das antike Bagdad standesgemäß erkundet werden. Das bisherige Xbox-360-Gamepad hat nach etwa 10 Jahren ausgedient. Obwohl schon ziemlich abgegriffen, lief es bis zuletzt problemlos!

Bei mir daheim stehen mehrere PCs ... die meisten davon nicht angeschlossen und oder teilzerlegt. Ein Großteil diene als Spender für andere PCs. Mehrere alte Systeme, welche über die Jahre ausgeweidet wurden, finden ihren Platz in Kartons. Mittlerweile wird der Platz wirklich knapp.

Privat-PC: i9-9900K, Asus Prime Z390-A, 32 GiB DDR4-3600, Zotac GTX 1080 AMP Extreme, Fractal XL 2, AG272FG4 27 Zoll, verschiedene SSDs



OLIVER JÄGER

Online-Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Bei feierlichen Minusgraden bekommt der PC seine wohlverdiente Abkühlung. Das Jahr hat zwar erst begonnen, doch der Sommer lässt bekanntlich nicht lange auf sich warten. Da muss man jeden Minusgrad mitnehmen, solange er erhältlich ist.

Bei mir daheim steht ein PC ... nämlich der hier unten aufgeführte. Mehrere Computer sind erst einmal nicht notwendig oder stehen auf der Tagesordnung. Sollte er (in 20 Jahren) schlapp machen, kommt der nächste. Die Anzahl der PCs würde sich damit nicht ändern. Allerdings kann man nie wissen, was die Zukunft noch so bringt.

Privat-PC: Intel Core i3-2310M @ 2,10 GHz mit HD Graphics 3000, 4 GiB RAM, Kingston SSD Now UV400 240 GB (Aldi-Notebook)

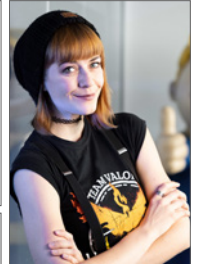
**SANTANA RAUS**

Video-Redakteurin | post@pcgh.de | Fachbereich: Videos aller Art

PC aktuell: Ich weiß, im Januar wollte ich Cyberpunk anfangen, aber nun läuft Baldur's Gate 3 auf meinem Haupt-PC reibungslos im Split-screen Koop-Mode! Tja, da muss ich wohl leider noch mal durch.

Bei mir daheim stehen zwei PCs ... und zwar mein Pretty in Pink mit den unten aufgeführten Komponenten sowie ein altes Schätzchen, bei dem ich nun die GTX 970 mit meiner alten RTX 3060 Ti ausgetauscht habe. Das Teil ist an meinem Wacom Cintiq angeschlossen und reicht allemal zum Zeichnen. Bisschen Daddeln mit Balken nach links wäre auch drin, aber wenn das Powerhouse daneben steht, naja, eher nicht.

Privat-PC: Ryzen 7 5800X, RTX 3080 Ti AMP Extreme, MSI B550-A PRO, 32 GiB Kingston Hyper X, Samsung 970 Evo Plus 1 TB, WD Black 1 TB

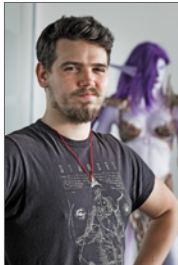
**FELIX KELLIG**

Video-Volontär | post@pcgh.de | Fachbereich: Videos aller Art

PC aktuell: Nachdem ich zum Jahreswechsel mal wieder meine Festplatten etwas ausgemistet habe (was eindeutig zu viel Zeit in Anspruch nahm), bin ich jetzt in den Weiten des Weltalls unterwegs. Mass Effect steht schon sehr lange ganz oben auf meinem Pile-of-Shame. Die ersten paar Stunden machen definitiv Lust auf mehr.

Bei mir daheim steht ein PC ... zumindest einer, der läuft. Meine letzten beiden sind bei der Familie gelandet, entweder als nützlicher Zweitrechner oder als erster eigener PC. Ein paar alte Komponenten hab ich noch rumliegen – sowie die ersten Teile für ein PC-Upgrade (yeah!).

Privat-PC: AMD Ryzen 7 1700, Asrock AB350 Pro4, Sapphire Pulse Radeon RX 6600, 16 GiByte RAM, Crucial MX500 1TB

**JAN HAUCK**

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Lüfter, Luftkühlung, AIOs, Bastelprojekte

PC aktuell: Mein geliebter Mini-ITX-Wand-PC ist endlich fertig und darf bald seine Dienste im Homestudio antreten. Durch ein paar Zufälle hat es das Projekt sogar in dieses Heft geschafft.

Bei mir daheim stehen einige PCs ... die ich aus Spaß am Basteln aufgebaut habe und gar nicht nutze. Das meiste ist mit Custom-WaKü ausgerüstet, was bei einigen der alten, schwachen Prozessoren nicht mal mehr Sinn ergibt. Aber was soll's, der Spaß am Bauen überflügelt den Sinn. Ach, und ein Steam-Deck mit Loch in der Backplate, das ich mal herausgesägt habe, gibt's auch noch – natürlich wegen Wasserkühlung.

Privat-PC: i7-9700K @ 5 GHz, MSI Z390, 32 GiB DDR4-3200, RTX 2080 @ 2.130 MHz – alles @ WaKü, 970 Evo 1 TB, Rajintek Pean, Acer 165 Hz



PCGH auf Youtube

<https://www.youtube.com/@pcgh>

PCGH produziert schon seit der Gründung im Jahr 2000 Videos, damals und in den Folgejahren jedoch exklusiv für die Heft-CD respektive -DVD. Nun möchten wir Sie in unseren Youtube-Channel einladen.

Alte Hasen (und PCGH-DVD-Heftabonnenten) erinnern sich an diese glänzenden Scheiben, die sich auch als Frisbees oder Spiegel missbrauchen lassen. Die junge Generation konsumiert Videos hingegen bei Youtube und Konsorten, wo PCGH seit 2008 aktiv ist. Das Zuschauer-Feedback gerade in den vergangenen Jahren führte dazu, dass wir die Qualität und den Output massiv verbessert haben.

PCGH-Videos: Tests und Infotainment

Wer des Lesens überdrüssig ist, findet auf dem PCGH-Youtube-Kanal zahlreiche Videos zu allen möglichen PC-Komponenten, allen voran natürlich Grafikkarten und Prozessoren, aber auch Gehäuse-Tests, Mainboard-Analysen, Berichte zur Preisentwicklung, Praxistipps für alle PC-Komponenten und Windows, Retro-Ausflüge, Spezial-Projekte wie eine Steam-Deck-Wasserkühlung aus dem 3D-Drucker und vieles mehr. Damit nicht genug, jeden Freitag präsentieren wir Ihnen die News der Woche in Video-Form, charmant vorgetragen von unserer Video-Fee Santi. Wenn eines keinen Sinn ergibt, dann, all das weiter mit Worten zu erklären – klicken Sie doch mal rein!

PCGH-Videos: Ihre Wünsche

Keine Sorge, wir werden niemals damit aufhören, Artikel zu schreiben. Video ist ein Zusatzangebot, eine Ergänzung. Einige Themen lassen sich wesentlich besser über ein Video vermitteln, andere funktionieren besser als Artikel. Bei den Videos verlassen wir bewusst hin und wieder die seriöse und objektive Schiene, welche Sie von PCGH kennen und schätzen – etwa bei unserem Quizformat „Schlag den Raff“. Sie haben Themenvorschläge oder Wünsche? Dann schicken Sie diese gerne an post@pcgameshardware.de.



Intel-5-Jahre-PCs

In jeder Ausgabe stellt PC Games Hardware zwei Beispielkonfigurationen zusammen, an denen Sie sich orientieren können, um einen eigenen PC zu bauen.

Man munkelt, dass es für Gamer nicht nur AMD-Hardware gibt. Denn Intel hat mit dem Raptor-Lake-Refresh zwar keine neue Generation am Start, aber das macht nichts. Die Core-Prozessoren aus der Raptor-Lake-Ära sind

vor allem einen Blick wert, wenn man Hardware möglichst danach aussucht, um für alle möglichen Aufgaben gerüstet zu sein. Hier werden auch jene angesprochen, die ihren Rechner nur alle fünf Jahre aufrüsten, denn dann ist es nicht

so schlimm, dass der Sockel 1700 keine neuen CPUs mehr erhält. Wir ergänzen die Empfehlungen mit passender Hardware, darunter AMD- und Nvidia-Grafikkarten und im Falle des günstigeren Rechners DDR4-Speicher. Letzterer hat

die besten Tage zwar hinter sich, aber auf den Preis bezogen kann DDR5 immer noch nicht mithalten. Auf fünf Jahre gesehen sollte es eh keine Rolle spielen, denn dann gibt es bereits DDR6-Speicher, der schneller daherkommt. (dn)

Intel-Spiele-PC, aufrüstbar

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	Intel Core i5-12400F	€ 145,-
CPU-Kühler	Endorfy Spartan 5 Max ARGB	€ 25,-
Grafikkarte (AMD)	Sapphire Pulse RX 7700 XT	€ 470,-
Grafikkarte (Nvidia)	KFA2 Geforce RTX 4060 Ti EX White	€ 400,-
Mainboard	Asus ROG Strix B660-A Gaming WiFi D4	€ 220,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V DDR4-4000 32 GiByte	€ 80,-
SSD	Western Digital Blue SN580 1 TiByte	€ 60,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M 650 Watt	€ 100,-
Gehäuse	Be Quiet Pure Base 500DX	€ 90,-
Gesamtpreis (ab)		€ 1.120,-

Intel Core i5-12400F

Mit sechs Golden-Cove-Kernen, die man mit dem ausgewählten Asus-Board inoffiziell übertakten kann (eine Suchmaschine ist Ihr Freund), bildet dieser Prozessor die perfekte Basis für ein potentes Spiele-System. Später lässt sich die CPU bei Bedarf noch mit einem Core i9-14900K austauschen.



ab ca.
€ 145,-

Die Grafikkarten

Auch wenn neue Grafikkarten in den Startlöchern stehen, können Sie mit dem „Alteisen“ noch viel Spaß haben. Wer es mit den Texturen und der Auflösung nicht übertreibt, dem reichen auch heute noch 8 GiByte Videospeicher aus. Später kann bei Bedarf einfach aufgerüstet werden.



ab ca.
€ 400,-

Alternativ-Komponenten

- Es kann statt des i5-12400F auch ein i5-13400F genommen werden. Der hat mehr Multicore-Leistung, lässt sich aber nicht übertakten.
- Es kann zur SN580 mit 2 TiByte für rund 107 Euro gegriffen werden.

Viel Leistung für den Euro

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	Intel Core i5-14600KF	€ 300,-
CPU-Kühler	DeepCool AK400 Zero Dark Plus	€ 40,-
Grafikkarte (AMD)	Powercolor Hellhound RX 7900 XT	€ 810,-
Grafikkarte (Nvidia)	KFA2 Geforce RTX 4070 Ti EX Gamer	€ 800,-
Mainboard	Asus TUF Gaming Z790-Plus WiFi	€ 285,-
Arbeitsspeicher	TeamGroup T-Force DDR5-7200 32 GiByte	€ 125,-
SSD	Samsung SSD 990 PRO 2 TiByte	€ 175,-
Netzteil	Corsair RMe Series 2023 RM850e 850 Watt	€ 115,-
Gehäuse	Fractal Design North Charcoal Black	€ 150,-
Gesamtpreis (ab)		€ 1.990,-

Intel Core i5-14600KF

Mit insgesamt 14 Kernen und 20 Threads, sowie Raptor Coves, ist diese CPU praktisch jeder Aufgabe gewachsen. Wem die 5,3 GHz ab Werk (!) nicht genügen, der übertaktet dank des Z790-Mainboards sowie des mächtigen Kühlers von Deepcool noch weiter.



ab ca.
€ 300,-

Fractal Design North

Funktion und Design können auch gemeinsam existieren, wie dieses wunderschöne Gehäuse zeigt. Wahlweise verbauen Sie bis zu acht 120mm-Lüfter oder deponieren vorn für beste Temperaturen eine 360er-All-in-One-Wasserkühlung. Die Front gibt es in verschiedenen Farben.



ab ca.
€ 150,-

Alternativ-Komponenten

- Falls Ihnen ein i5-14600KF aus welchen Gründen auch immer noch nicht schnell genug ist, investieren Sie in einen 14700K für 419 Euro.
- Gut betuchte Gamer warten auf ein gutes RTX 4000 Super Angebot.

Einkaufsführer

Preisentwicklung und Kauf Tipps

www.pcgh.de/einkaufsfuehrer

„RTX Super“ wirbelt Markt auf?

Nvidia lässt die Produktion der regulären GeForce RTX 4070 Ti und RTX 4080 auslaufen. Die Super-Varianten sollen günstiger und performanter sein.

Mit drei neuen Super-Grafikkarten der Lovelace-Generation sorgt Nvidia sowohl für Druck bei AMD als auch der eigenen Sparte. Die RTX 4070 Super 12 GiB ab offiziell ca. 660 Euro, die 4070 Ti Super 16 GiB ab ca. 890 Euro und die 4080 Super 16 GiB ab ca. 1.100 Euro ergänzen das GPU-Angebot im Januar 2024. Die reguläre RTX 4070 bleibt als einzige der drei Ursprungskarten weiterhin in Produktion. Nüchtern betrachtet liefern alle neuen Modelle technisch einen deutlichen Mehrwert – am stärksten deutlich wird das Plus von der RTX 4070 Ti mit 12 GiB zu den zukunftsorientierteren 16 GiB der 4070 Ti Super. Je nach nicht gesichert absehbarer Preispolitik seitens AMD und Händlern kann die Kaufentscheidung entweder leicht oder komplizierter ausfallen – etwa im Falle der RTX 4080, die zum Redaktionsschluss bei vergleichsweise überhöhten ca. 1.150 Euro liegt. Inwieweit sich die Marktpreise in den nächsten Wochen einpendeln, bleibt abzuwarten. Unsere Empfehlung gilt daher umso mehr: Nehmen Sie unsere Leistungsindizes als Orientierung und die aktuellen Preise zur Hand, um Fehlkäufe zu vermeiden.

Marktanalysen von Trendforce zufolge wird für DRAM-Speicher eine Preiserhöhung im Bereich von ungefähr 15 Prozent erwartet. Gerade die gesteigerte Nachfrage nach mobilen Geräten treibt die Preise an – zusätzlich zu Produktionskürzungen, welche die Hersteller aufgrund der unsicheren Marktsituation vornehmen, um Angebot und Nachfrage im Gleichgewicht zu halten. Für PC-Spieler könnte unter anderem der Videospeicher im Preis steigen. GPU-Hersteller dürften diese Steigerungen an den Verbraucher weitergeben. Arbeitsspeicher wird währenddessen zwar nicht mehr durch das einstige Überangebot günstiger, bleibt jedoch grundlegend fair bepreist. Spannend wird die Verfügbarkeit und Entwicklung von AMDs frisch vorgestellten AM4-Prozessoren. Kandidaten wie etwa der Ryzen 7 5700X3D lohnen sich zum Redaktionsschluss jedoch nicht – den höher taktenden, performanteren 5800X3D bekommen Sie für ca. 35 Euro weniger. (re)



Bild: Airdbox

Exemplarische Preisentwicklungen: Lovelace-GPU und DDR5-RAM

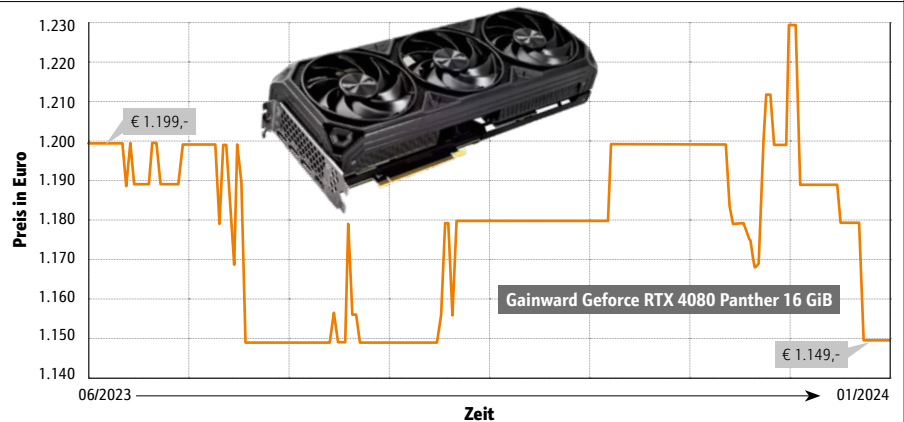


Bild: Gainward

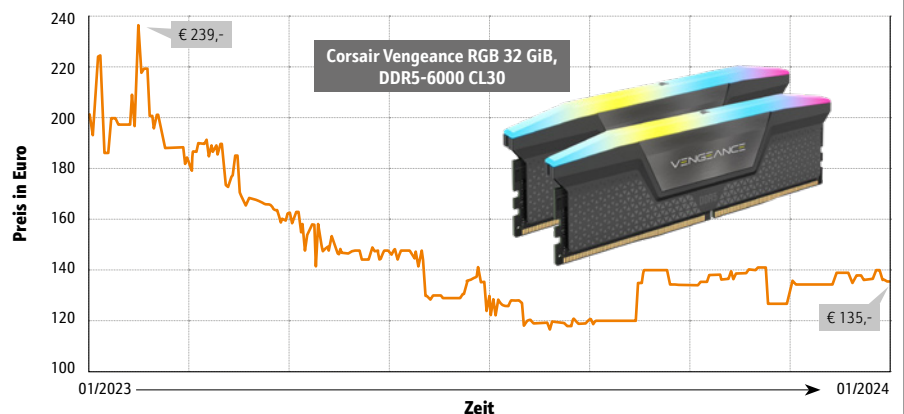


Bild: Corsair



Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Gaming-Grafikkarten

Nvidia Geforce	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
Asus RTX 4090 TUF Gaming OC	€ 2.100,-	24.576 MiB	2.565+/10.502 MHz	19/447/451 Watt	35,5/7,2 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,4/2,5 Sone	1,36	01/2023	www.pcgh.de/preis/2816194
PNY RTX 4090 XLR8 RGB Triple Fan	€ 2.500,-	24.576 MiB	2.520+/10.502 MHz	19/446/450 Watt	34,0/7,0 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/0,9/1,1 Sone	1,37	01/2023	www.pcgh.de/preis/2816397
Gigabyte RTX 4090 Gaming OC	€ 2.050,-	24.576 MiB	2.535+/10.502 MHz	23/430/440 Watt	35,0/7,3 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,5/2,7 Sone	1,38	01/2023	www.pcgh.de/preis/2816413
MSI RTX 4090 Suprim X	€ 2.100,-	24.576 MiB	2.625+/10.502 MHz	34/440/444 Watt	35,0/7,2 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/1,7/1,8 Sone	1,40	01/2023	www.pcgh.de/preis/2820514
Nvidia RTX 4090 Founders Edition	€ 1.800,-	24.576 MiB	2.595+/10.502 MHz	23/442/449 Watt	30,5/6,0 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/3,0/3,2 Sone	1,43	12/2022	www.pcgh.de/preis/2815453
Zotac RTX 4090 AMP Extreme Airo	€ 2.350,-	24.576 MiB	2.580+/10.502 MHz	31/431/435 Watt	36,9/7,1 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,6/2,8 Sone	1,44	01/2023	www.pcgh.de/preis/2815650
Manli RTX 4090 Gallardo	N. Lieferb.	24.576 MiB	2.520+/10.502 MHz	19/446/449 Watt	36,0/6,5 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,2/2,4 Sone	1,47	01/2023	www.pcgh.de/preis/2829611
Nvidia RTX 4080 Founders Edition	€ 1.330,-	16.384 MiB	2.580+/11.202 MHz	18/310/315 Watt	30,5/6,0 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/2,1/2,3 Sone	1,77	01/2023	www.pcgh.de/preis/2815454
Nvidia RTX 4070 Founders Edition	€ 660,-	12.288 MiB	2.500+/10.502 MHz	13/208/213 Watt	24,3/4,0 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,7/1,8 Sone	2,25	06/2023	www.pcgh.de/preis/2931158
Inno3D RTX 3050 Twin X2 OC	€ 250,-	8.192 MiB	1.822+/7.001 MHz	7/132/132 Watt	24,5/3,3 cm	1× 8-Pol	0,0/2,1/2,1 Sone	3,11	07/2022	www.pcgh.de/preis/2665546
Gigabyte RTX 3050 Eagle 8G	€ 340,-	8.192 MiB	1.777+/7.001 MHz	11/131/131 Watt	21,5/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/3,2/3,2 Sone	3,12	07/2022	www.pcgh.de/preis/2665388
Manli Geforce RTX 3050	N. Lieferb.	8.192 MiB	1.777+/7.001 MHz	8/134/134 Watt	25,3/3,5 cm	1× 8-Pol	0,6/2,0/2,0 Sone	3,19	07/2022	www.pcgh.de/preis/2725375
AMD Radeon	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
AMD RX 7900 XTX*	€ 1.090,-	24.576 MiB	2.200+/10.000 MHz	17/350/353 Watt	28,8/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/3,3/3,5 Sone	1,74	02/2023	https://shop-eu-en.amd.com
AMD RX 7900 XT*	€ 930,-	20.480 MiB	2.150+/10.000 MHz	15/313/315 Watt	27,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,3/1,4 Sone	1,92	02/2023	https://shop-eu-en.amd.com
AMD RX 7900 GRE*	Nur OEM	16.384 MiB	2.000+/9.000 MHz	10/252/252 Watt	26,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,8/1,9 Sone	2,07	Online	https://www.memorypc.de
MSI RX 6950 XT Gaming X Trio	N. Lieferb.	16.384 MiB	2.455+/9.000 MHz	11/381/432 Watt	32,3/5,5 cm	3× 8-Pol	0,0/1,5/1,6 Sone	2,15	08/2022	www.pcgh.de/preis/2731615
AMD RX 7800 XT*	€ 550,-	16.384 MiB	2.300+/9.750 MHz	9/248/248 Watt	26,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,9/2,0 Sone	2,19	10/2023	https://shop-eu-en.amd.com
Asrock RX 6950 XT OC Formula	N. Lieferb.	16.384 MiB	2.495+/9.000 MHz	13/392/397 Watt	33,2/6,1 cm	3× 8-Pol	0,0/3,0/3,1 Sone	2,24	08/2022	www.pcgh.de/preis/2731843
AMD RX 6800 XT*	N. Lieferb.	16.384 MiB	2.190+/8.000 MHz	8/302/303 Watt	26,7/4,5 cm	2× 8-Pol	0,0/2,1/2,1 Sone	2,29	01/2021	https://shop-eu-en.amd.com
AMD RX 7600*	€ 300,-	8.192 MiB	2.400+/9.000 MHz	6/164/165 Watt	20,4/3,8 cm	1× 8-Pol	0,0/1,6/1,7 Sone	2,64	07/2023	https://shop-eu-en.amd.com
Intel Arc	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
A770 Limited Edition	€ 400,-	16.384 MiB	2.100+/8.750 MHz	47/230/232 Watt	26,9/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,1/2,5/2,8 Sone	2,75	12/2022	www.pcgh.de/preis/2818267
A750 Limited Edition	€ 260,-	8.192 MiB	2.250+/8.000 MHz	42/226/229 Watt	26,9/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,1/2,6/2,8 Sone	2,89	12/2022	www.pcgh.de/preis/2825703

*Beliebiges Modell im Referenzdesign („Made by AMD“, MBA); bis auf Beigaben und Garantiebedingungen sind diese gleichwertig.

Die besten Schnäppchen

ANZEIGE

Der PCGH-Schnäppchenführer

Die besten Hardware-, Spiele- und Filmschnäppchen – täglich aktualisiert!
www.pcgh.de/spartipps





Einkaufsführer Prozessoren & RAM

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Prozessoren

Prozessoren	Preis	Leistung*	Strom- verbr.**	Kerne	IGP	Taktfrequenz (Boost)	Ferti- gung	RAM	Sockel	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noten, Leistungsdaten und Werte auf Basis des CPU-Index für Spiele und Anwendungen												
Intel Core i9-14900K	Ca. € 615,-	100,0 %/100,0 %	156/197	8p+16e/ 32t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,20/2,40 GHz (6,00/4,40 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/ DDR4-3200	1700	2,15	***	www.pcgh.de/preis/3043102
Intel Core i9-13900K	Ca. € 605,-	98,2 %/97,2 %	141/185	8p+16e/ 32t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,00/2,20 GHz (5,80/4,30 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/ DDR4-3200	1700	2,19	***	www.pcgh.de/preis/2810039
Intel Core i7-14700K	Ca. € 420,-	97,8 %/92,9 %	157/198	8p+12e/ 28t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,40/2,50 GHz (5,60/4,30 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/ DDR4-3200	1700	2,32	***	www.pcgh.de/preis/3043151
AMD Ryzen 7 7800X3D	Ca. € 375,-	99,9 %/64,8 %	53/59	8c/16t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,20 GHz (5,05 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,39	***	www.pcgh.de/preis/2872148
Intel Core i7-13700K	Ca. € 385,-	95,7 %/86,6 %	143/182	8p+8e/ 24t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,40/2,50 GHz (5,40/4,20 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/ DDR4-3200	1700	2,43	***	www.pcgh.de/preis/2810156
AMD Ryzen 9 7950X	Ca. € 550,-	78,1 %/89,5 %	110/152	16c/32t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,50 GHz (5,80 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,59	***	www.pcgh.de/preis/2801222
PCGH Intel Core i5-13600K	Ca. € 315,-	90,0 %/75,5 %	108/131	6p+8e/ 20t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,50/2,60 GHz (5,10/3,90 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/ DDR4-3200	1700	2,61	***	www.pcgh.de/preis/2810186
PCGH AMD Ryzen 9 7900	Ca. € 400,-	74,6 %/73,2 %	80/79	12c/24t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	3,70 GHz (5,40 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,75	***	www.pcgh.de/preis/2871172
AMD Ryzen 7 7700X	Ca. € 325,-	78,0 %/65,9 %	76/99	8c/16t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,50 GHz (5,55 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,84	***	www.pcgh.de/preis/2801229
Intel Core i9-12900K	Ca. € 425,-	79,2 %/76,6 %	127/171	8p+8e/ 24t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,20/2,40 GHz (5,20/3,90 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/ DDR4-3200	1700	2,87	***	www.pcgh.de/preis/2613475
Intel Core i7-12700K	Ca. € 310,-	76,4 %/69,9 %	119/157	8p+4e/ 20t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,60/2,70 GHz (5,00/3,80 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/ DDR4-3200	1700	3,00	***	www.pcgh.de/preis/2613520
AMD Ryzen 5 7600	Ca. € 205,-	72,9 %/54,9 %	57/71	6c/12t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	3,80 GHz (5,10 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	3,02	***	www.pcgh.de/preis/2871174
AMD Ryzen 5 7500F	Ca. € 170,-	70,5 %/54,1 %	46/61	6c/12t	-	3,70 GHz (5,05 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	3,03	***	www.pcgh.de/preis/2991857
Intel Core i9-11900K	Ca. € 325,-	71,3 %/58,6 %	130/144	8c/16t	UHD 750 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,50 GHz (5,30 GHz)	14 nm	DDR4-3200	1200	3,45	***	www.pcgh.de/preis/2484160
AMD Ryzen 9 5950X	Ca. € 395,-	65,5 %/69,0 %	97/101	16c/32t	-	3,40 GHz (5,05 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,46	***	www.pcgh.de/preis/2392527
PCGH AMD Ryzen 5 5600	Ca. € 125,-	60,7 %/47,7 %	41/52	6c/12t	-	3,50 GHz (4,45 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,51	***	www.pcgh.de/preis/2709114
Intel Core i5-13400F	Ca. € 215,-	67,4 %/55,6 %	68/76	6p+4e/ 16t	-	2,50/1,80 GHz (4,60/3,30 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/ DDR4-3200	1700	3,51	***	www.pcgh.de/preis/2870748
PCGH AMD Ryzen 7 5800X3D	Ca. € 290,-	81,8 %/55,2 %	63/74	8c/16t	-	3,40 GHz (4,55 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,52	***	www.pcgh.de/preis/2660252
AMD Ryzen 9 5900X	Ca. € 290,-	64,5 %/64,7 %	91/101	12c/24t	-	3,70 GHz (4,80 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,53	***	www.pcgh.de/preis/2392526
AMD Ryzen 7 5800X	Ca. € 180,-	64,9 %/56,6 %	75/90	8c/16t	-	3,40 GHz (4,65 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,63	***	www.pcgh.de/preis/2392525
AMD Ryzen 5 5600X3D	Ca. € 300,-	78,7 %/49,0 %	88/68	6c/12t	-	3,30 GHz (4,35 GHz)	TSMC N7	DDR4-3200	AM4	3,70	***	www.pcgh.de/preis/2979541

* Normierte, gewichtete Leistung in Spielen/Anwendungen ** Prozessor-Verbrauch in Watt (0 Spiele/0 Anwendungen) *** Nachtest mit neuen Formeln

Arbeitsspeicher (Wertungen von DDR5- und DDR4-RAM nicht miteinander vergleichbar!)

DDR5 (64 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PCGH G.Skill Trident Z5 RGB	F5-6000J3040G32GX2-TZ5RS	Ca. € 250,-	2× 32 GiByte DDR6-6000	30-40-40-96	Dual Rank	4,4 cm	1,40 Volt	2,17	08/22	www.pcgh.de/preis/2722052
Crucial	CT2K32G48C40U5	Ca. € 190,-	2× 32 GiByte DDR5-4800	40-39-39-77	Dual Rank	3,2 cm	1,10 Volt	4,36	08/22	www.pcgh.de/preis/2627506
DDR5 (32 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Corsair Dominator Platinum RGB	CMT32GX5M2X6600C32	Ca. € 210,-	2× 16 GiByte DDR5-6600	32-39-39-76	Single Rank	5,6 cm	1,40 Volt	1,89	08/22	Nur im Corsair-Webshop
PCGH G.Skill Trident Z5 RGB	F5-6400J3239G16GX2-TZ5RK	Ca. € 135,-	2× 16 GiByte DDR5-6400	32-39-39-102	Single Rank	4,4 cm	1,40 Volt	1,99	04/22	www.pcgh.de/preis/2669242
Adata XPG Caster RGB	AX5U6400C4016G-DCCARGY	Ca. € 250,-	2× 16 GiByte DDR5-6400	40-40-40-77	Single Rank	4,3 cm	1,40 Volt	2,01	08/22	www.pcgh.de/preis/2720769
Corsair Dominator Platinum RGB	CMT32GX5M2X6200C36	Ca. € 175,-	2× 16 GiByte DDR5-6200	36-39-39-76	Single Rank	5,6 cm	1,30 Volt	2,06	04/22	www.pcgh.de/preis/2667444
Teamgroup T-Force Delta RGB	FF3D532G6600HC34DC01	Ca. € 135,-	2× 16 GiByte DDR5-6600	34-40-40-84	Single Rank	4,6 cm	1,40 Volt	2,11	08/22	www.pcgh.de/preis/2829460
Adata XPG Lancer RGB	AX5U6000C4016G-DCLARBK	Ca. € 180,-	2× 16 GiByte DDR5-6000	40-40-40-76	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,17	04/22	www.pcgh.de/preis/2661264
Teamgroup T-Force Delta RGB	FF3D532G6400HC40BDC01	Ca. € 120,-	2× 16 GiByte DDR5-6400	40-40-40-84	Single Rank	4,7 cm	1,35 Volt	2,22	04/22	www.pcgh.de/preis/2638340
G.Skill Trident Z5 RGB	F5-5600J2834F16GX2-TZ5RK	Ca. € 145,-	2× 16 GiByte DDR5-5600	28-34-34-89	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,29	08/22	www.pcgh.de/preis/2747415
PCGH Patriot Viper Venom	PW532G620C40K	Ca. € 110,-	2× 16 GiByte DDR5-6200	40-40-40-76	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,36	08/22	www.pcgh.de/preis/2724585
DDR4 (64 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PCGH Mushkin Redline Lumina	MLA4C360GKKP32GX2	Ca. € 190,-	2× 32 GiByte DDR4-3600	16-19-19-39	Dual Rank	3,8 cm	1,40 Volt	2,51	04/22	www.pcgh.de/preis/2593446
Kingston Fury Beast RGB	KF436C18BBK2/64	Ca. € 185,-	2× 32 GiByte DDR4-3600	18-22-22-39	Dual Rank	4,2 cm	1,35 Volt	2,67	04/22	www.pcgh.de/preis/2564488
PCGH Patriot Viper Elite II	PVE2464G360COK	Ca. € 130,-	2× 32 GiByte DDR4-3600	20-26-26-46	Dual Rank	4,1 cm	1,35 Volt	3,16	12/21	www.pcgh.de/preis/2539054
Patriot Viper Steel RGB	PVSR464G360COK	Ca. € 140,-	2× 32 GiByte DDR4-3600	20-26-26-46	Dual Rank	4,7 cm	1,35 Volt	3,17	08/21	www.pcgh.de/preis/2458104
DDR4 (32 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
G.Skill Trident Z Royal	F4-4400C17D-32GTRS	Ca. € 245,-	2× 16 GiByte DDR4-4400	17-18-18-38	Dual Rank	4,4 cm	1,50 Volt	1,73	08/21	www.pcgh.de/preis/2533957
Kingston Fury Renegade RGB	KF436C16RB1AK2/32	Ca. € 120,-	2× 16 GiByte DDR4-3600	16-20-20-39	Dual Rank	4,3 cm	1,35 Volt	2,70	04/22	www.pcgh.de/preis/2564469
PCGH Corsair Vengeance RGB Pro SL	CMH32GX4M2D3600C18	Ca. € 90,-	2× 16 GiByte DDR4-3600	18-22-22-42	Dual Rank	4,5 cm	1,35 Volt	2,75	08/21	www.pcgh.de/preis/2460384

* Aufbau von den meisten Herstellern nicht garantiert, Abweichungen möglich



Einkaufsführer Kühlung

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGSTIPP PCGH SPAR-TIPP

Lüfter (neues Testsystem)

120-mm-Lüfter	Preis	Drehzahl 100 %	Anschluss/Kabellänge	Kühlleist. als Gehäuselüfter (Kelvin)* 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	Kühlleist. als Radiatorlüfter (Kelvin)** 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Silent Wings Pro 4	Ca. € 28,-	2.950 U/min	4-Pin PWM/53 cm	49,9 48,2 44,7 43,2 40,4 37,2	20,9 20,2 18,7 17,1 14,4 12,5	1,63	10/2023	www.pcgh.de/preis/2763758
Cooler Master Mobius 120P	Ca. € 28,-	2.430 U/min	4-Pin PWM/31 cm	47,8 46,1 43,3 41,3 38,7 38,0	20,6 19,6 18,1 15,9 13,8 13,1	1,71	10/2023	www.pcgh.de/preis/2807712
Noctua NF-A12x25	Ca. € 31,-	2.123 U/min	4-Pin PWM/53 cm	47,7 47,4 46,2 43,6 - 40,5	22,0 20,6 18,9 16,3 - 14,6	1,78	10/2023	www.pcgh.de/preis/1813140
Be Quiet Silent Wings 4	Ca. € 20,-	1.620 U/min	4-Pin PWM/51 cm	49,7 48,8 45,7 - - 44,6	22,1 20,8 19,3 - - 18,8	2,14	10/2023	www.pcgh.de/preis/2763710
Arctic P12 PST (Ref. 3)	Ca. € 5,-	2.005 U/min	4-Pin PWM/36 cm	50,8 49,5 45,6 44,1 - 42,0	23,4 21,0 19,2 17,0 - 16,4	2,34	10/2023	www.pcgh.de/preis/1920159
Deepcool FK120	Ca. € 10,-	1.936 U/min	4-Pin PWM/28 cm	50,8 48,2 46,1 44,0 41,2 39,9	22,1 20,3 19,1 16,5 14,8 14,4	2,34	10/2023	www.pcgh.de/preis/2731342
Arctic P12 Max	Ca. € 7,-	3.420 U/min	4-Pin PWM/43 cm	- 55,0 49,7 44,7 41,2 35,3	- 24,6 21,8 17,8 15,1 12,0	2,57	10/2023	www.pcgh.de/preis/2902291
Alphacool Apex Stealth	Ca. € 26,-	3.060 U/min	4-Pin-PWM/54 cm	55,7 52,7 49,7 46,2 42,7 38,9	27,0 24,2 21,2 17,8 15,2 12,3	2,60	03/2024	www.pcgh.de/preis/3038785
Alpenföhn Jetstream	Ca. € 17,-	1.640 U/min	4-Pin PWM/45 cm	55,8 51,5 49,7 45,1 - 41,3	26,9 24,5 20,7 18,0 - 16,3	2,71	10/2023	www.pcgh.de/preis/2939420
Seasonic Magflow	Ca. € 23,-	2.037 U/min	4-Pin PWM/70 cm	55,9 51,8 48,2 45,1 41,9 40,1	26,6 26,1 23,7 18,1 15,5 14,4	2,79	10/2023	www.pcgh.de/preis/2875269
Sharkoon Silent Storm	Ca. € 11,-	1.345 U/min	4-Pin PWM/46 cm	55,2 52,1 49,4 46,2 - 45,7	24,9 23,5 21,6 19,4 - 18,7	3,02	10/2023	www.pcgh.de/preis/2727353
Corsair QX120	Ca. € 46,-	-	Proprietär/-	59,0 55,9 51,7 48,5 44,2 41,1	27,7 23,8 21,3 19,7 17,1 15,0	3,21	10/2023	www.pcgh.de/preis/2976271
Gelid Stella	N. verfüg.	1.640 U/min	4-Pin PWM/52 cm	63,1 55,4 50,2 46,1 - 45,0	31,8 28,1 25,4 21,7 18,4 18,2	3,35	10/2023	www.pcgh.de/preis/2470305

*Temperaturdifferenz CPU/Luft, niedriger ist besser, Wärmequelle: 10900K (120 W TDP) **Auf Alphacool-Nexxos-ST30-120-mm-Radiator, Temperaturdifferenz Wasser/Luft, niedriger ist besser, Wärmequelle: 12900K (200 W TDP)

Lüfter (altes Testsystem)

120-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100%	Kühlleistung*	Lautheit	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NF-A12x25 PWM	Ca. € 31,-	4-Pin PWM/52 cm	Spannungsadapter	2.000 U/min	7,9/10,1/15,0 Kelvin	1,8/0,7/0,1 Sone	1,83	09/2018	www.pcgh.de/preis/1813140
Noiseblocker Eloop B12-PS	Ca. € 22,-	4-Pin PWM/75 cm	-	1.500 U/min	10,9/14,1/19,0 Kelvin	0,7/0,1/0,1 Sone	2,35	09/2018	www.pcgh.de/preis/820091
Arctic P12 PWM PST Black	Ca. € 5,-	4-Pin PWM/39 cm	-	1.800 U/min	9,8/13,0/17,8 Kelvin	1,5/0,4/0,1 Sone	2,43	06/2020	www.pcgh.de/preis/1920159
140-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100%	Kühlleistung*	Lautheit	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noiseblocker Eloop X B14X-P-BL	Ca. € 35,-	4-Pin PWM/75 cm	-	1.500 U/min	6,6/8,4/12,0 Kelvin	2,2/0,9/0,1 Sone	1,94	01/2020	www.pcgh.de/preis/2191788
Noiseblocker Eloop B14-PS	Ca. € 28,-	4-Pin PWM/75 cm	-	1.200 U/min	8,8/11,0/15,2 Kelvin	1,1/0,2/0,1 Sone	2,01	10/2018	www.pcgh.de/preis/1313838
Noctua NF-A14 FLX	Ca. € 26,-	3-Pin/53 cm	2 Spannungsadapt.	1.200 U/min	9,5/12,0/16,9 Kelvin	0,9/0,2/0,1 Sone	2,21	10/2018	www.pcgh.de/preis/870798
Arctic P14	Ca. € 7,-	3-Pin/40 cm	-	1.700 U/min	7,4/9,5/13,9 Kelvin	1,5/0,5/0,1 Sone	2,28	01/2020	www.pcgh.de/preis/1920528
Silverstone SST-FQ141	Ca. € 11,-	4-Pin PWM/29 cm	Spannungsadapter	1.000 U/min	10,3/12,9/17,6 Kelvin	0,9/0,2/0,1 Sone	2,36	10/2018	www.pcgh.de/preis/1170330
Noiseblocker Black Silent Pro PK-2	Ca. € 15,-	3-Pin/75 cm	-	1.200 U/min	10,2/12,8/18,1 Kelvin	1,1/0,3/0,1 Sone	2,37	10/2018	www.pcgh.de/preis/476867
Be Quiet Shadow Wings 2 Wh. PWM	Ca. € 16,-	4-Pin PWM/51 cm	-	900 U/min	11,5/14,6/20,6 Kelvin	0,3/0,1/0,1 Sone	2,53	01/2020	www.pcgh.de/preis/2119064
Noctua NF-A14 Ind.-PPC-2000 PWM	Ca. € 31,-	4-Pin PWM/40 cm	-	2.000 U/min	6,9/8,1/11,8 Kelvin	4,0/1,6/0,4 Sone	2,78	10/2018	www.pcgh.de/preis/1115473
Be Quiet Pure Wings 2 140mm	Ca. € 10,-	3-Pin/45 cm	-	1.000 U/min	11,8/15,6/21,1 Kelvin	0,5/0,1/0,1 Sone	2,89	10/2018	www.pcgh.de/preis/994425

* Auf Alphacool-Nexxos-XT45-120-/140-mm-Radiator, Differenztemperatur Wasser/Luft. Wärmequelle: Xeon E5-2687W (150 W TDP).

CPU-Kühler (neues Testsystem)

Produkt	Preis	Maße (H × B × T); Gewicht	Temperaturdelta CPU/Umgebungsluft bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone	Temperaturdelta/Laut- heit unter Vollast	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Cooler Master Masterair MA824	Ca. € 110,-	166 × 151 × 162 mm; 1485,4 g	38,9 37,3 35,5 34,4 32,9 Kelvin	32,5 Kelvin/2,6 Sone	1,34	01/2024	www.pcgh.de/preis/2976519
Be Quiet Dark Rock Elite	Ca. € 105,-	168 × 136 × 145 mm; 1339,3 g	38,6 37,7 36,6 35,6 34,6 Kelvin	34,2 Kelvin/2,7 Sone	1,37	01/2024	www.pcgh.de/preis/3038733
Noctua NH-D15	Ca. € 110,-	168 × 150 × 161 mm; 1318,6 g	39,4 38,7 37,4 36,0 35,0 Kelvin	34,3 Kelvin/3,0 Sone	1,43	01/2024	www.pcgh.de/preis/1098241
Deepcool Assassin IV	Ca. € 100,-	144 × 147 × 164 mm; 1390,6 g	40,5 40,1 38,3 36,3 34,7 Kelvin	33,2 Kelvin/3,7 Sone	1,46	01/2024	www.pcgh.de/preis/2976866
Be Quiet Dark Rock Pro 5	Ca. € 95,-	168 × 136 × 145 mm; 1287,3 g	39,1 38,4 37,5 36,5 35,4 Kelvin	35,1 Kelvin/2,3 Sone	1,47	01/2024	www.pcgh.de/preis/3038718
Jonsbo HX7280	Ca. € 80,-	155 × 140 × 160 mm; 1746,6 g	43,2 40,8 38,8 36,6 35,2 Kelvin	33,1 Kelvin/5,9 Sone	1,79	01/2024	www.pcgh.de/preis/2685015
Montech Metal DT24 Premium	Ca. € 115,-	158 × 124 × 134 mm; 1255,5 g	41,6 41,1 39,7 37,6 36,7 Kelvin	35,5 Kelvin/3,3 Sone	1,82	01/2024	www.pcgh.de/preis/2856404
Arctic Freezer 34 eSports DUO	Ca. € 40,-	157 × 124 × 103 mm; 745,2 g	42,0 41,2 39,4 38,4 36,8 Kelvin	35,5 Kelvin/2,6 Sone	1,91	01/2024	www.pcgh.de/preis/2183330
Alpenföhn Brocken 4 Max	Ca. € 85,-	158 × 127 × 129 mm; 1111,7 g	45,8 43,4 41,2 39,4 - Kelvin	37,9 Kelvin/1,9 Sone	2,16	01/2024	www.pcgh.de/preis/2907687

CPU-Kühler (altes Testsystem)

Produkt	Preis	Maße (B × H × T); Gewicht	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp., (100/75/50%)	Lautheit (100/75/50%)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Rock Pro 4	Ca. € 85,-	136 × 163 × 146 mm; 1.150 g	49,8 °C (1.320 U/min)	48,5/51,0/57,7 °C	1,4/0,4/0,1 Sone*	1,81	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794846
Noctua NH-D15	Ca. € 110,-	151 × 175 × 162 mm; 1.310 g	49,3 °C (1.110 U/min)	47,5/49,9/53,8 °C	2,7/0,9/0,1 Sone	1,86	08/2018	www.pcgh.de/preis/1098241
Noctua NH-U12A	Ca. € 120,-	127 × 159 × 113 mm; 1.150 g	50,3 °C (1.500 U/min)	48,4/50,7/56,7 °C	2,4/0,8/0,1 Sone	1,87	05/2019	www.pcgh.de/preis/2015118
Noctua NH-U14S	Ca. € 90,-	152 × 166 × 80 mm; 938 g	49,4 °C (1.220 U/min)	47,9/50,8/57,1 °C	1,7/0,7/0,1 Sone	1,88	08/2018	www.pcgh.de/preis/929404
Thermalright Le Grand Macho RT	Ca. € 60,-	150 × 162 × 148 mm; 1.110 g	50,1 °C (1.280 U/min)	50,1/52,8/59,1 °C	1,0/0,2/0,1 Sone	1,92	08/2018	www.pcgh.de/preis/1442034
Be Quiet Dark Rock 4	Ca. € 70,-	136 × 162 × 96 mm; 910 g	50,6 °C (1.260 U/min)	50,1/53,1/62,8 °C	1,3/0,4/0,1 Sone*	2,10	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794867
Be Quiet Pure Rock 2	Ca. € 34,-	132 × 154 × 89 mm; 620 g	51,7 °C (1.410 U/min)	50,4/53,9/63,1 °C	1,5/0,5/0,1 Sone	2,17	10/2020	www.pcgh.de/preis/2279763
Noctua NH-U12S chromax.black	Ca. € 90,-	144 × 157 × 89 mm; 750 g	53,6 °C (1.260 U/min)	52,2/56,1/65,7 °C	1,4/0,6/0,1 Sone	2,20	10/2020	www.pcgh.de/preis/2152745
Enermax ETS-T50 Axe Silent Edition	Ca. € 43,-	142 × 164 × 110 mm; 940 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	54,0/58,8/68,6 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	2,46	05/2019	www.pcgh.de/preis/1960640
Be Quiet Dark Rock Slim	Ca. € 60,-	127 × 161 × 71 mm; 620 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	55,1/58,4/66,5 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	2,48	12/2019	www.pcgh.de/preis/2045242
Be Quiet Shadow Rock TF2	Ca. € 55,-	137 × 112 × 167 mm; 730 g	53,8 °C (1.280 U/min)	52,8/56,1/66,6 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	2,71	05/2018	www.pcgh.de/preis/1629017

* Messung mit analoger Ansteuerung. Bei PWM-Ansteuerung gegebenenfalls zusätzliche Störgeräusche.



Einkaufsführer Wasserkühlung & Mainboards

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Kompaktwasserkühlungen

PCGH

Produkt	Preis	Radiator (B × H × D)	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp. (100/75/50 %)	Lauth. (100/75/50 %/Pumpe)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Arctic Liquid Freezer II 240	Ca. € 75,-	278 × 120 × 64 mm	45,7 °C (1.530 U/min)	44,6/46,5/51,7 °C	2,0/0,6/0,1/0,1 Sone	1,64	01/2020	www.pcgh.de/preis/2152684
Alphacool Eisbaer 240	Ca. € 120,-	274 × 124 × 55 mm	49,5 °C (1.080 U/min)	47,2/48,5/52,2 °C	3,3/1,6/0,6/0,1 Sone	1,84	12/2018	www.pcgh.de/preis/758311939
Alphacool Eisbaer 240 LT	Ca. € 110,-	271 × 120 × 51 mm	50,8 °C (1.080 U/min)	47,9/50,2/53,4 °C	3,0/1,3/0,4/0,1 Sone	1,88	12/2018	www.pcgh.de/preis/1774559
Cooler Master Master Liquid ML240L V2 RGB	N. verfüg.	276 × 120 × 55 mm	48,6 °C (1.280 U/min)	45,7/48,0/52,7 °C	3,0/1,3/0,4/0,1 Sone	1,89	02/2021	www.pcgh.de/preis/2242706
Alphacool Eisbaer Aurora 240	Ca. € 130,-	276 × 124 × 55 mm	53,5 °C (1.330 U/min)	49,2/52,5/57,1 °C	3,2/1,4/0,3/0,1 Sone	1,92	02/2021	www.pcgh.de/preis/2218605

Temperatur- und Lautheitsmessungen entsprechen Luftkühlern, aber das Benutzersystem weicht ab. Wertung nicht vergleichbar!

Mainboards für AMD- und Intel-Prozessoren, diverse Sockel

PCGH

PCGH

PCGH

PCGH

PCGH

Sockel AM4 (mit Ryzen 3000/5000)	Preis	IOH/ Format	PCI-E CPU (4.0. APUs 3.0) & IOH (X570: 4.0; B550: 3.0)	M.2-Anbindung	Audio- Codec	USB extern/intern 3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter (PWM)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus Crosshair VIII Dark Hero	N. verfüg.	X570/ATX	×16*/*0* & ×1/*4	2× 4.0×4	S1220	0/0 8/1 4/2 0/4	8 (8×)	2,05	06/2021	www.pcgh.de/preis/2413242
Asus X570-Plus WiFi	N. verfüg.	X570/ATX	×16 & ×1/*4/×1	2× 4.0×4	S1200A	0/0 3/0 4/2 0/4	6 (6×)	2,11	02/2020	www.pcgh.de/preis/2079100
Asus Crosshair VIII Hero WiFi	N. verfüg.	X570/ATX	×16*/*0* & ×1/*4	2× 4.0×4	S1220	0/0 8/1 4/2 0/4	8 (8×)	2,12	03/2020	www.pcgh.de/preis/2079085
Asrock B550 Steel Legend	Ca. € 170,-	B550/ATX	×16 & ×1/*4/×1	4.0×4; 3.0×2**	ALC1220	0/0 2/0 2/3 4/4	7 (7×)	2,21	09/2020	www.pcgh.de/preis/2295849
Asrock X570 Taichi	Ca. € 300,-	X570/ATX	×16*/*0* & ×1/*1/×4*	2× 4.0×4; 4.0×0*	ALC1220	0/0 2/1 6/2 0/5	6 (6×)	2,25	03/2020	www.pcgh.de/preis/2078228
Asus TUF B550M-Plus	Ca. € 130,-	B550/μATX	×16 & ×1/*4	4.0×4; 3.0×4	S1200A	0/0 2/0 4/2 2/4	4 (4×)	2,39	03/2021	www.pcgh.de/preis/2295451
MSI B550 Tomahawk	Ca. € 140,-	B550/ATX	×16 & ×0*/*4*/4*	4.0×4; 3.0×0*	ALC1200	0/0 2/0 2/3 2/4	8 (8×)	2,45	09/2020	www.pcgh.de/preis/2294990
Asrock B550M-ITX/ac	Ca. € 130,-	B550/ITX	×16	4.0×4	ALC887	0/0 0/0 4/2 2/2	3 (3×)	2,51	03/2021	www.pcgh.de/preis/2299233
Asrock X570 Pro4	Ca. € 180,-	X570/ATX	×16 & ×1/*4/×1	2× 4.0×4	ALC1200	0/0 2/0 6/4 0/3	5 (5×)	2,52	02/2020	www.pcgh.de/preis/2089825
MSI B550-A Pro	Ca. € 110,-	B550/ATX	×16 & ×1/*4*/×1	4.0×4; 3.0×0*	ALC892	0/0 2/0 2/3 4/4	8 (8×)	2,56	03/2021	www.pcgh.de/preis/2295021
Gigabyte B550 Aorus Elite V2	Ca. € 130,-	B550/ATX	×16 & ×2/*1/×1	4.0×4; 3.0×4	ALC1200	0/0 2/0 3/3 2/4	5 (5×)	2,68	06/2021	www.pcgh.de/preis/2420565
Asrock B550M Pro4	Ca. € 100,-	B550/μATX	×16 & ×1/*4	4.0×4; 3.0×2**	ALC1200	0/0 2/0 4/4 2/4	6 (6×)	2,87	03/2021	www.pcgh.de/preis/2298943
Sockel AM5	Preis	IOH/Form.	PCI-E CPU (5.0) & IOH (4.0)	M.2-Anbindung	Audio	3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte B650E Aorus Master	Ca. € 410,-	B650/ATX	×16* & ×4/*2	2× 5.0×4; 2× 5.0×0*	ALC1220	0/1 5/0 4/2 4/4	10 (10×)	1,60	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824250
Gigabyte X670E Aorus Xtreme	Ca. € 710,-	X670/E-ATX	×16* & ×4/*2 ^(3.0)	2× 5.0×4; 2× 5.0×0*	ALC1220	1/1 7/0 0/4 4/4	10 (10×)	1,75	12/2022	www.pcgh.de/preis/2791717
Asrock X670E PG Lightning	Ca. € 270,-	X670/ATX	×16/*4 ^(4.0) & ×1/*1	5.0×4; 4.0×4; 3.0×4; 4.0×2	ALC897	1/1 1/0 6/4 4/4	6 (6×)	1,79	12/2022	www.pcgh.de/preis/2812512
Asus B650E-F Gaming WiFi	Ca. € 280,-	B650/ATX	×16 & ×1/*1/×4*	5.0×4; 4.0×4; 4.0×4*	ALC4080	1/0 3/1 4/2 4/4	7 (7×)	1,81	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824307
Asus TUF B650-Plus	Ca. € 210,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/*4*/×1	5.0×4; 4.0×4; 4.0×4*	S1200A	1/0 3/0 0/3 4/4	7 (7×)	1,84	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824312
NZXT N7 B650E	Ca. € 300,-	B650/ATX	×16 & ×2/*2	5.0×4; 4.0×4; 4.0×2	ALC1220	0/1 3/0 4/4 2/6	7 (7×)	1,91	03/2023	www.pcgh.de/preis/2825886
MSI X670E Ace	Ca. € 840,-	X670/E-ATX	×16*/*0*/*4 ^(alternativ: 2. USB 3.2)	1× 5.0×4; 3× 4.0×4	ALC4082	1/1 9/1 0/4 0/4	8 (8×)	1,91	12/2022	www.pcgh.de/preis/2791720
Asrock B650E PG Riptide WiFi	Ca. € 250,-	B650/ATX	×16/*4 ^(3.0; 4.0 teilw. möglich) & ×1	5.0×4; 4.0×4; 3.0×2	ALC897	0/1 2/0 2/2 6/3	6 (6×)	1,92	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824283
Asrock B650 PG Lightning	Ca. € 170,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/*2/×1	5.0×4; 4.0×4; 4.0×2	ALC897	1/0 0/1 7/2 4/4	6 (6×)	2,00	03/2023	www.pcgh.de/preis/2824293
Asus Crosshair X670E Hero	Ca. € 620,-	X670/ATX	×16*/*0* & ×1	2× 5.0×4; 2× 4.0×4	ALC4082	1/1 1/10 0/4 0/6	8 (8×)	2,05	12/2022	www.pcgh.de/preis/2791726
MSI Pro B650-P WiFi	Ca. € 210,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0) /*4/×1 ^(3.0)	2× 4.0×4	ALC897	1/0 3/1 4/2 0/4	6 (6×)	2,06	05/2023	www.pcgh.de/preis/2824301
MSI B650 Tomahawk WiFi	Ca. € 210,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×2*/*1 ^(3.0)	2× 4.0×4; 4.0×2*	ALC4080	1/0 3/1 4/2 2/4	8 (8×)	2,06	03/2023	www.pcgh.de/preis/2824300
Asrock B650M PG Riptide	Ca. € 170,-	B650/μATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0) /*1 ^(3.0) /*4	5.0×4; 4.0×4	ALC897	0/0 2/0 2/5 4/4	5 (5×)	2,35	05/2023	www.pcgh.de/preis/2824297
Asus Prime B650-Plus	Ca. € 180,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/*4/×1	5.0×4; 4.0×4	ALC897	0/0 4/0 2/3 2/4	6 (6×)	2,74	05/2023	www.pcgh.de/preis/2825939
Asus TUF A620M-Plus	Ca. € 130,-	A620/μATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0) /*1 ^(3.0)	2× 4.0×4	ALC897	0/0 0/0 2/3 4/4	3 (3×)	2,92	08/2023	www.pcgh.de/preis/2924749
Gigabyte A620M Gaming X	Ca. € 120,-	A620/μATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0)	4.0×4	ALC897	0/0 1/0 3/3 2/2	3 (3×)	2,95	08/2023	www.pcgh.de/preis/2924907
Sockel 1700	Preis	IOH/Form.	PCI-E CPU (5.0) & IOH (3.0)	M.2-Anbindung	Audio	3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte Z690 Aorus Master	N. verfüg.	Z690/E-ATX	×16 & ×4*/*4	3× 4.0×4; ×4*/*; 3.0×0*	ALC1220	1/1 6/0 4/4 0/4	10 (10×)	1,57	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625065
Gigabyte Z690 UD	N. verfüg.	Z690/ATX	×16 & ×1/*1/×1/×4	3× 4.0×4	ALC897	1/0 1/1 4/2 4/4	6 (6×)	1,84	07/2022	www.pcgh.de/preis/2625167
Asus Maximus Z690 Hero	Ca. € 510,-	Z690/ATX	×16*/*0* & ×4+4 ^(4.0)	2× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4082	0/1 9/0 0/4 2/4	8 (8×)	1,85	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625493
Gigabyte Z790 Aorus Master	Ca. € 530,-	Z790/ATX	×16* & ×1/*4 ^(4.0 teilw. möglich)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC1220	2/1 8/0 4/4 0/4	8 (8×)	1,94	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819886
Asus Z790-E Gaming WiFi	Ca. € 460,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /*4 ^(4.0)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4080	1/1 7/0 4/4 0/4	8 (8×)	2,00	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819890
MSI Z690 Carbon WiFi	Ca. € 360,-	Z690/ATX	×16*/*0* & ×4	4× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4080	1/0 5/1 0/2 4/4	8 (8×)	2,01	07/2022	www.pcgh.de/preis/2625610
MSI Pro Z790-A WiFi	Ca. € 270,-	Z790/ATX	×16 & ×1/*4 ^(4.0) /*1	4× 4.0×4	ALC4080	1/0 3/1 2/2 2/4	8 (8×)	2,14	07/2023	www.pcgh.de/preis/2819915
MSI Z690 Unify	Ca. € 280,-	Z690/ATX	×16*/*0* & ×4	4× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4080	1/1 7/0 0/4 2/4	8 (8×)	2,23	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625601
Asrock Z790 Pro RS	Ca. € 210,-	Z790/ATX	×16 & ×1/*4 ^(4.0) /*1	4× 4.0×4	ALC897	0/1 2/0 2/4 4/4	7 (7×)	2,25	01/2023	www.pcgh.de/preis/2820217
Asus Prime Z790-P WiFi	Ca. € 230,-	Z790/ATX	×16 & ×4 ^(4.0) /*4 ^(4.0) /*1/*4 ^(4.0)	3× 4.0×4	ALC897	1/0 1/1 2/4 4/4	6 (6×)	2,26	07/2023	www.pcgh.de/preis/2819891
Gigabyte Z790 Gaming X	Ca. € 230,-	Z790/ATX	×16 & ×4 ^(4.0) /*4 ^(4.0 teilw. möglich)	3× 4.0×4; 1× 4.0×4**	ALC897	1/0 2/1 3/2 4/4	6 (6×)	2,30	07/2023	www.pcgh.de/preis/2837826
Asus B660-G Gaming WiFi	Ca. € 290,-	B660/μATX	×16 & ×1 ^(4.0) /*1 ^(4.0) /*4	2× 4.0×4	S1220A	1/0 1/1 3/2 4/4	4 (4×)	2,37	07/2022	www.pcgh.de/preis/2660688
Biostar Z790A-Silver	Ca. € 240,-	Z790/ATX	×16 & ×1/*4* ^(4.0) /*1	2× 4.0×4; 1× 4.0×0*	ALC1220	0/0 6/1 0/2 2/4	6 (6×)	2,46	07/2023	www.pcgh.de/preis/2820770
MSI Z790 Carbon WiFi	Ca. € 400,-	Z790/ATX	×16* & ×1/*4 ^(4.0)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4080	1/1 7/0 2/2 0/4	7 (7×)	2,70	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819920
Asrock Z790 PG Sonic	Ca. € 240,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /*1	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC897	0/1 2/0 5/2 2/4	7 (7×)	2,71	07/2023	www.pcgh.de/preis/2832384
Asus Z690-Plus WiFi D4	Ca. € 290,-	Z690/ATX	×16 & ×1/*4/×1/×4	4× 4.0×4	S1200A	1/0 2/1 5/2 0/4	7 (7×)	2,75	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625557
Gigabyte Z690 Gam. X DDR4	Ca. € 270,-	Z690/ATX	×16 & ×4/*4	3× 4.0×4; 1× 4.0×4**	ALC1220	1/0 2/1 3/2 4/4	6 (6×)	2,86	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625098
MSI Z690 Tomahawk DDR4	N. verfüg.	Z690/ATX	×16 & ×1/*4/×1	3× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4080	1/0 3/1 2/2 2/4	8 (8×)	2,89	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625643
Asus B660M-Plus D4	Ca. € 160,-	B660/μATX	×16 & ×1/*4	2× 4.0×4	ALC897	1/0 4/0 1/2 2/4	6 (6×)	3,25	08/2022	www.pcgh.de/preis/2660683

*PCI-E-Lane-Sharing **Shared mit SATA



Einkaufsführer LCDs & Eingabegeräte

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Monitore

Full HD	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus TUF VG279QM	Ca. € 300,-	27 Zoll	280 Hertz	3,2 ms	34,9 ms	Bis 419,3 cd/m²	IPS	Freesync	1,60	01/2021	www.pcgh.de/preis/2210749
Asus ROG PG259QNR	Ca. € 900,-	24,5 Zoll	360 Hertz	2,6 ms	9,5 ms	Bis 432,8 cd/m²	IPS	G-Sync	1,62	Online	www.pcgh.de/preis/2404163
Asus ROG PG248QP	Ca. € 1.050,-	24,1 Zoll	540 Hertz	3,6 ms	2,1 ms	Bis 453,5 cd/m²	IPS	G-Sync	1,66	Online	www.pcgh.de/preis/3035044
LG 27GN750-B	Ca. € 310,-	27 Zoll	240 Hertz	4,1 ms	9,6 ms	Bis 409,7 cd/m²	IPS	Freesync	1,84	01/2021	www.pcgh.de/preis/2202082
WQHD	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte M32Q	Ca. € 500,-	31,5 Zoll	170 Hertz	3,2 ms	9,3 ms	53,6 bis 316,2 cd/m²	IPS	Freesync	1,53	11/2021	www.pcgh.de/preis/2524671
MSI Optix MAG274QRFD	Ca. € 390,-	27 Zoll	170 Hertz	4 ms	8,9 ms	65,1 bis 379 cd/m²	IPS	Freesync	1,57	11/2021	www.pcgh.de/preis/2452244
LG Ultragear 32GP850	Ca. € 390,-	31,5 Zoll	180 Hertz	3,2 ms	1,5 ms	66,3 bis 403,9 cd/m²	IPS	Freesync	1,63	Online	www.pcgh.de/preis/2513135
Asus TUF VG27AQ	N. Verf.	27 Zoll	165 Hertz	7,3 ms	9 ms	151 bis 405,8 cd/m²	IPS	Freesync	1,74	06/2020	www.pcgh.de/preis/2112120
Iiyama GB3271OSU-B1	Ca. € 350,-	31,5 Zoll	165 Hertz	6,4 ms	24 ms	40,6 bis 395,1 cd/m²	IPS	Freesync	1,77	11/2021	www.pcgh.de/preis/2535409
Ultra HD („4K“)	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Samsung Od. Neo G8	Ca. € 1.000,-	32 Zoll	240 Hertz	3,7 ms	3,1 ms	13,2 bis 330,5 cd/m²	VA	Freesync	1,62	02/2023	www.pcgh.de/preis/2748275
Gigabyte M32U	Ca. € 730,-	31,5 Zoll	144 Hertz	4,3 ms	8,1 ms	55,6 bis 383,6 cd/m²	IPS	Freesync	1,66	01/2022	www.pcgh.de/preis/2599266
Asus TUF VG28UQL1A	Ca. € 580,-	28 Zoll	144 Hertz	3,3 ms	9,4 ms	70,6 bis 337,6 cd/m²	IPS	Freesync	1,68	01/2022	www.pcgh.de/preis/2596721
Corsair Xen. 32UHD144	Ca. € 1.850,-	32 Zoll	144 Hertz	5,7 ms	1,6 ms	93,3 bis 448,3 cd/m²	IPS	Freesync	1,69	01/2023	www.pcgh.de/preis/2772794
Asus OLED PG42UQ	Ca. € 1.580,-	41,5 Zoll	138 Hertz	0,1 ms	25,8 ms	15,7 bis 352,8 cd/m²	OLED	Freesync	1,80	Online	www.pcgh.de/preis/2797313
MSI Optix MPG321UR	Ca. € 930,-	32 Zoll	144 Hertz	5,4 ms	28,5 ms	109 bis 369,4 cd/m²	IPS	Freesync	1,82	07/2022	www.pcgh.de/preis/2638540
Ultrawide	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
LG Ultragear 45GR95QE	Ca. € 1.300,-	45 Zoll	240 Hertz	0,1 ms	2,1 ms	13,5 bis 406,2 cd/m²	OLED	Freesync	1,64	07/2023	www.pcgh.de/preis/2885317
Dell Alienw. AW3423DW	Ca. € 1.310,-	34 Zoll	175 Hertz	0,1 ms	15,1 ms	27,6 bis 257,8 cd/m²	OLED	G-Sync	1,80	07/2023	www.pcgh.de/preis/2695205
LC-Power LC-M34-CV3	Ca. € 290,-	34 Zoll	100 Hertz	6,5 ms	12,7 ms	74,8 bis 342,1 cd/m²	VA	Freesync	1,81	Online	www.pcgh.de/preis/2748847
LG UltraGear 38GN950-B	Ca. € 1.280,-	34 Zoll	160 Hertz	4,7 ms	9,2 ms	70,6 bis 438 cd/m²	IPS	Freesync	1,81	04/2021	www.pcgh.de/preis/2302705

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Auflösung	Gewicht	Ergonomie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Razer Basilisk V3 Pro	Ca. € 150,-	Schnurlos	8 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	30.000 Dpi	112 Gramm	Sehr gut	1,06	11/2022	www.pcgh.de/preis/2797003
Razer Viper Ultimate	Ca. € 115,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	74 Gramm	Sehr gut	1,12	02/2020	www.pcgh.de/preis/2160846
Razer Basilisk Ultimate	Ca. € 100,-	Schnurlos	8 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	107 Gramm	Sehr gut	1,12	02/2020	www.pcgh.de/preis/2172850
Razer Basilisk V3	Ca. € 50,-	210 cm	8 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	26.000 Dpi	101 Gramm	Sehr gut	1,13	11/2021	www.pcgh.de/preis/2597543
Roccat Kone XP Air	Ca. € 145,-	Schnurlos	10 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	19.000 Dpi	99 Gramm	Sehr gut	1,13	04/2023	www.pcgh.de/preis/2776774
Razer Cobra Pro	Ca. € 125,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	30.000 Dpi	77 Gramm	Sehr gut	1,13	03/2024	www.pcgh.de/preis/2976258
Razer Deathadder V2 Pro	Ca. € 95,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	88 Gramm	Sehr gut	1,15	04/2021	www.pcgh.de/preis/2379242
Logitech G502 X Plus	Ca. € 130,-	Schnurlos	9 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	25.600 Dpi	106 Gramm	Sehr gut	1,16	01/2023	www.pcgh.de/preis/2801356
Razer Viper 8K	Ca. € 60,-	210 cm	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	71 Gramm	Sehr gut	1,19	02/2020	www.pcgh.de/preis/2465047
Roccat Kone XP	Ca. € 65,-	180 cm	10 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	19.000 Dpi	135 Gramm	Sehr gut	1,20	05/2022	www.pcgh.de/preis/2687669
Razer Viper V2 Pro	Ca. € 135,-	Schnurlos	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	58 Gramm	Sehr gut	1,20	09/2022	www.pcgh.de/preis/2731773

Tastaturen

Nicht mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Handballenablage	Zusatz Tasten	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Razer Ornata V3 Chroma	Ca. € 70,-	RGB, 10 Zonen	-	Ja (abnehmbar)	4 Multimediatasten	Ja/Ja (k. A.)	1,57	Online	www.pcgh.de/preis/2759660
Razer Cynosa V2	Ca. € 60,-	RGB-Einzeltastenbel.	-	Nein	4 + 2-Wege-Schalter	Ja/Ja (k. A.)	1,65	01/2022	www.pcgh.de/preis/2339845
Corsair K57	Ca. € 100,-	RGB-Einzeltastenbel.	-	Ja (abnehmbar)	16	Ja/Ja (k. A.)	1,67	04/2020	www.pcgh.de/preis/2117378
Steelseries Apex 3	Ca. € 75,-	Voll, RGB-Farbraum	-	Ja (abnehmbar)	1 + Lautstärkenrad	Ja/Ja (drei Profile)	1,74	07/2020	www.pcgh.de/preis/2221888
Sharkoon Skiller SGK5	Ca. € 35,-	Voll, RGB-Farbraum	-	Ja (abnehmbar)	18 + zwei Drehräder	Ja/Ja (drei Profile)	1,80	07/2020	www.pcgh.de/preis/2176206
Mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Schalter (getestet)	Schalter (verfüg.)	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Steelseries Apex Pro	Ca. € 190,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 3.0	Steelseries Omnipoint	Steelseries Omnipoint	Ja/Ja (k. A.)	1,16	12/2019	www.pcgh.de/preis/2067586
Montain Everest Max	Ca. € 260,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	MX RGB Silent Red	Alles Cherry MX RGB	Ja/Ja (k. A.)	1,16	03/2021	www.pcgh.de/preis/2479469
Asus ROG Claymore II	Ca. € 215,-	RGB-Einzeltastenbel.	2 × USB 2.0	Asus ROG RX Red opt.	Asus ROG RX Red/Blue	Ja/Ja (k. A.)	1,17	06/2021	www.pcgh.de/preis/2527723
Razer Black Widow V4 Pro	Ca. € 240,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	Razer mechan. Yellow	Razer mechan. Green	Ja/Ja (k. A.)	1,18	04/2023	www.pcgh.de/preis/2900208
Corsair K100 Air Wireless	Ca. € 240,-	RGB-Einzeltastenbel.	Schnurlos (2 Modi)	Cherry MX ULP Tactile	Cherry MX ULP Tactile	Ja/Ja (8 MB)	1,18	12/2022	www.pcgh.de/preis/2818184
Razer Deathstalker V2 Pro	Ca. € 185,-	RGB-Einzeltastenbel.	Schnurlos (2 Modi)	Low Profile Optical	Low Profile Optical	Ja/Ja (k. A.)	1,18	02/2023	www.pcgh.de/preis/2775959
Asus ROG Strix Flare II Animate	Ca. € 220,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	Asus ROG NX Red	Asus ROG NX Red	Ja/Ja (k. A.)	1,18	02/2023	www.pcgh.de/preis/2665350
Razer Huntsman V2 Analog	Ca. € 160,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 3.0	Razer Analog Optical	Razer Analog Optical	Ja/Ja (k. A.)	1,19	06/2021	www.pcgh.de/preis/2465972
Corsair K100 RGB	Ca. € 200,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	Corsair OPX (optisch)	MX Speed RGB Silver	Ja/Ja (8 MB)	1,22	12/2020	www.pcgh.de/preis/2387270
Corsair K70 Max	Ca. € 180,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Corsair MGX Switches	Corsair MGX Switches	Ja/Ja (8 MB)	1,26	11/2023	www.pcgh.de/preis/3000397
MSI Vigor GK71 Sonic	Ca. € 130,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailh (MSI) Sonic Red	Kailh (MSI) Sonic Blue	Ja/Ja (k. A.)	1,29	08/2023	www.pcgh.de/preis/2796976



Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Solid State Drives

PCI-Express 5.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Crucial T700	Ca. € 360,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.523/9.296 MB/s	14 Sek., 33 Sek.	5 Jahre/1200 TB	1,42*	07/2023	www.pcgh.de/preis/2934163
Seagate Firecuda SSD 540	Ca. € 320,-	1.863 GiB/2.000 GB	7.317/9.157 MB/s	16 Sek., 45 Sek.	5 Jahre/2000 TB	1,44*	Online	www.pcgh.de/preis/2974796
Corsair MP700 Pro	Ca. € 320,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.912/9.558 MB/s	14 Sek., 37 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,44*	03/2023	www.pcgh.de/preis/3060489
Gigabyte Aorus Gen5 12000	Ca. € 310,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.718/9.034 MB/s	13 Sek., 34 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,44*	03/2023	www.pcgh.de/preis/3014907
PCI-Express 4.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PCGH Corsair MP600 Pro XT	Ca. € 170,-	1.863 GiB/2.000 GB	3366/5801 MB/s	32,7 Sek., 61,4 Sek.	5 Jahre/ 1400 TB	1,33	Online	www.pcgh.de/preis/2598363
Seagate Firecuda 530	Ca. € 400,-	1.863 GiB/2.000 GB	3197/5777 MB/s	35 Sek., 64 Sek.	5 Jahre/2.550 TB	1,34	04/2022	www.pcgh.de/preis/2551049
Corsair MP600 Pro	Ca. € 180,-	1.863 GiB/2.000 GB	3304/5837 MB/s	33,9 Sek., 68,1 Sek.	5 Jahre/ 1400 TB	1,35	05/2021	www.pcgh.de/preis/2465260
Western Digital WD Black SN850X	Ca. € 420,-	1.863 GiB/2.000 GB	3470/5070 MB/s	33 Sek., 68,8 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,40	02/2021	www.pcgh.de/preis/2401297
Samsung SSD 980 Pro	Ca. € 80,-	931 GiB/1.000 GB	3206/3721 MB/s	36,2 Sek., 107 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,48	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2361123
Gigabyte Aorus NVMe Gen4 SSD	Ca. € 130,-	1.907 GiB/2.048 GB	2484/3977 MB/s	34 Sek., 88,4 Sek.	5 Jahre/ 3600 TB	1,45	12/2019	www.pcgh.de/preis/2094099
Patriot Viper VP4100	Ca. € 245,-	954 GiB/1.024 GB	2398/3917 MB/s	34 Sek., 82 Sek.	5 Jahre/ 1800 TB	1,46	12/2019	www.pcgh.de/preis/2138062
Corsair MP600	Ca. € 140,-	931 GiB/1.024 GB	2138/3908 MB/s	32 Sek., 90 Sek.	5 Jahre/ 1800 TB	1,48	12/2019	www.pcgh.de/preis/2080861
Adata Legend 960	Ca. € 80,-	954 GiB/1024 GB	5799/5514 MB/s	23 Sek., 66 Sek.	5 Jahre/780 TB	1,65*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2791615
HP SSD EX950	Ca. € 260,-	1.863 GiB/2.000 GB	2105/2728 MB/s	41,1 Sek., 120 Sek.	5 Jahre/ 1400 TB	1,66	05/2021	www.pcgh.de/preis/2014541
Lexar NM800 Pro	Ca. € 80,-	1.907 GiB/2048 GB	5975/5408 MB/s	18 Sek., 63 Sek.	5 Jahre/2000 TB	1,57*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2842856
Lexar NM710	Ca. € 100,-	1.907 GiB/2048 GB	4077/4006 MB/s	20 Sek., 68,3 Sek.	5 Jahre/1200 TB	1,70*	Online	www.pcgh.de/preis/2891626
Solidigm P44 Pro	Ca. € 95,-	954 GiB/1024 GB	6020/5689 MB/s	37 Sek., 63 Sek.	5 Jahre/750 TB	1,71*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2845166
Western Digital WD Blue SN580	Ca. € 50,-	931 GiB/1000 GB	2948/3349 MB/s	20 Sek., 62 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,73*	10/2023	www.pcgh.de/preis/2975634
PCI-Express 3.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Western Digital WD Black AN1500	Ca. € 460,-	1.863 GiB/2.000 GB	3249/4164 MB/s	37,1 Sek., 80,9 Sek.	5 Jahre/ 800 TB	1,45	05/2021	www.pcgh.de/preis/2405831
Gigabyte AORUS RAID SSD	N. Verf.	1.863 GiB/2.000 GB	2161/2937 MB/s	34,5 Sek., 100 Sek.	5 Jahre/ 2800 TB	1,58	06/2020	www.pcgh.de/preis/2319620
PNY CS3030	Ca. € 165,-	954 GiB/1.024 GB	2118/2894 MB/s	45,2 Sek., 207 Sek.	5 Jahre/ 1665 TB	1,64	05/2021	www.pcgh.de/preis/1991316
HP SSD EX950	Ca. € 130,-	1.863 GiB/2.000 GB	2105/2728 MB/s	41,1 Sek., 120 Sek.	5 Jahre/ 1400 TB	1,66	05/2021	www.pcgh.de/preis/2014541
Western Digital WD Black SN750	Ca. € 130,-	954 GiB/1.024 GB	2082/2140 MB/s	37 Sek., 105 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,66	12/2019	www.pcgh.de/preis/1969746
Samsung SSD 970 Evo Plus	Ca. € 70,-	931 GiB/1.000 GB	2008/2798 MB/s	34 Sek., 168 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,69	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/1972735
Samsung SSD 980	Ca. € 65,-	931 GiB/1.000 GB	2130/2314 MB/s	42 Sek., 101 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,70	05/2021	www.pcgh.de/preis/2485468
LC Power Phenom Pro	N. Verf.	954 GiB/1.024 GB	2043/2873 MB/s	37,4 Sek., 130 Sek.	5 Jahre/ - TB	1,72	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2366291
Corsair MP400	Ca. € 585,-	3.815 GiB/4.096 GB	2334/2769 MB/s	37,1 Sek., 114 Sek.	5 Jahre/ 800 TB	1,72	05/2021	www.pcgh.de/preis/2378650
Lexar NM620	Ca. € 90,-	1.907 GiB/2.048 GB	2772/2415 MB/s	24 Sek., 96 Sek.	5 Jahre/1000, TB	1,74*	Online	www.pcgh.de/preis/2661656
Kingston KC2500	N. Verf.	931 GiB/1.000 GB	2232/2662 MB/s	36,1 Sek., 113 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,76	10/2020	www.pcgh.de/preis/2279821
Adata XPG S40G	Ca. € 60,-	954 GiB/1.024 GB	2328/1729 MB/s	42,6 Sek., 99,4 Sek.	5 Jahre/ 640 TB	1,76	10/2020	www.pcgh.de/preis/2087602
Patriot Viper VPR100	Ca. € 130,-	954 GiB/1.024 GB	2321/2851 MB/s	37,2 Sek., 206 Sek.	5 Jahre/ 1600 TB	1,77	10/2020	www.pcgh.de/preis/2202135
Crucial P5 SSD	Ca. € 150,-	931 GiB/1.000 GB	2199/2942 MB/s	39,7 Sek., 372 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,77	10/2020	www.pcgh.de/preis/2287918
Toshiba/Kioxia RC500	N. Verf.	466 GiB/500 GB	1371/1563 MB/s	35,4 Sek., 277 Sek.	5 Jahre/ 200 TB	1,83	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2166240
Adata XPG Spectrix S20G	Ca. € 60,-	931 GiB/1.000 GB	1703/1697 MB/s	44,9 Sek., 186 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,86	05/2021	www.pcgh.de/preis/2455908
Silicon Power P34A60	Ca. € 60,-	954 GiB/1.024 GB	1505/1545 MB/s	44,5 Sek., 170 Sek.	5 Jahre/ 600 TB	1,89	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2196810
Kioxia Exceria SSD	Ca. € 55,-	931 GiB/1.000 GB	1372/1590 MB/s	39 Sek., 430 Sek.	5 Jahre/ 400 TB	1,95	10/2020	www.pcgh.de/preis/2273340
Western Digital WD Blue SN550	Ca. € 60,-	466 GiB/500 GB	1811/1743 MB/s	52,6 Sek., 322 Sek.	3 Jahre/ 1600 TB	2,00	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2195073
SATA III 6 GBits	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Crucial MX500	Ca. € 70,-	931 GiB/1.000 GB	445/459 MB/s	73 Sek., 472 Sek.	5 Jahre/ 360 TB	2,04	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745357
Samsung SSD 870 Evo	Ca. € 330,-	3.725 GiB/4.000 GB	550/486 MB/s	66,9 Sek., 482 Sek.	5 Jahre/ 2400 TB	2,14	05/2021	www.pcgh.de/preis/2458832
Crucial MX500	Ca. € 35,-	466 GiB/500 GB	445/475 MB/s	72 Sek., 473 Sek.	5 Jahre/ 180 TB	2,15	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745351
Teamgroup T-For. Delta MAX RGB SSD	Ca. € 85,-	466 GiB/500 GB	483/448 MB/s	78,7 Sek., 512 Sek.	5 Jahre/ 120 TB	2,21	01/2020	www.pcgh.de/preis/2123067
PCGH Patriot P210	Ca. € 95,-	1.907 GiB/2.048 GB	490/429 MB/s	83,6 Sek., 544 Sek.	3 Jahre	2,43	10/2020	www.pcgh.de/preis/2325311
Kioxia Exceria SATA SSD	Ca. € 60,-	894 GiB/960 GB	433/447 MB/s	107 Sek., 308 Sek.	3 Jahre/ 240 TB	2,46	10/2020	www.pcgh.de/preis/2273348
Samsung SSD 870 QVO	Ca. € 500,-	7.451 GiB/8.000 GB	489/457 MB/s	119 Sek., 972 Sek.	3 Jahre/ 2880 TB	2,51	pcgh.de	www.pcgh.de/preis/2307522

* Neues Test- und Wertungssystem mit PCI Express 5.0

Festplatten (3,5 Zoll)

	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S*	Transfer L/S*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seagate Ironwolf NAS HDD, 16 TB	Ca. € 500,-	14.901 GiB/16.000 GB	7.200	0,2/0,4 Sone	11,8/5,3 ms	208/209 MB/s	1,62	09/2019	www.pcgh.de/preis/2068671
Seagate Barracuda Pro, 14 TB	N. Verf.	13.039 GiB/14.000 GB	7.200	0,1/1,4 Sone	14,2/5,9 ms	201/200 MB/s	1,66	04/2019	www.pcgh.de/preis/1870922
Seagate Ironwolf NAS HDD, 10 TB	Ca. € 320,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,1 Sone	14,8/7,23 ms	188/186 MB/s	1,81	06/2017	www.pcgh.de/preis/1479598
Western Digital Black, 6 TB	Ca. € 260,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	0,5/1,1 Sone	12,4/1,4 ms	179/177 MB/s	1,83	04/2019	www.pcgh.de/preis/1758104
Toshiba X300, 10 TB	Ca. € 245,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,0 Sone	13,5/5,4 ms	192/185 MB/s	1,91	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802069
Toshiba N300, 10 TB	Ca. € 220,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,5/0,8 Sone	13,7/5,4 ms	190/183 MB/s	1,93	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802075
Toshiba N300, 6 TB	Ca. € 230,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	1,1/1,6 Sone	12,0/13,4 ms	167/163 MB/s	1,90	06/2017	www.pcgh.de/preis/1562775

* L/S: Lesen und Schreiben



Einkaufsführer Gehäuse, Netzteile & Sound

Preise: Stand 15.01.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGSTIPP PCGH SPAR-TIPP

Gehäuse

Midi-Gehäuse (altes Testsystem)	Format, Volumen	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontalschräg*	(CPU/GPU/ Innenraum)*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Fractal Design Define 7	Midi-Tower, 62,2 L	Ca. € 165,-	8× 140 mm, 9× 120 mm	3× 140 mm	1,2/1,2 Sone	65/71/42 °C	1,82	08/2020	www.pcgh.de/preis/2239825
Lian Li Lancool II Mesh Perf.	Midi-Tower, 54,1 L	Ca. € 120,-	5× 140 mm, 1× 120 mm	2× 140 mm, 1× 120 mm	2,0/2,1 Sone	61/71/34 °C	2,26	02/2021	www.pcgh.de/preis/2672592
Montech Air 1000 Premium	Midi-Tower, 45,3 L	Ca. € 75,-	5× 140 mm, 3× 120 mm	3× 140 mm, 1× 120 mm	2,4/2,2 Sone	63/71/41 °C	2,37	01/2022	www.pcgh.de/preis/2876728

* System: Intel Core i7-6700K, Asus Z170I, Gigabyte GeForce GTX 1070 OC Edition, 16 GiB DDR4-2133-RAM, Thermalright AXP-100, Seasonic Focus+ Gold PCGH-Edition 550 W, Umgebungstemperatur: 24 °C. Altes Wertungssystem der PCGH 02/2017.

Midi- und Big-Tower (neues Testsystem)	Format, Volumen	Preis	Radiator-Kombination	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontalschräg*	(CPU/GPU/ Innenraum)*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Base Pro 901	Big-Tower, 87,1 L	Ca. € 290,-	Sehr gut (420/360/140)	3× 140 mm	1,8/1,6 Sone	70/64/42 °C	1,33	09/2023	www.pcgh.de/preis/2966228
Asus ROG Hyperion GR701	Big-Tower, 112,9 L	Ca. € 390,-	Sehr gut (420/420/360/140)	4× 140 mm	1,9/2,0 Sone	69/64/43 °C	1,48	09/2023	www.pcgh.de/preis/2905415
Be Quiet Shadow Ba. 800 FX	Midi-Tower, 70,9 L	Ca. € 180,-	Sehr gut (420/420/120)	4× 140 mm	2,0/1,7 Sone	68/62/43 °C	1,49	11/2023	www.pcgh.de/preis/3005959
Be Quiet Pure Base 500 FX	Midi-Tower, 48,3 L	Ca. € 125,-	Gut (360/240/140)	3× 120 mm, 1× 140 mm	2,2/2,0 Sone	64/64/40 °C	1,74	07/2023	www.pcgh.de/preis/2774026
Montech Sky Two	Midi-Tower, 45,3 L	Ca. € 105,-	Befriedigend (360/120)	4× 120 mm	1,8/2,2 Sone	70/66/44 °C	1,93	07/2023	www.pcgh.de/preis/2867380
Cooler Master HAF 500	Midi-Tower, 58,9 L	Ca. € 125,-	Sehr gut (360/360/120)	2× 200 mm, 2× 120 mm	2,3/2,2 Sone	70/63/43 °C	2,03	07/2023	www.pcgh.de/preis/2666390
LC-Power 804B Obsession X	Midi-Tower, 45,8 L	Ca. € 65,-	Sehr gut (360/360/120)	3× 140 mm, 1× 120 mm	2,3/2,4 Sone	71/65/46 °C	2,16	07/2023	www.pcgh.de/preis/2795943
Fractal North TG	Midi-Tower, 44,9 L	Ca. € 145,-	Gut (360/240/140)	2× 140 mm	2,7/2,3 Sone	72/64/45 °C	2,34	11/2023	www.pcgh.de/preis/2861682
NZXT H5 Elite	Midi-Tower, 47,0 L	Ca. € 125,-	Befriedigend (280/240/120)	2× 140 mm, 1× 120 mm	2,2/2,5 Sone	76/67/48 °C	2,35	07/2023	www.pcgh.de/preis/2837891
Fractal Pop Air RGB	Midi-Tower, 46,0 L	Ca. € 85,-	Befriedigend (280/240/120)	3× 120 mm	2,7/2,2 Sone	73/65/46 °C	2,40	07/2023	www.pcgh.de/preis/2760718

* System: Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), MSI MEG Z690 Unify, Asus TUF RTX 3080 12G, 32 GiB DDR5-5600 Corsair Vengeance, Scythe Fuma 2 Rev. B, Seasonic Focus PX-850 (ohne Hybrid-Modus). Umgebungstemperatur: 22 °C. Neues Test-/Wertungssystem ab Midi-Tower der PCGH 07/2023 (altes und neues Verfahren nicht direkt vergleichbar). Angegeben sind die gewichteten Temperaturen des Szenario 1 mit normierten Gehäuse-Lüftern auf 1,2 Sone. Mehr Details im vollwertigen Test.

Mini-Gehäuse (Mini-ITX)	Format, Volumen	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontalschräg**	(CPU/GPU/ Innenraum)**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Cooler Master NR200P	Mini-ITX, 20,3 L	Ca. € 80,-	4× 120 mm, 2× 140 mm	2× 120 mm	3,0/3,2 Sone	71/66/41 °C	2,08	09/2022	www.pcgh.de/preis/2330820
Jonsplus i100 Pro	Mini-ITX, 25,9 L	Ca. € 90,-	3× 120 mm, 3× 120/2× 140 mm	–	2,6/2,8 Sone	75/67/48 °C	2,21	09/2022	www.pcgh.de/jonspli100Pro
Hyte Revolt 3	Mini-ITX, 18,4 L	Ca. € 115,-	2× 140 mm	–	2,2/2,8 Sone	70/67/45 °C	2,33	09/2022	www.pcgh.de/preis/2676698

** System: Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), Asus ROG Strix B660-i, Asus TUF RTX 3080 12G, 32 GiB DDR5-5600 Corsair Vengeance, Alphacool Eisbaer LT 240, Seasonic Focus SGX-750 (SFX). Umgebungstemperatur: 24 °C. Temperatur- und Lautheitswerte unter Spielelast mit Standard-Lüftersteuerung, weitere Werte und Details im entsprechenden Test einsehbar. Neues Test-/Wertungssystem für Mini-Gehäuse der PCGH 09/2022 (altes und neues Verfahren nicht direkt vergleichbar).

Netzteile (mit ATX 3.0)

1.000 Watt als Vergleichsbasis	Preis	PCI-E-8-Pol 12VHPWR ATX-Mainboard*	80 Plus	Lautheit**	Effizienz***	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus ROG Strix 1000G Aura Gaming	Ca. € 220,-	4× (67,5 cm) 600 W (66,5 cm) 59,5 cm	Gold	0/0/0/0,2/0,6 Sone	87/91/93/91 %	1,22	09/2023	www.pcgh.de/preis/2863233
Corsair HX1000i 2023	Ca. € 180,-	4× (75,5 cm) 450 W (64,5 cm) 64,0 cm	Platinum	0/0/0,1/0,6/2,3 Sone	90/93/94/91 %	1,22	01/2024	www.pcgh.de/preis/2949218
FSP Hydro Ti Pro	Ca. € 250,-	5× (78,0 cm) 600 W (69,5 cm) 58,0 cm	Titanium	0/0/0/0,2–3,0/0,3 Sone	92/95/95/93 %	1,22	01/2024	www.pcgh.de/preis/2948284
MSI MPG A1000G PCIE5	Ca. € 185,-	6× (73,5 cm) 600 W (60,0 cm) 60,5 cm	Gold	0/0/0,1/1,1/2,8 Sone	88/92/93/90 %	1,28	09/2023	www.pcgh.de/preis/2815736
Corsair RM1000X Shift	Ca. € 190,-	7× (72,5 cm) 450 W (64,0 cm) 60,5 cm	Gold	0/0/0/0,7/1,9 Sone	87/91/93/90 %	1,35	09/2023	www.pcgh.de/preis/2888904
Enermax Revolution D.F. X	Ca. € 150,-	4× (78,0 cm) 600 W (60,0 cm) 64,5 cm	Gold	0/0,7/0,8/1,4/2,8 Sone	92/94/93/90 %	1,40	01/2024	www.pcgh.de/preis/2991120
Thermaltake Toughpower GF3	Ca. € 145,-	4× (63,0 cm) 450 W (59,5 cm) 59,5 cm	Gold	0/0/0,1/1,2/4,3 Sone	88/91/92/90 %	1,43	09/2023	www.pcgh.de/preis/2807935
Be Quiet Pure Power 12 M	Ca. € 155,-	4× (61,0 cm) 600 W (59,5 cm) 54,5 cm	Gold	0,2/0,2/0,2/0,4/1,7 Sone	89/92/93/90 %	1,51	09/2023	www.pcgh.de/preis/2884016

* Kabellängen mit gemessener „bis zu ca.“-Angabe. 12VHPWR-Codierung bei Corsair: 600 W. ** Sone im 50-cm-Abstand zum Lüfter unter gemessener Drehzahl der Laststufen, mit Beachtung des Passivbereichs, unter 10/20/50/80/100 % Last des Netzteils. *** Unter 10/20/50/100 % Last. | Bemerkung: Werte und Kabelausstattung können bei anderen Wattklassen (derselben Serie) abweichen, prüfen Sie daher genau nach. Mehr Infos, Rechner und Hilfestellungen unter www.pcgh.de/netzteile.

Soundkarten

Soundkarten intern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerverstärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster AE-9	Ca. € 300,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 kHz	ESS9038/129 dB	Ja, „Xamp“	Ja/Ja	Ges. Op-Amps, extern. Modul	1,37	11/2019	Non-PE exkl. bei Creative verfügl.
Creative Sound Blaster AE-7	Ca. € 175,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	ESS9018/127 dB	Ja, „Xamp“	Ja/Ja	Externes Bedien-Modul	1,51	11/2019	www.pcgh.de/preis/2094469
Creative S. Blaster X AE-5 Plus	Ca. € 115,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 kHz	ES9016K2M/122 dB	Ja, LM4562	Ja/nein	RGB-Beleuchtung	1,98	07/2020	www.pcgh.de/preis/2275083
Soundkarten extern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerverstärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster X G6	Ca. € 115,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	CS43131/130 dB	Ja, CS43131	Ja/nein	Auch abseits des PCs nutzbar	1,75	11/2019	www.pcgh.de/preis/1874295
Creative Sound Blaster X3	Ca. € 125,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	AK4458VN/115 dB	Ja, Dual-Amp	Ja/nein	MAC- und PS4-Support (eing.)	1,80	07/2020	www.pcgh.de/preis/2171277
Asus Xonar U7 MKII	Ca. € 75,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 kHz	CS4398/114 dB	Ja, CS4398	Nein/nein	Mikr.-Lautstärkereg. am Gerät	2,21	07/2020	www.pcgh.de/preis/1631776

Headsets

Headsets	Preis	Anschlussart	Bauart	Gewicht	Impedanz	Surround	Besonderheiten	Wertung	Test in	Preisvergleich
JBL Quantum 910 Wireless	Ca. € 190,-	Funk, BT	Geschlossen, ohrmschließend	420 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	ANC, Headtracking	1,39	02/2023	www.pcgh.de/preis/2798420
Steelseries Arctis Nova Pro	Ca. € 220,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrmschließend	300 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Potente USB-Soundkarte	1,35	02/2023	www.pcgh.de/preis/2740751
Corsair Virtuoso RGB XT	Ca. € 215,-	Funk, USB, BT, Kl	Geschlossen, ohrmschließend	400 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	BT-Simultanbetrieb, Dolby Atmos	1,47	11/2021	www.pcgh.de/preis/2539487
Asus ROG Delta S	Ca. € 160,-	USB-C	Geschlossen, ohrmschließend	300 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	ESS 9281 Quad-DAC, MQA-Support	1,48	06/2021	www.pcgh.de/preis/2451557
Beyerdynamic MMX 300	Ca. € 225,-	Klinke	Geschlossen, ohrmschließend	280 Gramm	32 Ohm	Nein	Teile wechselbar, handgefertigt	1,49	03/2017	www.pcgh.de/preis/1557567
Roccat Elo 7.1 Air	Ca. € 80,-	2,4-GHz-Funk	Geschlossen, ohrmschließend	350 Gramm	k.A.	Ja, virtuell	Polster optimiert für Brillenträger	1,64	02/2021	www.pcgh.de/preis/2373722
Cooler Master CH331	Ca. € 45,-	USB-A	Geschlossen, ohrmschließend	340 Gramm	16 Ohm	Nein	Gutes Preis-Leistungsverhältnis	1,79	02/2023	www.pcgh.de/preis/2801808

**FREUNDE WERBEN.
UND BELOHNT WERDEN.**

PC-SPIEL KOSTENLOS ALS KEY!

Empfehl **PCGH** weiter und freut euch über ein brandaktuelles Spiel von **GAMESPLANET**! Das Beste: Der Werber muss selbst kein Abonnent sein!



1

SPIEL AUSSUCHEN

➤ pcgh.de/gamesplanet

2

ABO BESTELLEN

➤ pcgh.de/1-jahres-abo
➤ pcgh.de/2-jahres-abo

3

KEY EINLÖSEN

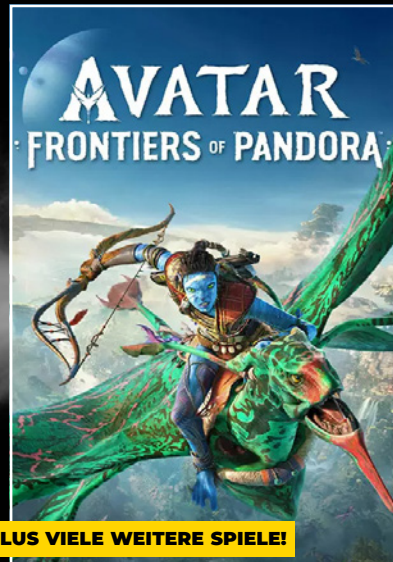
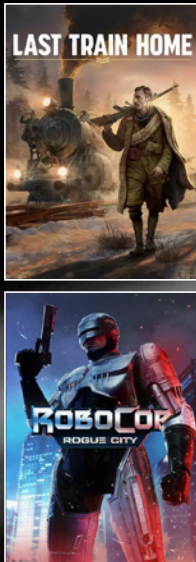
➤ bei Gamesplanet



PLUS VIELE WEITERE SPIELE!

➤ **12 AUSGABEN PCGH DVD**
UND **TOP-SPIEL** GLEICH BESTELLEN:

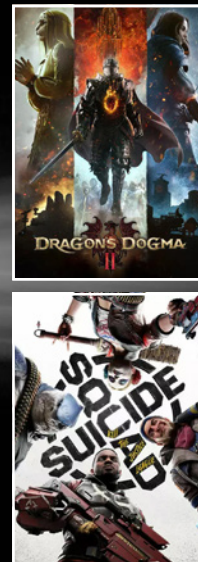
PCGH.DE/1-JAHRES-ABO *



PLUS VIELE WEITERE SPIELE!

➤ **24 AUSGABEN PCGH DVD**
UND **TOP-SPIEL** GLEICH BESTELLEN:

PCGH.DE/2-JAHRES-ABO **



*1-Jahres-Abo DVD: 93,- Euro
(Stand Januar 2023)

**2-Jahres-Abo DVD: 186,- Euro
(In Deutschland - Stand Januar 2023)

PCGH-ABO? DESWEGEN:

- STARKE PREISVORTEILE
- KEINE AUSGABE VERPASSEN
- BEI ZAHLUNG PER BANKEINZUG SOGAR ZWEI HEFTE KOSTENLOS!
- FRÜHER BEI EUCH ALS AM KIOSK
- KOSTENLOSE ZUSTELLUNG PER POST

Vorschau: 04/2024



Vergleich RTX 4070 TiS & 4080S*

In dieser Ausgabe reichte es nur für eine Vorschau auf Nvidias kommende 16-GiByte-Grafikkarten, im kommenden Heft testen wir die starken Gaming-GPUs jedoch auf Herz und Nieren – Vergleichstest zahlreicher Custom-Designs inklusive.

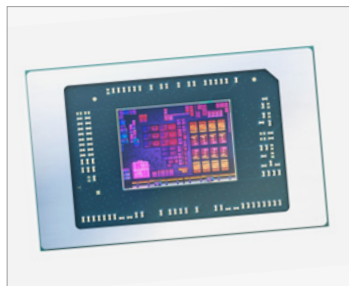


Bild: AMD

Intel-Boards*

Falls Sie das passende Motherboard für einen Intel-LGA1700-Prozessor suchen, hilft Ihnen unser Vergleichstest.

APU vs. GPU*

Mit Ryzen 8000G erscheinen in Kürze spieleaugliche Prozessoren. Doch wie stark ist die integrierte GPU wirklich?

Weitere Themen (u. a.)*

Tests: DDR5-RAM, CPU-Luftkühler & Headsets

Special: Der Ultra-HD-Guide: Grafikkarten und Monitore



Vollversion: Metro: Last Light Redux

Die nächste PCGH erscheint am
1. März – **JETZT IMMER FREI-TAGS!** Abonnenten erhalten das Heft etwas früher.

* Alle Angaben und Termine ohne Gewähr! Es kann aus Aktualitätsgründen zu außerplanmäßigen Änderungen kommen.

COMPUTEC

marquard group

Ein Unternehmen der Marquard Media Group AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media GmbH
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
leserpost@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcg.hx.de

Geschäftsführer Christian Müller, Rainer Rosenbusch

Brand/Editorial Director (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitende Redakteure Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al), Manuel Christa (Video, mc), Veronika Maucher (PCGH Ratgeber)

Redaktion Richard Engel (re), Jan Hauck (jh), Oliver Jäger (oj), Felix Kellig (fk), David Ney (dn), Santana Raus (sr), Philipp Reuther (pr), Frank Stöwer (fs), Torsten Vogel (tv)

Mitarbeiter dieser Ausgabe Christian Beck (cb), Tristan Hesser (th), Ralf S. Khan (rs), Frank Pfründer (Lt.), Alexandra Böhm

Layout Alexandra Böhm

Layoutkoordination Frank Pfründer

Titelgestaltung tb, mc, re, jh, oj, fk, al, dn, fp, sr, pr, fs, rv, tv, dw

Fotografie Heft Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

Bildnachweis Thomas Dzwiewsek

DVD-Produktion

Produktion, Vertrieb, Abonnement Martin Clossmann (Lt.), Uwe Hönig
Marketing Jeanette Haag (Lt.), Simon Schmid

www.pcgameshardware.de

Brand/Editorial Director Thilo Bayer

Redaktion Manuel Christa, Richard Engel, Oliver Jäger, Felix Kellig, Andreas Link, David Ney, Santana Raus, Philipp Reuther, Frank Stöwer, Torsten Vogel, Raffael Vötter

Head of Audience & Content Development Andreas Herzog
Entwicklung Markus Wolny (Lt.), René Giering, Tobias Hartlehnert, Christian Strzelczyk, Daniel Deringer

Produktmanagement Aykut Arık

Webdesign Herbert Haida, Daniel Popa

Anzeigen

CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Sales Director

Jens-Ole Quiel: Tel.: +49 911 2872-253; jens-ole.quiel@computec.de

Anzeigenberatung Print / Digital

Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Verantwortlich für den Anzeigenteil

Franziska Behme, Adresse siehe Verlagsanschrift

E-Commerce & Affiliate Daniel Waadt (Head of E-Commerce & Affiliate), Tobias Billmeier, Benjamin Gründken, Frank Stöwer, Maximilian Steffen, Thomas Szedlak, Stephan Wilke, Martin Deiß

Creation & Services Wolfgang Fischer (Head of Creation & Services), Jan Weingarten
Corporate Publishing Uwe Hönig (Head of Corporate Publishing)

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Kehrrieder 8-9, 20457 Hamburg
Tel.: +49 40 – 468 567-100
www.stroeer.de, kontakt@stroeer.de

Anzeigenendisposition Franziska Behme, Annett Heinze, anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 37 (01/2024)

Abonnement – <http://abo.pcgameshardware.de>

Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistender Unternehmer.

Post-Adresse:

Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland

E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*

Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:

E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002

Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Einzelversand/Nachbestellung

Online: www.pcg.hx.de/golshop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG, Meßberg 1, 20086 Hamburg, Internet: www.dpv.de

Druck: EDS Zrinyi Zrt., Nadas st. 8., H-2600 Vác Ungarn

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:

Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.



Deutschland:

4PLAYERS, BUFFED, GAMESWORLD, GAMEZONE, GOLEM, LINUX-COMMUNITY, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, MAKING GAMES, N-ZONE, GAMES AKTUELL, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 4, RASPBERRY PI GEEK, VIDEOGAMESZONE

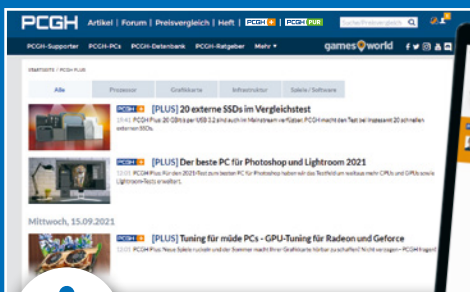
Marquard Media Hungary:

JOY, JOY-NAPOK, INSTYLE, SHOPPIEGO, APA, ÉVA, GYEREKLELEK, FAMILY.HU, RUNNER'S WORLD

NOCH mehr PCGH ?!

AB SOFORT HABEN WIR **ZWEI NEUE ANGEBOTE** FÜR EUCH:

PCGH +



**ALLE WICHTIGEN
PCGH-MAGAZIN-ARTIKEL
SEIT MAI 2018 IM WEBLAYOUT**

KEINE EXTERNE WERBUNG

KEIN USER-TRACKING

**MONATS- ODER JAHRESABO
AB 4,17 EURO IM MONAT**

PCGH PUR



KEINE EXTERNE WERBUNG

KEIN USER-TRACKING

**MONATS- ODER JAHRESABO
AB 2 EURO IM MONAT**



WWW.PCGH.DE/SUPPORT

LINUX

MAGAZIN

amazon
5 EURO-GUTSCHEIN

SICHERN SIE SICH JETZT IHR GESCHENK!

EIN AMAZON-GUTSCHEIN ÜBER 5,00 €

**33%
Rabatt**

**TESTEN SIE
3 AUSGABEN
FÜR 21,00 €**

OHNE DVD 17,00 €

ABO-VORTEILE

- Günstiger als am Kiosk
- Versandkostenfrei bequem per Post
- Pünktlich und aktuell
- Keine Ausgabe verpassen



Telefon: 0911 / 9939 90 98

E-Mail: computec@dpv.de

Einfach bequem online bestellen: shop.linux-magazin.de