MAGAZIN
€ 3,99 | 02/2014 Mit DVD für € 5,50 erhältlich

Ausgabe 160

PC Games Hardware

www.pcgameshardware.de ▪ www.pcghx.de

Test: 5.1-Sound + Kopfhörer Ab S. 84



Lohnt sich teure Hardware?

CPUs & GPUs 2008 bis 2013



Mittelklasse gegen High End: Wann sich Aufrüsten lohnt! Ab S. 16



LCDs endlich lagfrei?

Flüssig spielen dank G-Sync: Ausführlicher Test Ab S. 24

Jetzt nachbauen: Geheimtipp Lufttunnel

Bauanleitung: Passend für viele Grafikkarten, mehr Spieleleistung durch niedrigere Temperaturen Ab S. 40

APUs im großen Benchmark-Test

AMD gegen Intel: 8 Seiten Benchmarks + Ausblick auf die „Kaveri"-Generation Ab S. 52

Günstige 24-Zöller S. 92



Test: Neue SSDs S. 68



SSD im RAID S. 74



€ 3,99 | Ausgabe 02/2014
Österreich € 4,30 | Schweiz sfr 7,50 | Benelux € 4,50 | Italien, Spanien, Portugal, Frankreich € 4,90 | Dänemark dkr 33,50

FATAL1TY

ASRock



KILLER

GAMING
SERIES
MOTHERBOARDS

NO LAG, JUST FRAG!

Killer E2200 GAME NETWORKING

5X Networking Performance



• The specification is subject to change without notice. • The brand and product names are trademarks of their respective companies. • Any configuration other than original product specification is not guaranteed.

www.asrock.com | www.fatal1ty.com

Deadlines, Early Access und 25 Jahre Computec



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

Der Fluch fester Veröffentlichungstermine: PCGH-Redakteure kennen das Thema nur zu gut. Schließlich muss jeden Monat pünktlich das Heft zur Druckerei gebracht werden, denn ansonsten haben die treuen Leser ja keinen neuen Lesestoff. Aber auch Spieleentwickler plagt die Last fester Deadlines. Da werden in der sogenannten Crunch-Phase Überstunden en masse geschoben, damit das Spiel wie vom Publisher bestellt rechtzeitig fertig wird. Das geht auch mal in die Hose. Zwei prominente Beispiele sind aktuell *X Rebirth* (siehe auch Interview auf S. 108) und *Battlefield 4*. Beide Titel werden seit Release regelmäßig gepatcht; beide Spiele haben extrem negative Publicity dafür bekommen, in welchem Zustand sie veröffentlicht wurden. Punktlandungen sind gerade in der Spieleentwicklung Glückssache, denn nicht immer sind Probleme vorherseh- oder gar planbar. Zeit für Publisher, an dieser Stelle umzudenken und Spiele auch einmal später als geplant zu bringen, dafür aber weitgehend fehlerfrei.

Early Access als Alternative? Steam bietet schon seit einiger Zeit den sogenannten Early Access an. Im Grunde veröffentlicht der Entwickler dann eine explizit als solche gekennzeichnete Alpha- oder Beta-Version des Spiels, allerdings nicht kostenlos, wie früher üblich, sondern gegen Bares. Der Kunde kauft quasi schon die Vollversion, kann aber vorab frühe Versionen des Spiels zocken. Der Entwickler bekommt dann schon zu einem frühen Zeitpunkt Einnahmen, der Spieler aber oft eine Version des Spiels, die nicht nur extrem buggy, sondern oft auch unvollständig ist bei Features oder Inhalten. So richtig überzeugt mich das Konzept noch nicht, denn mit Bugs will ich mich in meiner knappen Freizeit eigentlich nicht herumschlagen. Wie sieht es bei Ihnen aus?

25 Jahre Computec: 1989 wurde Computec gegründet und begann in einer Garage mit Diskettenmagazinen, bevor 1991 das erste Printmagazin *Playtime* erschien. Just 1991 erstand ich meinen ersten PC und ohne Computec würde es auch keine PC Games Hardware geben. 2014 feiert die Firma hinter PCGH ihr 25-jähriges Jubiläum. Einen Vorgeschmack auf die geplanten Aktionen gibt es auf www.pcgameshardware.de/computec25 und auf Seite 107. 2014 wird ein spannendes Jahr, so viel kann ich schon einmal versprechen.

Viel Spaß mit Ausgabe Nummer 160 wünscht Ihr

Thilo Bayer

facebook
PCGH-Fan werden auf:
www.facebook.com/pcgameshardware

Nicht verpassen



Cover unverbindlich

www.pcgh.de/geforce



Phil darf wieder handwerklich tätig werden und bastelt einen Grafikkartenlufttunnel.



Unser Audio-Phil zitiert für Sie 5.1-Systeme sowie Headsets und Kopfhörer zum Sound-Check.



Tom holt sich für die Extremübertaktung mit flüssigem Stickstoff kompetente Hilfe vom Forenmoderator und LN2-Profi Roman „der8auer" Hartung.

Die Redaktion im Dezember 2013

+++ Raff überprüft 12 Grafikkarten (u. a. GTX 780 Ti und R9-290) auf deren Leistung **+++ Carsten** vergleicht die Hardware im Inneren der PS4 und Xbox One mit der im PC **+++ Der Spieleonkel und Dominik** nehmen Sie mit auf eine Zeitreise durch die Systemanforderungen populärer Spielereihen **+++ Raff** organisiert den Test der 13 Jahre alten Voodoo 5 5500 AGP 4x **+++ Reinhard** nimmt HDDs mit 2 und 4 TB sowie SSDs bis 500 GB unter die Testlupe **+++**

Heftinhalt



Tiefkalt am Limit

Um mit dem Rechner Geschwindigkeitsrekorde zu brechen, bedarf es mehr als eine Luft- oder Wasserkühlung. Der -196 °C kalte Flüssigstickstoff liefert die besten Rahmenbedingungen. PCGH wagt sich an Übertaktungsrekorde von Prozessoren!

SPECIALS

Praxis: Übertakten mit Stickstoff.....**08**
Im ersten Teil der Extreme-OC-Serie übertakten wir einen Core i7-3770K auf 6.533,97 MHz.

Praxis: Zukunftssicher investieren.....**16**
Wir klären die Frage: Mehr Geld für teure High-End-Hardware ausgeben oder doch mit Mittelklasse-Komponenten sparen?

Test: Nvidia G-Sync.....**24**
PCGH testet einen der ersten LC-Displays mit G-Sync-Technik für ein ruckel- und Tearing-freies Spielgefühl.

GRAFIKKARTEN

Startseite **30**
PCGH-Leistungsindex von Single-GPU-Karten

Test: Grafikkarten ab 300 Euro.....**32**
7 x Geforce GTX 780 Ti sowie 2 x Radeon R9 290 & Co.

Praxis: Grafikkartenlufttunnel.....**40**
Kühlung der Grafikkarte durch Lufttunnel optimieren und dadurch sogar mehr Fps erhalten

Test: Voodoo 5 5500 mit AGP-4x **46**
Sie ist die seltenste 3dfx-Schöpfung. PCGH macht den Test – 13 Jahre später.

PROZESSOREN

Startseite.....**50**
PCGH-Leistungsindex von Prozessoren

Test: APUs im Spiele-Check.....**52**
10 Accelerated Processing Units (CPU + GPU) von AMD und Intel im Vergleichstest

Info: AMD Kaveri.....**60**
Vorschau auf die APU-7000-Reihe mit Steamroller-CPU-Kernen und Radeon-GCN-Grafik

INFRASTRUKTUR

Startseite **62**
Test: Logitech G602, Dell UP3214Q

Test: Festplatten mit 2 und 4 TByte.....**64**
Toshiba DT01ACA200, Hitachi Deskstar 7K4000, Seagate Desktop HDD.15 4000GB, Western Digital Black 4.0 TB sowie Digital Red 4.0 TB und Digital Green 2.0 TB

Test: SSDs bis 500 GByte **68**
OCZ Vector 150 (240 GB) und Vector 150 (120 GB), Toshiba Q-Series Pro (256 GB), Adata XPG SX900 (512G), Team Group Team Dark L3 (240G)

Praxis: SSDs im RAID 0 .....**74**
Welche Vorteile haben Spieler von SSDs im schnellen RAID-0-Verbund?

Test: X79-Luxus-Mainboards.....**78**
Asus Rampage IV Black Edition und MSI Big Bang Xpower II im Test

Test: 5.1-Surround-Systeme bis 600 Euro.....**84**
Eigenbau Mivoc + Yamaha, Teufel Concept E 450 Digital, Logitech Z906

Test: Headset vs. Kopfhörer.....**88**
Steelseries Siberia Elite, Beyerdynamic Custom One Pro + Custom Mic, Philips Fidelio X1, Denon AH-D340 Music Maniac, Beyerdynamic Custom One Pro

Test: Preiswerte 24-Zoll-LCDs.....**92**
Acer G6 G246HYLbmjj und G6 G246HLBbid, Benq GL2460HM, Dell Ultrasharp U2412M, Samsung S24C450MW, LG Flatron 24EB23PY-W, AOC e2495Sd sowie Asus VS248H

Test: Geforce-SFF-PCs.....**98**
Systea Geforce GTX Gamer Plus und Caseking CK Phenom Recoil – SFF Nvidia Edition

Test: Xbox One, PS4 vs. PC.....**102**
Die x86-Konsolen Playstation 4 und Xbox One unter der Technik-Lupe

SPIELE & SOFTWARE

Startseite **108**
X Rebirth: Egosoft-Chef redet Klartext

Praxis: Systemanforderungen im Wandel der Zeit.....**110**
Zeitreise durch die Systemanforderungen bekannter Spieleserien

EINKAUFSFÜHRER

Grafikkarten **120**
Prozessoren & Kühler **121**
Mainboards & RAM **122**
LCDs, Eingabe & Soundkarten **123**
SSDs & Festplatten **124**
Gehäuse, Lüfter & Netzteile **125**

SERVICE

Editorial **03**
Inhalt DVD **06**
PCGH-PC **39**
Abo-Angebote.....**83, 97**
Lesereinsendungen **117**
Teamseite & Impressum **128**
Die letzte Seite **130**

computec MEDIA EDITION

ALLE PREMIUM-BOOKAZINES IM ÜBERBLICK

25 JAHRE computec MEDIA LEIDENSCHAFT FÜR GAMES















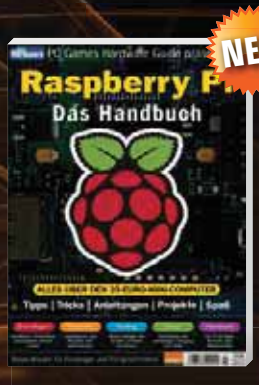












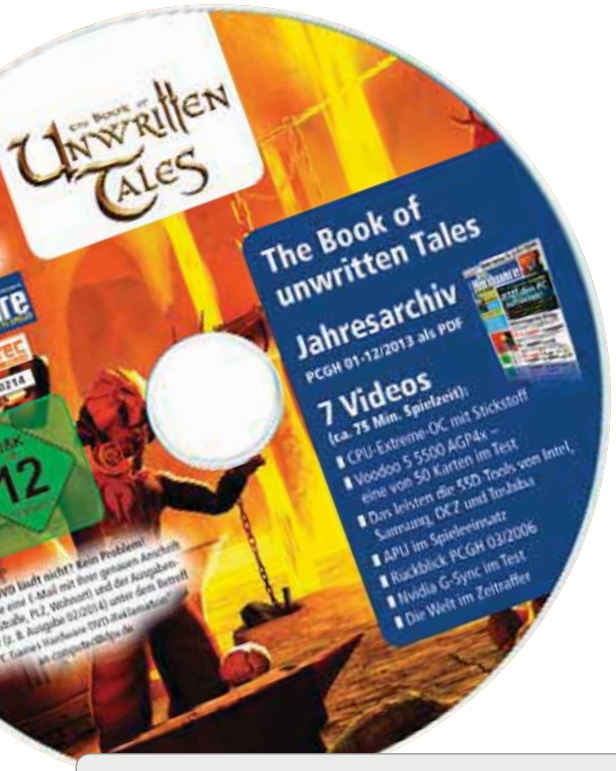


Bequem online bestellen:
shop.computec.de/edition

Jetzt auch für das iPad in der Computec-Kiosk-App

computec MEDIA KIOSK

Heft-DVD



Videos, Spiele, Anwendungen – unsere Heft-DVD ist wie immer mit nützlichen, informativen und auch spaßigen Inhalten gefüllt. Wir stellen Ihnen das Beste des Silberlings vor.

PDF-Jahresarchiv

Auf der Heft-DVD finden Sie alle zwölf Ausgaben von PC Games Hardware als PDF-Datei. Es handelt sich um die Hefte 01/2013 bis 12/2013 in zwölf „handlichen" Dateien. Sie können die PDFs auf dem PC, dem Tablet, dem Smartphone oder auch einem E-Book-Reader lesen. Schauen Sie gleich nach, welche IT-Themen uns im Jahr 2013 bewegt haben.

- **Titel: PDF-Jahresarchiv**
- **Art: PDF-Dateien**
- **Inhalt: PCGH 01 bis 12/2013**



Die DVD im Überblick

Vollversionen

- The Book of Unwritten Tales

Specials

- PCGH-PDF-Heftarchiv 01-12/2013
- Begleitmaterial 3dfx (PDF)

PCGH-Top-Videos

- CPU-Extreme-OC mit Stickstoff
- Voodoo 5 5500 AGP4x – eine von 50 Karten im Test
- APU im Spieleeinsatz
- Rückblick PCGH 03/2006
- Nvidia G-Sync im Test
- Die Welt im Zeitraffer
- Das leisten die SSD-Tools von Intel, Samsung, OCZ und Toshiba

Tools

- AS-SSD Benchmark 1.7.4739.38088, Cinebench R15, Fraps 3.5.99, Prime95 2.79, Super Pi 1.5
- AMD Overdrive 4.2.6, Geforce Experience 1.7.1.0, GPU-Z 0.7.4, MSI Afterburner 2.3.1 (3.0 BETA 9), Nvidia Inspector 1.9.7.0, PCGH VGA-Tool 1.0.1, Radeon Pro 1.1.1.0, Sapphire Trixx 4.6.0, SSAA-Tool 1.01
- Core Temp 1.0 RC6, CPU-Z 1.67, HD Tune 2.55 (5.50 Trial), Speedfan 4.49, Sysinternals Suite 11/2013

Die DVD läuft nicht? Kein Problem! Schicken Sie eine E-Mail mit Ihrer genauen Anschrift (Name, Straße, PLZ, Wohnort) und der Ausgabennummer (z. B. Ausgabe 02/2014) unter dem Betreff „PC Games Hardware DVD-Reklamation" an computec@dpv.de.

PCGH-Top-Videos



APUs und Spiele: Carsten prüft nach, ob man mit den integrierten Grafikeinheiten von modernen Prozessoren überhaupt spielen kann.



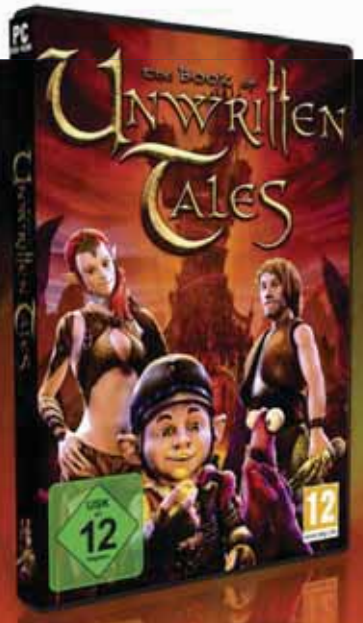
Extreme-OC: So setzt man Stickstoff zur Kühlung der Prozessors ein und geht auf die Jagd nach Übertaktungs-Rekorden.



Nvidia G-Sync: Wir testen ein LCD mit G-Sync-Technik und zeigen per Zeitlupenaufnahmen, was die Technik für Spieler tatsächlich bringt.



Die Welt im Zeitraffer: Daniel Waadt zeigt zusammen mit Stefan Vander, wie toll Sonnenuntergänge und Co. im Zeitraffer aussehen können.



The Book of Unwritten Tales

Eine mystische Fantasie-Welt voller Abenteuer und Rätsel wartet auf Sie in dem Point-and-Click-Adventure *The Book of Unwritten Tales.* Sie schlüpfen dabei abwechselnd in die Rolle von Wilbur dem Gnom, Ivo der Elbe oder Nate dem Freibeuter. Es liegt an Ihnen, ein mystisches Artefakt zu finden und es dem Erzmagier Alistair zu überreichen, der in der fernen Menschenstadt Seefeld haust. Dabei treffen Sie während Ihrer langen Reise auf aberwitzige und humorvolle Anspielungen, auf über 40 Personen und rund 250 Gegenstände. Durch 150 Kombinationsrätsel und Minispiele sowie durch über 60 verschiedene Areale kommt in der Fantasywelt garantiert keine Langeweile auf.

Internet-Aktivierung
Keine Aktivierung über das Internet notwendig.

Empfohlene System-Voraussetzungen
CPU: Intel Pentium 4 3,2 GHz oder besser; Arbeitsspeicher: 4 GiByte RAM; Grafikkarte: Nvidia Geforce 7800 / AMD Radeon X1800 oder besser; Direct X 9.0c; 6 Gigabyte freier Festplattenspeicherplatz



Im Laufe Ihrer Reise zu Alistair werden Sie auf viele Personen, Monster sowie skurrile Wesen treffen.



Nicht nur die USK wird durch den Kakao gezogen. Der Titel schreckt auch nicht vor Anspielungen auf bekannte Fantasyfilme zurück.

Zwar ist *The Book of Unwritten Tales* etwas älter, doch die Grafik zeigt immer noch sehr viel Charme. Die Atmosphäre der Fantasywelt wird sicherlich auch bei Ihnen sehr gut ankommen.





Durch aberwitzige Dialoge gibt es garantiert immer etwas zu lachen. Das sorgt für Abwechslung zwischen den Rätseln.



Rückblick PCGH 03/2006: In diesem Video zeigen wir in einem humorvollen Rückblick, welche Themen uns in Ausgabe 03/2006 beschäftigt haben.



Kultgrafik Voodoo 5 5500: Raff hat eine Voodoo 5 5500 mit AGP4x getestet, dabei handelt es sich um eine von 50 Karten weltweit.



SSD-Tools: Reinhard stellt die Programme von Intel, Samsung, OCZ und Toshiba vor und erklärt, was diese Tools für SSDs leisten.



Extremes Übertakten mit flüssigem Stickstoff

Teil 1

Tiefkalt am Limit

Um mit dem Rechner Geschwindigkeitsrekorde zu brechen, bedarf es mehr als eine Luft- oder Wasserkühlung. Der -196 °C kalte Flüssigstickstoff („LN2“) liefert die besten Rahmenbedingungen.

Moderne Prozessoren arbeiten immer effizienter: Trotz steigender Leistung nehmen Leistungsaufnahme und Abwärme ab. Zudem bergen viele CPUs ein höheres Leistungspotenzial, als offiziell beziffert wird. Besonders interessant sind hierbei die Extreme Editions und Modelle mit dem Namensanhängsel „K“ von Intel sowie die FX-Chips von AMD. Diese verfügen nämlich über einen freien Multiplikator, was Übertaktungsversuche besonders einfach macht. Bei den APUs von AMD sollten Sie auf den Namenszusatz „Black Edition“ achten, den Prozessoren mit offenem Multiplikator tragen. Doch damit ist es noch nicht getan: Wer ernst zu nehmende Overclocking-Experimente wagen möchte, benötigt zusätzlich ein geeignetes Mainboard und hat idealerweise schnellen Arbeitsspeicher zur Hand.

Welche Modelle hier passend sind, hängt stark von der verwendeten Plattform ab: Für Sockel-1155-Systeme ist der Z77-PCH empfehlenswert, für den Sockel 1150 entsprechend der Nachfolger Z87. Beim High-End-Sockel 2011 kommt traditionell der PCH X79 zum Einsatz. Für AMD-FX-Nutzer empfehlen sich Hauptplatinen mit 990FX-Chipsatz. Hochpreisige Modelle punkten oft durch mehr Overclocking-Funktionen und belastbarere Bauteile.

Die zahlreichen auf dem Markt verfügbaren RAM-Module bieten sehr unterschiedliches Übertaktungspotenzial, welches stark von den verwendeten Speicherchips abhängt. Leider lässt sich vorab kaum feststellen, welche Riegel das gewünschte Modell verwenden. Hier hilft oft nur Recherche im Internet. Für die ersten Schritte sind Sie mit DDR-3-2400-Speicher in vielen Fällen gut aufgestellt.

Wir haben uns für diesen Artikel mit Roman „der8auer“ Hartung zusammengetan, der nicht nur regelmäßig mit flüssigem Stickstoff übertaktet, sondern seit einigen Jahren auch Spezialkühler für extremes Übertakten entwickelt. Benchmark-Rekorde lassen sich nämlich nur mit aufwendiger Kühlung erzielen. In diesem Artikel zeigen wir Ihnen, wie auch Sie ein solches Projekt angehen können.

Video auf Heft-DVD



Sehen Sie auf unserer Heft-DVD, mit welchen Problemen die PCGH-Redakteure Stephan und Tom und Gast-Übertakter Roman bei Ihrem Testsystem zu kämpfen haben und wie sie am Ende dann doch noch zu vernünftigen Benchmark-Ergebnissen kommen.

Ausstattung für extremes Übertakten

Wer sich erstmals an extremes Übertakten wagt, darf einige Investitionen nicht scheuen: Neben geeigneter PC-Hardware ist einiges an Zubehör notwendig, um auf die Jagd nach Benchmark-Rekorden zu gehen.

Rahmenbedingungen

Der Raum, in dem die Bench-Session stattfindet, sollte über einen großen Tisch für das Testsystem verfügen gut belüftet sein. Für möglichst sichere Arbeitsbedingungen sind eine Schutzbrille gegen Spritzer und Cryo-Handschuhe zudem unverzichtbar. Gewöhnliche (Winter-)Handschuhe sind ungeeignet und können zu schlimmen Kälteverbrennungen führen!

Das System, mit dem Sie benchen möchten, sollten Sie zudem bereits mit einer Luft- oder Wasserkühlung getestet haben. Das Wissen über die Tuning-Reserven erleichtert es beim Einsatz von Flüssigstickstoff oft, schnell und problemfrei in hohe Taktregionen vorzustoßen. Das Betriebssystem sollte frisch installiert und mit allen benötigten OC-Tools und Benchmarks ausgestattet sein. Bei den ersten Gehversuchen mit Flüssigstickstoff ist es empfehlenswert, auf ein etwas älteres System zu setzen. Dann hält sich der Schaden in Grenzen, falls es leider zu einem Defekt kommt.

Vorbereitungen

Neben einem CPU-Kühler für den flüssigen Stickstoff, meisten Container oder auch Pot genannt, wird weiteres Zubehör benötigt. Das sogenannte Liquid Tape minimiert das Defektrisiko durch kondensiertes Wasser auf der Platine. Die Flüssigisolation wird vorsichtig von oben und unten auf das Mainboard gepinselt. Zusätzlich verwenden wir Baumwolltücher, Armaflex (ein gummiartiges Material, leicht schneidbar und gut abschirmend) sowie Panzertape, um ungenutzte RAM-Bänke sowie den gesamten Bereich rund um den CPU-Sockel ausreichend vor Feuchtigkeit zu schützen.

Bevor der CPU-Container auf den Prozessor platziert und montiert wird, setzen wir den Temperaturfühler im Boden des Pots ein und schließen diesen an unser Temperatur-Messgerät an. So haben wir die Hitzeentwicklung immer im Blick. Der Container wird ebenfalls mit Armaflex isoliert und sollte so festgeschraubt werden, dass ein guter, aber kein extremer Anpressdruck herrscht. Ansonsten kann es zu Kontaktproblemen zwischen Prozessor und Sockel kommen, sodass der PC nicht startet oder RAM nicht voll erkannt wird.

Die Wärmeleitpaste Gelid GC-Extreme hat sich als zuverlässig bei extrem niedrigen Temperaturen herausgestellt. Das LN2 beziehen Sie am einfachsten bei Händlern, die sich auf den Vertrieb von Gasen spezialisiert haben. Oftmals können Sie dort gegen Pfand auch einen Dewar leihen, mit dem sich der Stickstoff transportieren und später in Thermoskannen umfüllen lässt. Tipp: Preise vergleichen! Stammkunden erhalten übrigens meist deutlich besser Konditionen.



Vermeiden Sie jeglichen Körperkontakt mit dem -196 °C kalten Flüssigstickstoff. Eine Schutzbrille und Cryo-Handschuhe erhöhen die Sicherheit.



Manche Flüssigstickstoff-Anbieter verleihen Dewargefäße. Durch die Vakuumisolierung lässt sich das LN2 in diesen Gefäßen einige Tage mit geringen Verlusten lagern.



Eine 100-Gramm-Dose Flüssigisolation reicht für viele Anwendungen aus. Die zähflüssige Masse lässt sich mit einem Malpinsel gut auftragen.

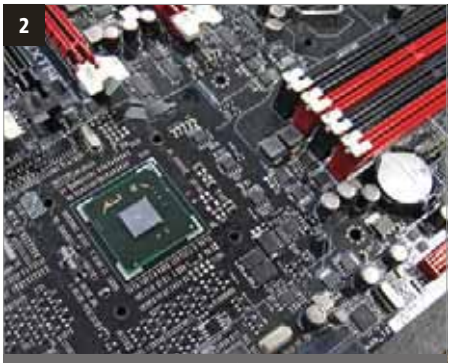
Übertakten mit LN2: Benötigte Komponenten

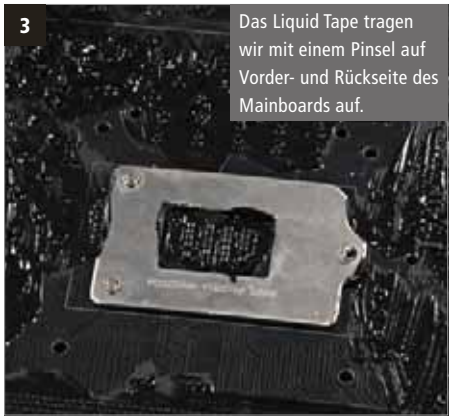
Komponente	Produktbezeichnung	Preis (ca.)
CPU-Container	der8auer Fusion rev 3.1	€ 220,-
Container-Abdeckung	Armaflex-Rohrisolation 15 cm (70 mm Durchmesser)	€ 6,-
Wärmeleitpaste	Gelid GC-Extreme 3,5 Gramm	€ 7,-
Temperaturfühler	Thermocouple K-Type	€ 9,-
MB-Abdeckung	Armaflex-Matte 10mm (500 x 500 mm)	€ 5,-
MB-Isolierung	Liquid Tape 100g	€ 19,-
Thermoskanne	Aluminium-Thermoskanne 1,5 l (ca. Stückpreis)	€ 15,-
Thermometer	Temperatur-Messgerät mit Anschluss für K-Fühler	€ 90,-
Schutzkleidung	Cryo-Handschuhe und Schutzbrille	€ 135,-
Kühlmittel	25 Liter Flüssigstickstoff (für ca. 5 Stunden CPU-OC)	€ 100,-
Gesamtpreis		**€ 606,-**

Vorbereiten des Bench-Setups

1

Als ersten Schritt entfernen wir die Kühler des PCHs sowie die der Spannungswandler.

2

Nach der Demontage ist der freigelegte PCH-Chip unterhalb der RAM-Bänke sehr gut zu erkennen.

3

Das Liquid Tape tragen wir mit einem Pinsel auf Vorder- und Rückseite des Mainboards auf.

4

Um den Trocknungsprozess zu beschleunigen, verwenden wir einen Heißluftföhn.

5

Anschließend kleben wir die ungenutzten RAM-Slots mithilfe von Isolierband ab.

6

Zusätzlich decken wir den gesamten Bereich rund um den Sockel mit Baumwolltüchern ab.

7

Im nächsten Schritt setzen wir den Temperaturfühler im Pot ein und platzieren anschließend den Container auf der CPU.

8

Direkt darauf ummanteln wir den Container mit Armaflex-Isolierung und schrauben den Pot auf dem Sockel fest.

9

Wenn das System läuft, muss regelmäßig flüssiger Stickstoff nachgegossen werden. Dazu verwenden wir simple Thermoskannen aus Aluminium.

10

Wenn das System zu kalt ist, startet es aufgrund des sogenannten „Cold-Boot-Bugs" nicht mehr: Mit dem Heißluftföhn bringen wir die CPU auf Betriebstemperatur.

Spezialkühler für flüchtige Kühlsubstanzen

Gewöhnliche Luft- als auch Wasserkühler für Prozessoren sind für sich betrachtet geschlossene Systeme: Die Abwärme wird über die Bodenplatte aufgenommen und dann entweder von der Substanz in der Heatpipe oder dem Wasser aufgenommen und dorthin transportiert, wo die Wärme über eine große Oberfläche abgegeben werden kann. Bei einer Wasserkühlung reicht es aus, alle paar Monate Wasser nachzufüllen.

Nachfüllen ist Pflicht

Völlig anders verhält es sich beim Übertakten mit Trockeneis oder Stickstoff: Bei den üblicherweise Container oder Pot genannten Spezialkühlern handelt es sich um oben offene, zylinderförmige Metallrohre. Das von oben eingefüllte Kühlmedium verdampft innerhalb kurzer Zeit komplett, sodass innerhalb einer Stunde mehrere Kilogramm/Liter nachgefüllt werden müssen. Bei CPUs muss man mit rund 5 Litern Stickstoff rechnen – bei High-End-GPUs mit noch mehr.

Das fortwährende Verdampfen ist Vor- und Nachteil zugleich: Gerade Einsteiger kann es vor große Schwierigkeiten stellen, sich auf das Optimieren des Systems, das Starten von Benchmarks, das Speichern von Ergebnissen und häufig auch noch die Fehlersuche zu konzentrieren, während spätestens alle paar Minuten die Kühlsubstanz nachgefüllt werden muss. Deswegen kann es nicht schaden, wenn eine zweite Person beim Übertakten hilft und zum Beispiel das Nachfüllen des Kühlmittels übernimmt. Erfahrene Übertakter schätzen hingegen die Möglichkeit der Temperaturkontrolle, da viele Komponenten bei einer zu starken Abkühlung ihre Funktion vorübergehend einstellen können. Mit Trockeneis ist nur eine eingeschränkte Temperaturkontrolle möglich: Da festes Kohlenstoffdioxid lediglich eine geringe Auflagefläche bietet, befindet sich sinnvollerweise eine Flüssigkeit wie Aceton am Boden des Containers, die einen Schmelzpunkt von unter 80 °C aufweist, beim Hinzugeben von Trockeneis also nicht gefriert. Wenn Trockeneisstücke in den Container gegeben werden, kühlt sich die Flüssigkeit allmählich ab, während das Trockeneis in den gasförmigen Zustand übergeht. Da die Kälte des Trockeneises also nur relativ langsam am Container-Boden ankommt und die Flüssigkeit andererseits die Kälte des verdampften Trockeneises „speichert", ist keine praxistaugliche Temperaturkontrolle möglich. Das ist aber nicht so schlimm, denn mit -78 °C ist festes Kohlenstoffdioxid nicht so kalt, dass viele Komponenten Probleme machen würden. Zu den seltenen Ausnahmen zählen zum Beispiel einige alte Ahtlon-64-Chips.

Flüssiger Stickstoff hingegen führt nach dem Eingießen innerhalb weniger Sekunden zu einer messbaren Abkühlung am Boden des Containers und kann daher beim häufigen Nachfüllen kleinerer Mengen dazu verwendet werden, eine bestimmte Zieltemperatur zu halten. Falls etwa ein Prozessor bei rund -190 °C nicht zur Arbeit zu bewegen ist, aber oberhalb von -150 °C zuverlässig funktioniert, bestünde eine gute Vorgehensweise darin, immer beim Überschreiten von -145 °C etwas Flüssigstickstoff nachzufüllen. Bei gekonnter Dosierung ist es möglich, die im Container-Boden ermittelte Temperatur bei gleicher Last auf 1-2 °C genau zu halten. Beim ersten Herunterkühlen kann es nach dem Verdampfen des Stickstoffs helfen, bei rund -40 °C den Container-Boden von oben mit dem Föhn zu erwärmen. Dadurch bildet sich eine dünne Eisschicht am Container-Boden, was einige Übertakter für eine präzise Temperaturkontrolle bevorzugen.



Für eine gute Temperaturkontrolle muss die Spitze des Messfühlers möglichst nah am Boden des Containers sitzen. Der Fusion rev 3.1 verfügt deshalb über ein Bohrloch.



Mithlfe eines Thermometers wird die Temperatur des Prozessors überwacht. Interne Sensoren von Prozessoren liefern bei Extremtemperaturen keine brauchbaren Werte!

Oberfläche zählt

Da der Container neben der Wärmeleitpaste für den Wärmeübergang zwischen flüssigem Stickstoff und Chip beziehungsweise Heatspreader entscheidend ist, zeichnen sich gute Spezialkühler durch einen durchdachten Aufbau aus: Dazu zählt beispielsweise, dass der Boden über eine Struktur verfügt, die eine große Oberfläche bietet. Für eine gute Wärmeleitung muss





Der Container Fusion rev 3.1 von innen: Die äußeren Kammern sind direkt über dem Boden mit dem Zentralbereich verbunden. Der Stickstoff kann so frei umherfließen.

dieser Bereich außerdem aus Kupfer gefertigt sein. Die obere Hälfte eines Containers darf dagegen ruhig aus Aluminium bestehen, da die Wände den Wärmeübergang zur übertakteten Komponente nicht beeinflussen: Dies spart Gewicht und Materialkosten. Für CPU-Container mit einem Kupferboden ist eine Masse von 1,5 bis 3,0 Kilogramm ein üblicher Wert. Modelle mit einer höheren Masse sind zwar sehr temperaturstabil, benötigen aber viel Zeit und flüssigen Stickstoff zum Herunterkühlen. Das ist spätestens dann problematisch, wenn man gelegentlich darauf angewiesen ist, die Temperatur zu erhöhen – etwa weil man zu stark gekühlt und einen Cold-Bug oder Cold-Boot-Bug ausgelöst hat. Bestimmte Container wie der Dragon F1 Gemini 2.0 von Vince „kIngpIn" Lucido sind so konstruiert, dass sich der Kupferboden austauschen lässt. So kann abhängig vom Prozessor eine Unterseite eingesetzt werden, bei der das Nachfüllen oder Fehlen von Flüssigstickstoff für eher schnelle oder langsame Temperaturänderungen sorgt. Für Prozessoren ohne Cold(boot-)Bug wie den meisten AMD-Chips ab dem Phenom II spielt das Thema Temperaturkontrolle meist keine Rolle. Hier reicht ein gut gefüllter Container mit einer großen Kontaktfläche.

Container-Entwickler Roman „der8auer" Hartung (www.der8auer.de)

PCGH: Als Extrem-Übertakter setzt du deine Hardware hohen Spannungen aus und modifizierst sie zum Teil aufwendig. Ist das dadurch erhöhte Defektrisiko aus deiner Sicht ein notwendiges Übel oder erhöht es vielleicht sogar den Reiz des extremen Übertaktens, weil man sich keine Fehler erlauben darf?

der8auer: Extreme Overclocking bringt natürlich ein gewisses Risiko mit sich. Viele der Modifikationen werden aber vor allem durchgeführt, um das Risiko zu senken. Ein gutes Beispiel dafür ist die Nvidia Geforce GTX Titan. Der GK110 bietet enormes Potenzial, wird aber durch Beschränkungen seitens Nvidia im Overclocking stark ausgebremst. Das Referenzdesign bietet nur eine Sechs-Phasen-Spannungsversorgung, die bei einer stark erhöhten Spannung zwangsläufig kapituliert. Ein Evga Epower Board kann diese Spannungsversorgung ersetzen und bietet beim Overclocking nicht nur einen großen Spielraum für erhöhte Spannungen, sondern auch die Sicherheit, dass die Spannungsversorgung stabil ist und die GPU im Fall eines Defekts nicht mit in den Tod gerissen wird.

Diese Modifikationen haben natürlich nur mit enormer Vorbereitung und Sorgfalt Erfolg. Das macht für mich dieses Hobby aber auch so interessant und reizvoll. Ich versuche grundsätzlich immer Risiken zu minimieren, aber bei Overclocking in diesem Bereich gibt es einfach Dinge, die man nicht mit einkalkulieren kann. Es gibt Prozessoren, die viele Tage problemlos bei über 1,9 Volt funktionieren und andere machen dies nur ein einziges Mal mit. Das kann man leider nicht beeinflussen.

PCGH: Du entwickelst seit einigen Jahren Spezialkühler für das Übertakten mit Trockeneis und Flüssigstickstoff. Hast du damit angefangen, weil dich die Entwicklung als solche gereizt hat oder weil du damals das Gefühl hattest, dass existierende Designs nicht alle Anforderungen beim Übertakten erfüllen? Auf was legst du bei deinen Containern besonderen Wert?

der8auer: Ich hatte zu diesem Zeitpunkt relativ wenig Geld als Schüler, aber die Möglichkeit, an Dreh- und Fräsmaschinen meine eigenen Kühler zu bauen. Außerdem hatte ich eigentlich immer meine eigenen Vorstellungen vom Design und der Funktion der Kühler. Andere Hersteller hatten meist simple Loch-Strukturen, was mir für einen Preis von über 200 Euro deutlich zu wenig war. Anfang 2012 habe ich in Kooperation mit zwei metallverarbeitenden Firmen angefangen, die Container professionell fertigen zu lassen. 5-Achs-CNC-Fräsmaschinen mit Anschaffungskosten im sechsstelligen Bereich bieten natürlich ganz andere Möglichkeiten. Da ich meine Kühler selbst auch verwende, steht bei mir eigentlich nur die Leistung und Funktion im Vordergrund. Das Design muss natürlich auch passen, aber der Preis spielt bei mir eher eine untergeordnete Rolle. Mein High-End-GPU-Container RAPTOR3 kostet zwar 370 Euro, bietet dafür aber auch die beste Leistung am Markt und ist eine einmalige Investition.

PCGH: Viele Neueinsteiger schreckt es ab, dass Container deutlich mehr als Luft- oder Wasserkühler kosten. Wie lassen sich diese Preise erklären?

der8auer: Vergleicht man aktuelle Full-Cover-Wasserkühler, muss ich eigentlich sagen, dass diese ziemlich teuer sind – nicht die Container. Für LN2-GPU-Container aus Kupfer verwende ich Kupferrohmaterial mit einem Gewicht von etwa 6 kg, was fünf Mal mehr ist als ein handelsüblicher Wasserkühler und dementsprechend auch teurer. Hinzu kommt die geringe Auflage von meist 30 bis 40 Stück pro Revision. Wasserkühler werden in der Regel in einer wesentlich größeren Auflage produziert – daher der hohe Preis im Vergleich zu einer normalen Wasser- oder Luftkühlung.



Roman „der8auer" Hartung zu Besuch bei MSI in Taiwan.

PCGH: Die Struktur im Boden eines Containers spielt eine wichtige Rolle. Deine aktuellen CPU- und GPU-Container weisen eine sehr komplexe Struktur auf. Welche Idee steckt hinter den miteinander verbundenen Kühlkammern?

der8auer: Die grundlegende Idee beim Container-Design liegt im besten Verhältnis zwischen Masse und Oberfläche. Ein hohes Gewicht bringt Temperaturstabilität und der Container lässt sich besser bei jeder beliebigen Temperatur halten. Je größer dabei die Struktur, desto schneller lässt sich der Container herunterkühlen und man kann schneller auf eventuell auftretende Last reagieren. Die meisten Container haben eine relativ einfache Struktur mit Bohrungen. Wird LN2 in den Container gefüllt, verdampft es in den Löchern und drückt dadurch das darüber befindliche LN2 nach oben weg. In der Praxis kommt es dadurch zu einem starken Blubbern. Verbundene Kühlkammern reduzieren diesen Effekt erheblich.

PCGH: Die Rolle der Wärmeleitpaste beim extremen Übertakten wird häufig unterschätzt. Was kann bei der Verwendung ungeeigneter Wärmeleitpaste geschehen?

der8auer: Einige CPU-Generationen wie z. B. Ivy Bridge oder aktuelle AMD Prozessoren haben keinen ColdBug. Der Container kann also immer komplett mit flüssigem Stickstoff gefüllt werden und man ist durch die Temperatur des LN2 limitiert. Beim Wärmeübergang zwischen Container und Prozessor verliert man zusätzlich durch die verwendete Wärmeleitpaste ein paar Grad Celsius. Was unter Luft- oder Wasserkühlung nur zwei bis drei Grad Differenz entspricht, wird bei -190 °C zu einer Differenz von fünf bis zwanzig Grad Celsius. Flüssige Wärmeleitpaste wird grundsätzlich sehr hart bei diesen Temperaturen und kann sich bei großer Wärmeentwicklung des Prozessors oder der GPU auch vom Chip ablösen – trotz des hohen Anpressdrucks des Containers. Dadurch kommt es zu einem Effekt mit sehr schlechter Wärmeübertragung und das Setup muss neu aufgebaut werden. Eine hochwertige Wärmeleitpaste ist also enorm wichtig.

Auf Rekordjagd

Endlich sind alle Vorbereitungen getroffen und es geht ans Eingemachte: Der erste Start des Systems steht an. Doch bevor es richtig losgeht, gilt es zunächst die richtigen Einstellungen im BIOS zu treffen. In dieser Phase muss noch kein Kühlmittel in den Pot geschüttet werden, die CPU wird ohnehin kaum belastet. Die sich entwickelnde Abwärme kann problemlos über die reine Oberfläche des Containers abgeführt werden.

Unnötiges ausschalten

Als Erstes deaktivieren wir alle unnötigen Geräte auf dem Mainboard: WLAN, Bluetooth, LAN, IDE-Controller, Soundchip und sonstige Peripheriegeräte verbrauchen nicht nur unnötig Strom, sondern können sich auch negativ auf die Leistung auswirken. Wir benötigen auch keine Internetverbindung, da wir alle Ergebnisse lokal speichern und regelmäßig auf einen USB-Stick kopieren. Tipp: Löschen Sie nicht vorschnell Screenshots oder andere Dateien zur Validierung, sobald Sie ein besseres Ergebnis aufgestellt haben. Denn beim extremen Übertakten werden Dateien manchmal beschädigt, ohne dass es beim Speichern zu bemerken ist.

Im UEFI-Menü tragen wir die Standardwerte für den Speichertakt und die Timings ein. Bei den zwei 4-GiByte-Riegeln mit Samsung-Chips der Revision D sind das 1.333 MHz (DDR3-2666) und die Timings 10-12-12-31 bei 1,65 Volt. Auch den Multiplikator und die Spannungen der CPU setzen wir manuell auf Standardwerte. Zu Beginn möchten wir uns nämlich lediglich vergewissern, ob das System nach dem Umbau korrekt funktioniert.

Erster Start

Das erste Mal booten wir unser System also mit Standardeinstellungen. Als Benchmark-System setzen wir auf ein aktuell gepatchtes Windows XP: Es bietet sich aufgrund seines schlanken Overheads als ideales Betriebssystem für Übertakter an. Windows 7 und Vista schneiden in nahezu allen für die Overclocking-Datenbank Hwbot relevanten Benchmarks schlechter ab. Mit Windows 8.1 erzielte Ergebnisse werden in der Hwbot-Community derzeit nicht einmal angenommen. Das liegt aber daran, dass CPU-Z auf einen anderen, unzuverlässigeren Timer zurückgreifen muss, um die Taktraten auszulesen. Wenn der Referenztakt, wie beim extremen Übertakten üblich, im laufenden Betrieb geändert wird, stimmen die Angaben nicht mehr.

Nach dem Starten von Windows XP führen wir zunächst einige Super-Pi-Läufe durch um einen Basiswert zu haben. Das gibt eine schöner Vergleichbarkeit zu den später erarbeiteten Benchmarkergebnissen. Das beliebte Tool berechnet wie es der Name schon vermuten lässt, die Kreiszahl Pi auf unterschiedlich viele Nachkommastellen genau. Die Erfahrung zeigt, dass das mehrfache, kurze Berechnen von 16.000 Nachkommastellen zu etwas besseren Ergebnissen bei längeren Super-Pi-Tests führt. Anschließend lassen wir Pi auf eine Million Stellen genau berechnen, bevor wir den Schritt auf 32 Millionen Nachkommastellen gehen.

Die ersten Durchläufe geben uns nicht nur eine gute Vergleichsbasis, sondern bestätigen auch die grundsätzliche Stabilität unseres Systems. Endlich wird es wirklich spannend: Wir starten neu und beginnen kräftig an der Taktschraube zu drehen.

Erste Ernüchterung

Bevor wir erneut in unser Benchmark-Windows booten, stellen



Die getrocknete Flüssigisolation lässt sich bei Bedarf nach dem Benchen wieder abziehen. Verwenden Sie hierfür aber keine spitzen Gegenstände, sondern nur Ihre Finger!



Der flüssige Stickstoff wird aus dem Dewar in Thermoskannen umgefüllt. Das erleichtert das Nachgießen in den Pot zur Prozessorkühlung.

Extremes Übertakten mit Trockeneis und flüssigem Stickstoff



Wenn mal alles läuft wie gewünscht, entfaltet Extreme-Overclocking schon beinahe eine meditative Wirkung: Im Container brodelt die Kühlsubstanz vor sich hin, während auf dem Bildschirm die Berechnungszeiten immer weiter nach unten purzeln. Frustresistenz ist aber für jeden guten Übertakter Pflicht: Wenn der Bildschirm plötzlich kein Signal mehr ausgibt oder Einstellungen nicht korrekt übernommen werden, kann das schon einmal der Beginn einer langwierigen Fehlersuche sein. Bei Minusgraden verhalten sich viele Komponenten anders als gewohnt. Daher ist es auch sinnvoll, Erfahrung mit Luft- und Wasserkühlung zu sammeln, bevor man sich an das Übertakten mit extremen Kühlmethoden wagt. Denn wer die Grundlagen sicher beherrscht, feiert beim extremen Übertakten schneller erste Erfolge.

»Erfahrung und Frustresistenz zeichnen einen guten Extrem-Übertakter aus.«

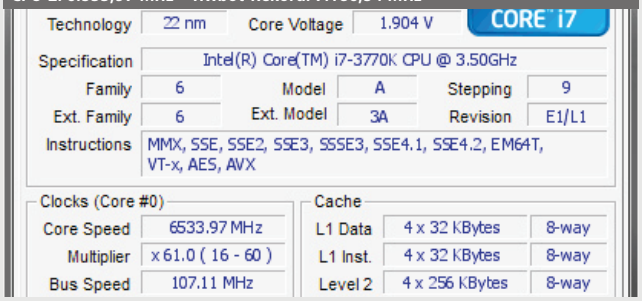
Stephan Wilke, Fachbereich Overclocking



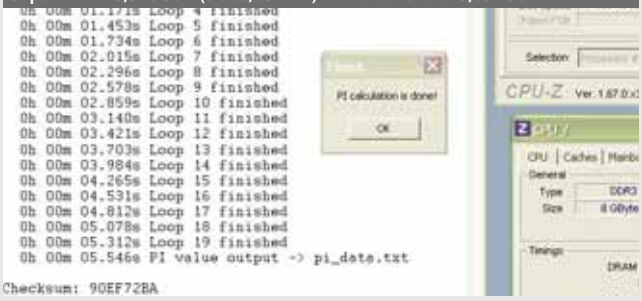
Die erzielten Ergebnisse*

Aufgeführt sind unsere besten Ergebnisse in CPU-Benchmarks und im Vergleich dazu die Rekordwerte für das Modell Core i7-3770K bei Hwbot.

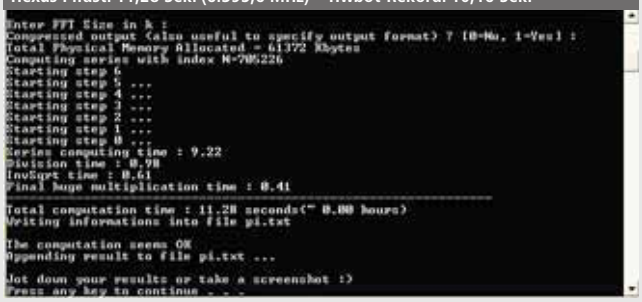
CPU-Z: 6.533,97 MHz – Hwbot-Rekord: 7.186,54 MHz



Super Pi 1M: 5,546 Sek. (6.503,85 MHz) – Hwbot-Rekord: 5,094 Sek.



Hexus Pifast: 11,28 Sek. (6.395,6 MHz) – Hwbot-Rekord: 10,16 Sek.



Wprime 32M: 3,687 Sek. (6.258,7 MHz) – Hwbot-Rekord: 3,422 Sek.



Wprime 1024M: 117,765 Sek. (6.203,83 MHz) – Hwbot-Rekord: 109,937 Sek.



wir im UEFI die neuen Werte ein: Zunächst erhöhen wir PCH-, RAM- und Kernspannung ein wenig bevor wir an den eigentlichen Taktschrauben drehen.

Zunächst legen wir eine Kernspannung von 1,856 Volt an und übertakten den Prozessor auf 6,3 GHz. 1,85 Volt ist ein typischer Wert, bis zu dem Ivy-Bridge-Prozessoren gut skalieren. Eine höhere Kernspannung steigert bei manchen Chips nur noch das Defektrisiko, aber nicht das Overclocking-Potenzial. Obwohl einige 1M-Runs vielversprechend aussehen, müssen wir schnell feststellen, dass unser System sehr instabil läuft – insbesondere bei längeren Super-Pi-Berechnungen häufen sich Fehlermeldungen und Abstürze: Ausgiebige Fehlersuche ist angesagt.

Zunächst haben wir den RAM-Controller und Arbeitsspeicher im Verdacht, also experimentieren wir mit anderen RAM-Modulen und gedrosseltem Speichertakt. Berechnungsfehler treten nun später auf, die Instabilität bleibt aber bestehen. Letztendlich identifizieren wir das Mainboard, ein Asus Maximus V Extreme, als Übeltäter. Wir entschließen uns, den Versuch abzubrechen und im zweiten Anlauf ein Asus Maximus V Gene zu verwenden – mit Erfolg: Die bisherigen Probleme verschwinden und Super Pi berechnet auch 32 Millionen Nachkommastellen von Pi anstandslos.

Neustart

Nach dem Mainboard-Wechsel testen wir erneut das stabile Limit aus. Wir geben also LN2 in unseren Container und während dieser brodelnd verdampft, erhöhen wir den CPU-Takt. Uns gelingt eine CPU-Z-Validierung bei 6.533,97 MHz, Super Pi 1M läuft mit 30 MHz weniger durch. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Das System braucht lediglich 5,546 Sekunden, um eine Million Nachkommastellen der Kreiszahl Pi zu berechnen. Zum Vergleich: Der Weltrekord liegt bei 5,094 Sekunden. Ein nicht übertakteter Core i7-3770K benötigt über 9 Sekunden.

Hierzu muss gesagt werden, dass es sich bei unserer CPU um kein vorselektiertes Modell handelt. Obwohl uns über 600 MHz zu den Rekordwerten in der i7-3770K-Kategorie fehlen, sind die erreichten Werte durchaus ansehnlich, denn nicht jeder Prozessor bietet ein derartiges Overclocking-Potenzial, zumal wir mit allen vier Kernen gearbeitet haben. Das Deaktivieren von Kernen hätte sicherlich noch das ein oder andere Megahertz Maximaltakt gebracht.

Alle vier Kerne und die SMT-Fähigkeit der CPU zahlen sich allerdings bei Wprime aus. Nach manueller Fixierung auf 8 Threads gelingen uns bei über 6,2 GHz gute Ergebnisse, die selbst Core-i7-Sechskerner mit Standardtakt nicht erreichen. Durch die Nutzung aller Kerne sinkt zwar der stabile Maximaltakt, dafür fallen die Leistungsaufnahme und die benötigte Menge Flüssigstickstoff aber höher aus als in Super Pi oder Pifast.

Unter Wasser

Die Zwischenüberschrift spielt nicht etwa auf Vergleichswerte mit einer Wasserkühlung an, sondern auf den Benchmark Aquamark. Als Grundwert erreichen wir dort bei 3,7 GHz Takt eine Punktzahl von 317.829 Punkten. Obwohl es sich um einen 3D-Test handelt, ist der Test bei Verwendung aktueller Hardware nicht GPU-, sondern CPU-limitiert. Daher übertakten wir nicht die verwendete Geforce GTX 780 Ti, sondern konzentrieren uns auf den Prozessor. Mehr als 6.372 MHz bekommen wir aber nicht aus dem 3770K gekitzelt. Dieser Takt ergibt sich aus einem Referenztakt von 107,4 kombiniert mit einem Multiplikator von 59. Damit erreichen wir im Aquamark 3 eine Punktzahl von 512.046 – das entspricht einem Plus von über 60 Prozent. (Speichern konnten wir aber nur eine Ergebnisdatei für Hwbot mit 508.794 Punkten.) *(su/tl)*

Fazit

Für Enthusiasten

Extremes Übertakten mit Trockeneis oder gar Flüssigstickstoff ist nicht für jedermann: Gute PC-Kenntnisse und eine hohe Frusttoleranz sind ein Muss für jeden Benchmarkrekordjäger in spe. Wer diese Gegebenheiten mitbringt, kann eine faszinierende OC-Welt abseits der ausgetretenen Gaming-Hardware-Pfade erleben.

* Alle bei Hwbot hochgeladenen Ergebnisse haben wir verlinkt unter: www.pcgameshardware.de/overclocking2013

Lust, selbst loszulegen? Verbünden Sie sich mit anderen PCGH-Lesern!

Falls dieser Artikel bei Ihnen das Interesse am Übertakten mit extremen Kühlmethoden oder auch einfach nur an Overclocking im Wettbewerb mit anderen geweckt hat, möchten wir Ihnen das Hwbot-Team von PC Games Hardware ans Herz legen.

Mit beinahe 900 Mitgliedern stellt PCGH eines der mitgliederstärksten Teams bei Hwbot (www.hwbot.org). Dank der hohen Aktivität vieler Mitglieder befindet sich PCGH in der weltweiten Team-Rangliste mit über 2.600 Teams auf Platz 4. Und Sie zeigen auch regelmäßig: Auch mit einer Luft- oder Wasserkühlung lässt sich viel erreichen! Viele der bei Hwbot aktiven Übertakter diskutieren im PCGHX-Forum und tauschen Tipps und Tricks aus, mit denen sich bessere Ergebnisse erzielen lassen. Hwbot-Frischlingen empfehlen wir einen Blick in das Hwbot-Unterforum, wo unter anderem eine gut verständliche Anleitung für Einsteiger zu finden ist: www.extreme.pcgameshardware.de/hwbot-teamforum/102

Overclocking lässt sich zwar hervorragend zu Hause betreiben, macht zusammen mit Gleichgesinnten aber oft noch mehr Spaß. Viele Übertakter verabreden sich zu Bench-Sessions, bei denen Sie Ihre Hardware gemeinsam ausreizen. Dabei hat man oft nicht nur die Chance, erfahrenen Übertaktern über die Schulter zu schauen, sondern auch erste Übertaktungsversuche mit Trockeneis oder Flüssigstickstoff zu unternehmen. Im PCGHX-Forum werden Sie fündig: www.extreme.pcgameshardware.de/bench-sessions/104

Internationales Team-Ranking: PCGH auf Platz 4 (Stand: 12.12.2013)

Teams League

1	Team Russia	72048.05 pts
2	PURE	63997.02 pts
3	Overclock.net	53187.55 pts
4	PC Games Hardware	50624.91 pts
5	AwardFabrik	40552.17 pts
6	Team MXS ModLabs.net	35248.97 pts
7	Overclockers.com	34984.32 pts
8	Classicplatforms.com	32676.49 pts
9	Madshrimps Belgium OC Team	31897.38 pts
10	HwBox Hellas O/C Team	31377.88 pts

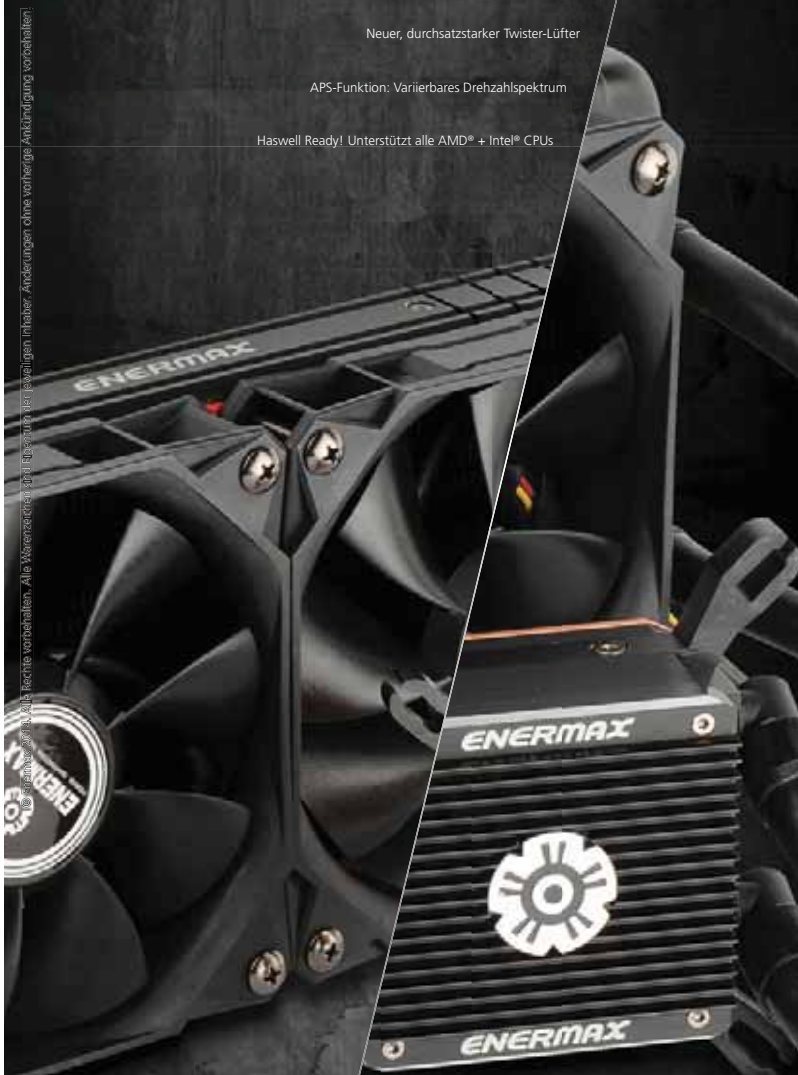
PCGH-internes User-Ranking: Top 20 (Stand: 12.12.2013)

1.	7.093,25pts	Blackbolt	Xtreme OC	6.554,20	5.399,50
2.	6.266,80pts	Lippokratis	Xtreme OC	5.946,30	3.205,00
3.	5.174,75pts	derSauer	Pro OC	4.838,90	3.358,50
4.	3.254,40pts	nachtfalke	Xtreme OC	2.846,60	4.078,00
5.	3.226,95pts	True Monkey	Xtreme OC	2.833,20	3.937,50
6.	3.072,32pts	UE50	Xtreme OC	2.570,50	5.016,20
7.	1.904,37pts	Bartsan	Xtreme OC	1.800,30	1.040,70
8.	1.524,13pts	mAlkAv!An	Xtreme OC	1.331,30	1.928,30
9.	1.228,54pts	Crazzzy65	Pro OC	963,30	2.652,40
10.	1.144,61pts	Alnin	Xtreme OC	1.013,00	1.316,10
11.	1.113,39pts	darkniz	Enthusiast	998,40	1.149,90
12.	1.058,04pts	BenchBruno	Xtreme OC	999,70	583,40
13.	1.026,14pts	Masterchief79	Xtreme OC	846,00	1.601,40
14.	1.012,41pts	Icke&Er	Xtreme OC	832,50	1.799,10
15.	899,86pts	Axl	Xtreme OC	833,20	866,90
16.	745,89pts	Hyperborn	Xtreme OC	702,50	434,90
17.	651,68pts	PCGH_Carsten	Enthusiast	628,40	232,80
18.	581,13pts	Blechdesigner	Enthusiast	461,10	1.200,30
19.	506,62pts	Vaykir	Xtreme OC	361,60	1.450,20
20.	473,77pts	crooper	Enthusiast	452,70	210,70

ENERMAX
AHEAD OF THE GAME

LIQTECH 240 FLÜSSIGKÜHLER
FÜR KÜHLE GAMING-POWER

240-mm-Radiator
Hochwertiger Aluminiumkühlkörper
Patentierte Shunt-Channel-Technologie
Neuer, durchsatzstarker Twister-Lüfter
APS-Funktion: Variierbares Drehzahlspektrum
Haswell Ready! Unterstützt alle AMD® + Intel® CPUs



© Grafiken: ENERMAX. Alle Rechte vorbehalten. Alle Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

ENERMAX
POWER. INNOVATION. DESIGN.

WWW.ENERMAX.DE/LIQTECH

ALTERNATE amazon.de ARLT COMPUTER ATELCO Computer
BORA COMPUTER DiTech K&M Elektronik AG www.kmelektronik.de Mindfactory aktiengesellschaft

Zukunftssicher investieren

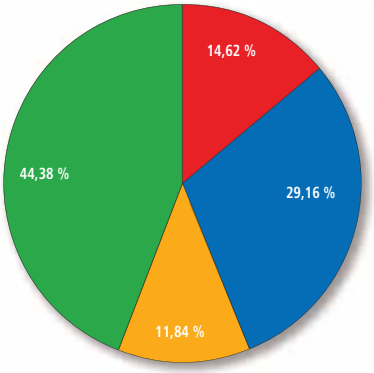


Viel hilft viel – oder nicht?

Aufrüstwilligen stellt sich immer wieder dieselbe schwierige Frage: Mehr Geld für teure High-End-Hardware ausgeben oder doch mit Mittelklasse-Komponenten sparen und häufiger upgraden?

Der Volksmund sagt: „Wer günstig kauft, kauft zweimal." Wir klären, ob das Sprichwort auch auf PC-Hardware zutrifft oder ob es sich bei dieser Weisheit nur um leeres Geschwätz handelt. Wie in der Einleitung schon beschrieben, stellt sich Spielern immer wieder die Frage, ob es sich wirklich lohnt, teurere Hardware zu kaufen angesichts der potenziell längeren Aufrüstintervalle. Ob das stimmt oder ob es doch sinnvoller ist, in regelmäßigeren Abständen günstigere Hardware der Mittelklasse zu kaufen, überprüfen wir in diesem Artikel. Natürlich können auch wir nicht in die Zukunft sehen und vorhersagen, wie leistungsstark eine Nvidia Geforce GTX 780 Ti oder eine Radeon R9 290X in einigen Jahren sein wird. Daher haben wir zu einem kleinen Trick gegriffen und getestet, wie gut sich Mittelklasse- und High-End-Hardware der vergangenen Jahre heute noch schlägt.

Nutzen PCGH-Leser High-End-Hardware?



- Ja, High-End-CPU und -GPU ..... 14,62 %
- Ja, High-End-GPU ..... 29,16 %
- Ja, High-End-CPU ..... 11,84 %
- Nein, darauf kann ich verzichten ..... 44,38 %

Teilnehmer: 1.769

Etwas mehr als die Hälfte aller PCGH-Leser setzt auf High-End-Grafikkarten und Prozessoren. Dem Großteil genügt dabei eine schnelle GPU. Rund 45 Prozent der PCGH-Leser können hingegen auf Oberklasse-Komponenten verzichten.

Zeitreise

Um das herauszufinden, haben wir uns unter anderem ein Testsystem auf Basis des Sockel 775 von Intel zusammengestellt. Als Prozessoren kommen ein Intel Core 2 Duo E8500 sowie ein Intel Core 2 Quad Q6600 zum Einsatz. Beide CPUs waren zu ihrer Zeit sehr attraktive Modelle für Spieler. Der günstigere Zweikerner bot aufgrund der höheren Taktrate in den meisten Fällen die besseren Bildraten, der Core 2 Quad Q6600 hingegen war oft etwas langsamer, spürbar teurer, stellte aber aufgrund seiner vier Rechenkerne die mutmaßlich zukunftssicherere Investition dar. Ob es sich aus heutiger Sicht gelohnt hat, damals mehr Geld für die zwei zusätzlichen Cores in die Hand zu nehmen, testen wir anhand unserer Spielebenchmarks. Zu diesem Zweck haben wir das immer noch äußerst beliebte Rollenspiel *The Elder Scrolls V: Skyrim* und Blizzards Echtzeit-Strategiehit *Starcraft 2: Heart of the Swarm* ausgewählt. Hinzu kommen die beiden sehr hardwarehungrigen Ego-Shooter *Battlefield 4* und *Crysis 3*. Alle genannten Titel bieten sehr prozessorintensive Szenen, die sich somit sehr gut als Messinstrument für die Leistungsfähigkeit von CPUs eignen. Die Ergebnisse lesen Sie auf den folgenden Seiten.

Grafikmonster

Doch natürlich haben wir nicht nur Prozessoren auf Herz und Nieren geprüft, sondern auch einige verbreitete Grafikkarten aus den vergangenen fünf Jahren. Als Testplattform haben wir auch in diesem Fall

auf unser Sockel 775-Testsystem gesetzt. Alle Messungen wurden, wie aus den Benchmarkanmerkungen ersichtlich ist, mit dem Intel Core 2 Quad Q6600 durchgeführt. Dabei hat uns besonders die Frage interessiert, wie wichtig die Größe des Videospeichers für die Leistungsfähigkeit einer Grafikkarte ist. Viele Modelle waren in verschiedenen Varianten mit unterschiedlichem Speicherausbau erhältlich. Je größer die Grafikspeicher-Bestückung, desto höher der Preis.

Mit steigender Texturqualität und insbesondere mit höheren Monitorauflösungen steigt auch der Bedarf an Videospeicher von Spielen. Es stellt sich also durchaus die Frage, ob es sich lohnt, mehr Geld in zusätzlichen Speicher der Grafikkarte zu stecken. Das gilt übrigens auch dann, wenn es sich nicht um das gleiche Modell handelt. Ein Beispiel: Ergibt es Sinn, in eine Geforce GTX Titan zu investieren, obwohl eine Geforce GTX 780 dank Übertaktung deren Leistung sogar übertreffen kann? Rechtfertigt die doppelte Speichermenge den enormen Aufpreis? In diesem speziellen Fall hilft nur der Blick in die Kristallkugel: Wer exzessiv Downsampling betreibt oder aber in absehbarer Zeit in ein 4K-Display investieren möchte, der sollte, das zeigt die Erfahrung, so viel Videospeicher wie möglich besitzen.

Zu viel Speicher gibt's nicht

Ganz generell lässt sich sagen, dass die Investition in mehr Speicher grundsätzlich nie falsch ist. Denn wie bei Übertragungsrate gilt auch bei Speicher: Man kann nie genug davon haben. Ob es sich aber lohnt, bei einer Grafikkarte mehr Geld auszugeben, um den Videospeicher zu verdoppeln, lässt sich pauschal nicht beantworten.

Zwar zeigen unsere Benchmarks recht deutlich, dass ein Plus an Videospeicher sich auch in einem Leistungszuwachs niederschlägt, allerdings erkennt man ebenso schnell, dass dieser recht klein ausfällt. Egal wie groß die Speicherbestückung einer bestimmten Grafikkarte auch sein mag, wenn der verwendete Chip keine ausreichend schnellen Bildwiederholraten produzieren kann, dann hilft auch der zusätzliche Speicher nicht, die Fps-Zahl in spielbare Bereiche zu heben. Dennoch kann sich der zusätzliche Video-RAM lohnen, denn Titel wie *GTA 4* oder auch *Max Payne 3* erlauben manche Grafikeinstellungen nur mit ausreichend großem Videospeicher. Hinzu kommt, dass das Plus an RAM eine zusätzliche Reserve darstellt, die es beispielsweise ermöglicht, besonders hochauflösende Texturen einzusetzen oder aber Downsampling zu betreiben.

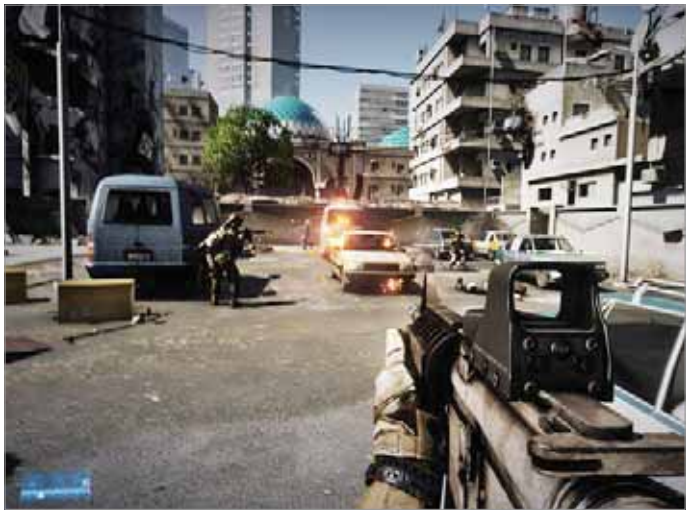
Ob der spielerische Nutzen letztlich den finanziellen Mehraufwand rechtfertigt, muss am Ende also doch jeder für sich persönlich entscheiden. Gerade weil die Aufpreise der Hersteller für den zusätzlichen Videospeicher teils sehr unterschiedlich ausfallen. Als Orientierungshilfe könnte dieses Rechenbeispiel dienen: Fällt der prozentuale Aufpreis geringer aus als die prozentuale Mehrleistung, sollten Sie auf jeden Fall die teurere Variante mit mehr Speicher wählen. Liegt der prozentuale Aufpreis leicht über dem Leistungsplus, ist es immer noch eine Überlegung wert, liegt der Mehrpreis aber deutlich über dem Leistungsgewinn, so sollten Sie davon absehen.

Weniger Takt, mehr RAM

Insbesondere bei Komplett-PCs finden sich oft Grafikkarten, die auf einen Mittelklasse-Grafikchip mit erhöhtem Speicherausbau setzen. Handelt es sich bei solchen Angeboten um einen echten Mehrwert oder wird hier nur geschicktes Marketing betrieben?

In den allermeisten Fällen handelt es sich hierbei um ein reines Verkaufsargument. Die erhöhte Speichermenge soll eine drastisch gesteigerte Performance suggerieren. In der Realität spielt die Speichermenge einer Grafikkarte für die rohe Performance aber nur eine untergeordnete Rolle. Unsere Messergebnisse zeigen ganz klar, dass es zwar einen geringen Performance-Bonus gibt, dieser aber meist im einstelligen Prozentbereich bleibt.

Nehmen Sie im Zweifelsfall von solchen Lockangeboten Abstand und informieren Sie sich vorab über die tatsächliche Leistungsfähigkeit eines speziellen Grafikchips – unabhängig von der zum Einsatz



Auch wenn zwischenzeitlich ein Nachfolger erschienen ist: *Battlefield 3* hat immer noch viele Spieler und fordert auch aktuellen Grafikkarten einiges ab.



Statt nach Rapture zieht es den Spieler im neuesten Teil der *Bioshock*-Reihe ins luftige Columbia. Die stark überarbeitete Unreal Engine 3 zehrt an der Leistung.



Skyrim eignet sich sehr gut als Benchmark: Sowohl Grafikkarten als auch CPUs lassen sich prima testen. Den CPU-Benchmark haben wir kürzlich erneuert.

Kuriose High-End-Hardware der vergangenen Jahre

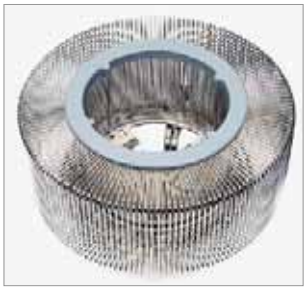
Powercolor Tide Water
Vor mittlerweile acht Jahren, hat Powercolor die X800-Evo-Tide-Water-Grafikkarte vorgestellt. Anstatt eines Luftkühlers kam eine Kompaktwasserkühlung zum Einsatz, was besonders hohe Taktraten und gleichzeitig niedrige Temperaturen ermöglichen sollte. Aufgrund des hohen Preises und der enormen Lautstärke konnte sich die Karte aber nicht durchsetzen.





Colorful iGame GTX 680 Passive
Geräuschempfindliche Naturen legen besonderen Wert auf ein möglichst leises System. High-End-Komponenten leise zu kühlen ist oftmals nicht leicht. Mit einem massiven 5-Slot-Kühler versuchte Colorful die Geforce GTX 680 passiv zu niedrigen Betriebstemperaturen zu verhelfen. Die Verfügbarkeit auf dem Markt ließ jedoch zu wünschen übrig.

Nofan Set A40
Wer seine Komponenten lüfterlos kühlen möchte, braucht vor allem eines: enorm viel Platz. Denn je größer die Oberfläche des Kühlkörpers, desto besser die Wärmeverteilung und somit niedriger die Temperaturen. Wer also ein Monster wie den Nofan Set A40 verwenden möchte, sollte vorher sicherstellen, dass ausreichend Platz im Gehäuse zur Verfügung steht, sonst wird es schnell eng.





Asus Ares II
Nicht umsonst stand wohl der Name des griechischen Kriegsgottes Pate für diese nur als extrem zu bezeichnende Grafikkarte. Das Multi-GPU-Monster basiert auf zwei Radeon HD 7970 in der Gigahertz-Edition. Gleich drei Acht-Pin-Stromanschlüsse werden benötigt – die Temperaturen hält ein Hybrid-Wasser-Luftkühler im Zaum.

EVGA GTX 780 Ti Kingpin
Die EVGA GTX 780 Ti Kingpin ist nach dem bekannten Extrem-Übertakter benannt. Die Karte soll für extreme Leistung zu einem vermutlich ebenso extremen Preis bieten – sofern sie denn je erscheint. Aktuell existiert diese als Vollausbau des GK-110-Chips gehandelte Karte nur als Gerücht. Wir wären auf jeden Fall gespannt.



kommenden Speichermenge. Die Anzahl der Shader sowie der Chip- und Speichertakt haben einen wesentlich größeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Grafikkarte.

Handfeste Vorteile

Wie Sie bereits gemerkt haben, ist es schwer, eine klare Aussage bezüglich Sinn oder Unsinn von teurerer Hardware zu treffen. Das liegt vornehmlich an der Vielzahl von Produkten und Spielen, die auf dem Markt erhältlich sind. Daher zeigen wir Ihnen anhand unserer Benchmarks einige handfeste Beispiele.

The Elder Scrolls V: Skyrim etwa profitiert teils deutlich vom Zuwachs des Videospeichers. Die Geforce GTX 580 etwa legt dank 3,0 GByte VRAM ganze 8,0 Prozent zu. Die Ergebnisse der mittlerweile arg betagten Geforce GTX 285 zeigen aber auch, dass Speicher eben bei Weitem nicht alles ist. Selbst die Variante mit satten 2,0 GByte VRAM liefert in unserer Testszene nur magere 33,6 Bilder pro Sekunde. Das ist zwar spielbar, aber keinesfalls stets ruckelfrei. Hier zeigt sich die Überlegenheit der neueren Architektur. Interessanterweise profitieren Radeon-Grafikkarten weniger stark von zusätzlichem Grafikspeicher. Worin dies begründet liegt, lässt sich allerdings nicht mit letzter Gewissheit sagen.

Beim Unreal-Engine-3-Titel *Bioshock: Infinite* zeigen sich im Vergleich zu *The Elder Scrolls 5: Skyrim* kaum Auswirkungen der Speichermenge. Lediglich die Geforce GTX 285 legt hier zehn Prozent zu. Bei allen anderen getesteten Grafikkarten bleibt der Leistungszuwachs nur bei knapp einem Dieser Wert ist innerhalb des Toleranzbereiches unserer Messungen und lässt sich damit nicht als Vorteil bezeichnen. Wir gehen davon aus, dass sich die Situation bei anderen Unreal-Engine-Spielen ähnlich darstellt.

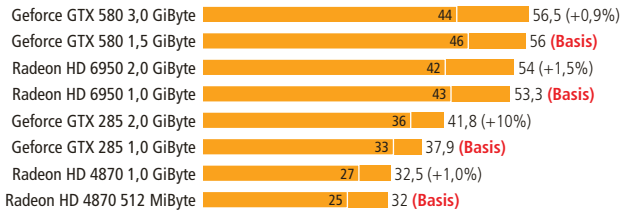
Auch der neue Teil der *Tomb Raider*-Reihe zeigt sich von zusätzlichem Videospeicher unbeeindruckt. Am meisten kann hier die Radeon HD 4870 zulegen: 11 Prozent höhere Fps haben wir in unseren Benchmarks gemessen. Bei der Geforce GTX 285 verzeichnen wir lediglich sechs Prozent höhere Performance. Sowohl bei der Radeon HD 6950 als auch der Geforce GTX 580 gibt es kein echtes Leistungsplus zu verzeichnen – der Zuwachs liegt bei weniger als fünf Prozent. Bitte beachten Sie bei den Benchmarkwerten, dass sich die Ergebnisse der DX-11-Karten nicht direkt mit denen der beiden DX-10-Karten vergleichen lassen. Auf Letzteren steht nämlich nur FXAA als Kantenglättungsmodus zur Verfügung. Auch die fortgeschrittenen Techniken TressFX sowie Tesselierung werden von diesen Modellen nicht unterstützt. Das schlägt sich in unseren Benchmarks in höheren Bildwiederholraten nieder.

Auch wenn mittlerweile schon der Nachfolger erhältlich ist: *Battlefield 3* besitzt immer noch eine sehr aktive Spielergemeinde und stellt auch aktuelle Hardware noch vor eine Herausforderung. Wie schon *The Elder Scrolls 5: Skyrim* profitiert auch der beliebte Multiplayer-Shooter von einer erhöhten Speichermenge. Die Geforce GTX 285 und die Radeon HD 6950 legen bei doppelter Speichermenge immerhin acht respektive neun Prozent zu. Beide Karten sind in Varianten mit einem beziehungsweise zwei Gigabyte Speicher erhältlich. Auch die Geforce GTX 580 reagiert auf den verdoppelten Grafikspeicher mit einem Performance-Plus von neun Prozent. Die in die Jahre gekommene Radeon HD 4870 schafft es jedoch selbst in der 1,0-GByte-Variante nicht, den Ego-Shooter flüssig darzustellen. Nachdem seit der Markteinführung der Karte aber gute fünf Jahre ins Land gezogen sind, sollten selbst sparsame Aufrüster mittlerweile ein Upgrade in Erwägung ziehen.

Um zur Ausgangsfrage zurückzukommen: Lohnt es sich, mehr Geld in eine teurere Grafikkarte zu stecken? Bedeutet die zusätzliche Investition auf lange Sicht gesehen einen Vorteil? Angesichts unserer Benchmarks kommen wir zu der ernüchternden Erkenntnis: eher nicht. Nur in den seltensten Fällen profitieren Spiele ausreichend stark von einer erhöhten Speichermenge. Für die rohe Leistung sind andere Daten wie Shaderanzahl und Taktraten deutlich entscheidender. Aber auch diese Eigenschaften garantieren noch keine Langlebigkeit. Nur weil eine Grafikkarte heu-

Bioshock: Infinite mit geringem Fps-Plus

PCGH-Benchmark „New Eden", 1.920 x 1.080, MSAA, Ultra Details

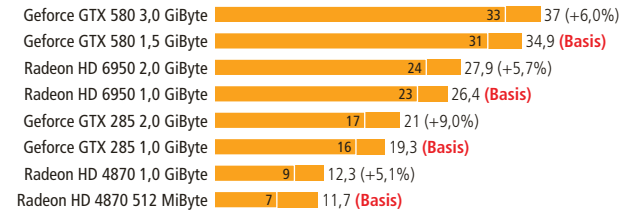


System: Core 2 Quad Q6600; P965-D3P; Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF **Bemerkungen:** Bioshock Infinite profitiert kaum von mehr Videospeicher, höhere Taktraten der Grafikkarte sorgen für einen größeren Leistungsschub.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Battlefield 3 profitiert von mehr Videospeicher

PCGH-Benchmark „Operation Swordbreaker", 1.920 x 1.080, Ultra Details

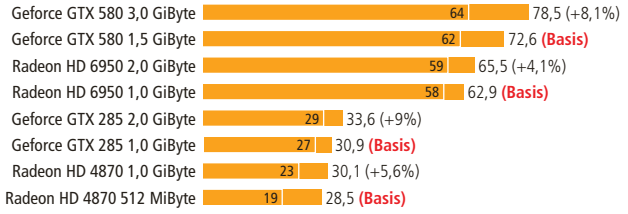


System: Core 2 Quad Q6600; P965-D3P; Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF **Bemerkungen:** Mindestens 1,0 GByte V-RAM sind empfehlenswert. Grafikkarten die älter als zwei Jahre sind haben arge Probleme mit dem Shooter.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Skyrim legt teils spürbar zu

PCGH-Benchmark „Secundas Sockel", 1.920 x 1.080, 8 x MSAA, Max. Details

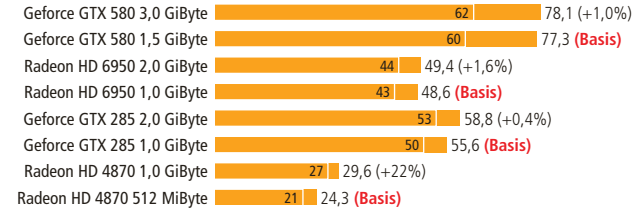


System: Core 2 Quad Q6600; P965-D3P; Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF **Bemerkungen:** Geforce-Karten profitieren deutlicher von erhöhter Speichermenge.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Tomb Raider zeigt kaum Auswirkungen

PCGH-Benchmark „Küste", 1.920 x 1.080, 2 x SSAA, Ultra Details



System: Core 2 Quad Q6600; P965-D3P; Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF **Bemerkungen:** Die Ergebnisse der DX-11-Karten sind nicht direkt mit denen der DX-10-Modelle vergleichbar, da dort nur FXAA zur Verfügung steht..

Min. Ø Fps
▶ Besser

te enorm schnell ist, bedeutet das noch lange nicht, dass ihre Architektur mit kommenden Titeln ähnlich gut zurechtkommt und somit ihren Leistungsvorteil hält. Letztlich bleibt High-End-Hardware etwas für Enthusiasten, die nicht aufs Geld schauen müssen. Alle anderen fahren, zumindest im Grafikkartensegment, deutlich besser, wenn Sie in eine günstige Mittelklasse-Karte bis etwa 250 Euro investieren und bei Bedarf regelmäßig aufrüsten. Oberklasse-Modelle ab 300 Euro und mehr sind nur dann interessant, wenn Sie zu jeder Zeit mit maximaler Bildqualität spielen möchten und bereit sind, entsprechend viel Geld für die passende Hardware auszugeben.

Ob diese Aussage so auch für die Hauptrecheneinheit des heimischen Rechners, den Prozessor, gilt, klären wir in den folgenden Kapiteln. Auch hier erläutern wir unsere Rückschlüsse anhand der Benchmarkergebnisse.

Kernfrage

Mehrkernprozessoren gibt es bereits seit vielen Jahren, doch leider nutzen viele Anwendungen und Spiele noch immer nur selten alle zur Verfügung stehenden Kerne wirklich effizient aus. Zweikern-CPUs sind seit 2006 etabliert und werden noch heute von vielen Anwendern eingesetzt. Ein Jahr später kamen die ersten Vierkerner auf den Markt, die angesichts der zwei zusätzlichen Rechenkerne auch einen gehörigen Leistungssprung versprachen.

Auch preislich lagen die damals neuen Modelle deutlich über den bereits verbreiteten Dualcore-CPUs. Schnell stellte sich heraus, dass die Quadcores besonders in Spielen nur unwesentlich schneller waren als die günstigeren Zweikerner. Viele Zocker sahen daher davon ab, zusätzliches Geld für eine CPU auszugeben, deren Leistungsfähigkeit ohnehin nicht ausgeschöpft werden konnte.

Andere wiederum argumentierten, dass mit steigender Verfügbarkeit von Mehrkernprozessoren auch immer mehr Anwendungen und Spiele Nutzen aus den zusätzlichen Rechenkernen ziehen würden. Mit der Zeit würden die Entwickler lernen, ihre Software besser für die neue Prozessorgeneration zu optimieren. Daher würde sich die wahre Leistungsfähigkeit der teuren Quadcores erst später in vollem Ausmaße bemerkbar machen. Die Schlussfolgerung lautete also, dass eine zukunftssichere Investition den Kauf eines Vierkernprozessors bedeutete.

Die Meinungen gingen in dieser Zeit teils deutlich auseinander. Doch wie sieht die Lage rückblickend betrachtet aus? Hat es sich aus heutiger Sicht gelohnt, schon vor fünf Jahren zusätzliches Geld in eine Vierkern-CPU zu stecken? Viel wichtiger noch: Wie groß ist der Vorsprung gegenüber einem Zweikerner aus derselben Ära?

Um das zu überprüfen, haben wir einige Spiele als Benchmark ausgewählt, die wir ebenfalls zum Testen von aktuellen High-End-Prozessoren verwenden. Zum Testkanon gehören neben den Shootern *Battlefield 4* und *Crysis 3* auch das Rol-



Crysis 3 eignet sich nicht nur als Grafikkartenbenchmark, sondern auch als Prozessorstresstest. Der Ego-Shooter skaliert sehr gut mit vielen Kernen.



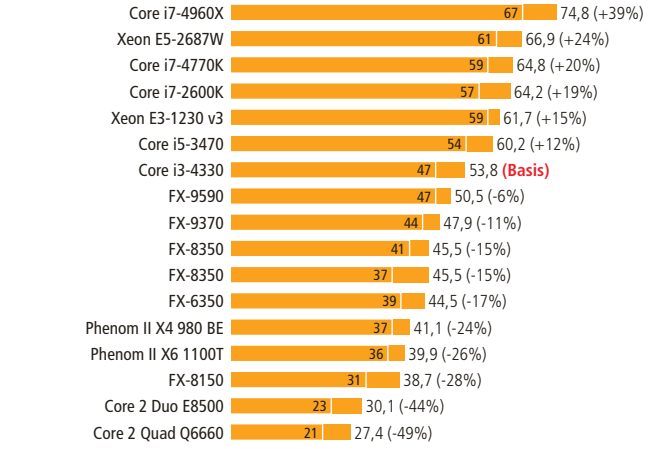
Durch die vielen gleichzeitig dargestellten KI-Einheiten verspeist das *Starcraft 2*-Add-on *Heart of the Swarm* Prozessoren zum Frühstück.



Edle Optik und hohe Systemanforderungen: Besonders der Multiplayermodus von *Battlefield 4* kostet einiges an CPU-Leistung. Gleiches gilt für die Grafikkarte.

Skyrim: Takt ist wichtiger als Kerne

PCGH-Benchmark „CPU 2013/2014", 1.920 x 1.080, kein MSAA, Max Details

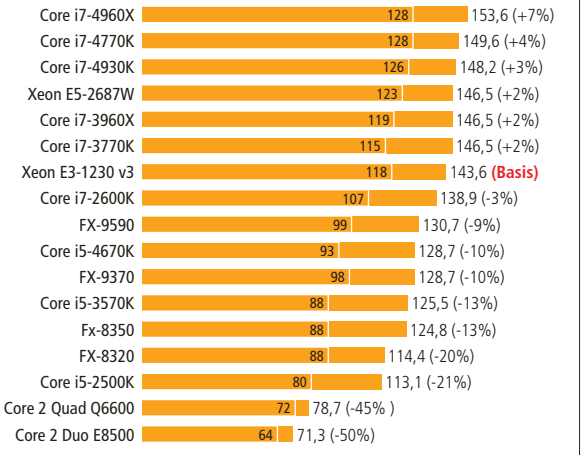


System: Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF
Bemerkungen: *The Elder Scrolls V: Skyrim* profitiert deutlich stärker von einer höheren Taktrate als von einer erhöhten Anzahl an Prozessorkernen.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Battlefield 4 zeigt gute Mehrkernoptimierung

PCGH-Benchmark „Fields", 1.280 x 720, kein AA/AF/AO, max. Details, min. Post

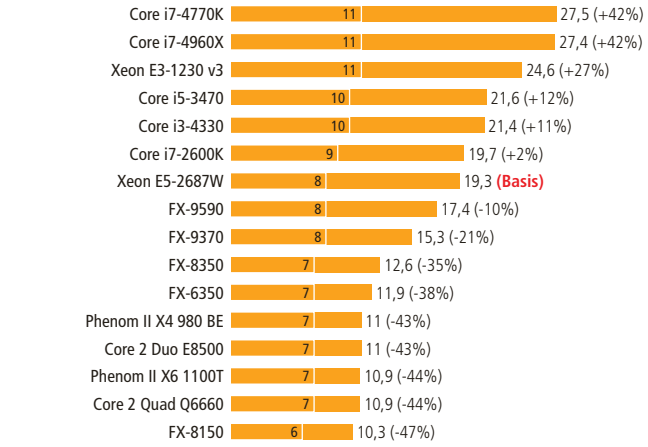


System: Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF
Bemerkungen: Der Multiplayer-Shooter *Battlefield 4* nutzt sowohl physische als auch virtuelle Kerne sehr gut aus. Trotz vier echten Kernen hinkt der Q6600 hinterher.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Starcraft 2 HotS überfordert ältere Semester

PCGH-Benchmark „Veteranen 2013", 1.280 x 720, kein AA/AF/AO, Max. Details

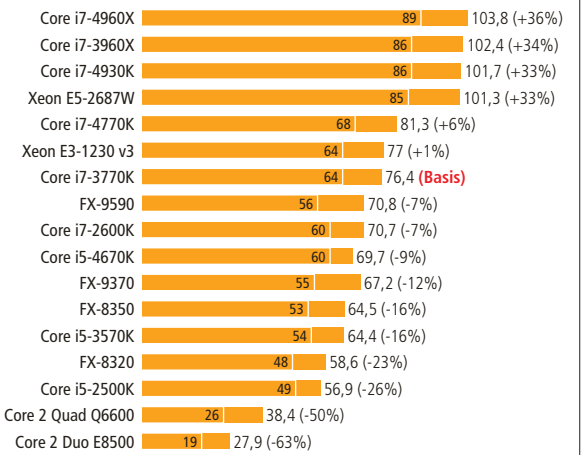


System: Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF
Bemerkungen: Mehr als zwei Kerne bringen keinen nennenswerten Vorteil. Unsere anspruchsvolle Benchmarkszene zwingt auch moderne CPUs in die Knie.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Crysis 3 nutzt Kerne konsequent aus

PCGH-Benchmark „Fields", 1.280 x 720, kein AA/AF/AO, max. Details, min. Post



System: Windows 7 x64; Geforce 331.93; Radeon 13.11 Beta 9.4 HQ-AF
Bemerkungen: *Crysis 3* skaliert extrem gut mit der Anzahl der Kerne sowie der Taktrate der CPU, aufgrund der veralteten Architektur kann der Q6600 nicht mehr mithalten.

Min. Ø Fps
▶ Besser

lenspielschwergewicht *The Elder Scrolls V: Skyrim* sowie der Echtzeit-Strategiehit *Starcraft 2: Heart of the Swarm*.

Zwei größer als vier

Der erste Benchmark, an den wir uns für die CPU-Tests gewagt haben, ist *Skyrim*. Dort haben wir kürzlich eine neue, nochmals anspruchsvollere Benchmarkszene auserkoren. Die Resultate sind daher nicht unbedingt mit älteren *Skyrim*-Benchmarks vergleichbar.

Wie zu erwarten war, schlägt sich in Bethesdas Rollenspiel der Core 2 Duo E8500 besser als unser getesteter Vierkerner. Das liegt daran, dass das Spiel eher von hohen Taktraten als zusätzlichen Kernen profitiert.

Ganz ähnlich sieht die Situation auch in *Starcraft 2: Heart of the Swarm* aus. Blizzard hat keinen großen Wert auf Mehrkernoptimierung gelegt, daher kann auch hier der Core 2 Quad Q6600 nicht von seinen zwei zusätzlichen Kernen profitieren. Eine Taktsteigerung bedeutet natürlich in jedem Fall einen Leistungszuwachs, daher liegt der E8500 aufgrund seiner 600 Megahertz mehr ganz leicht vorne.

Die *Crysis*-Reihe steht sei jeher für Grafikpracht vom Allerfeinsten. Das gilt auch für den neuesten Teil der Serie, der nicht nur Grafikkarten enorm belastet, sondern auch Prozessoren vor eine große Herausforderung stellt. Unsere Benchmarks zeigen sehr deutlich, dass der Edel-Shooter nicht nur von höheren Taktraten profitiert, sondern auch vorhandene Prozessorkerne konsequent ausnutzt. Selbst virtuelle Cores in Form von Hyperthreading erreichen Auslastungen jenseits der 80 Prozent. Daher steigt die Performance mit jedem zusätzlichen Rechenkern spürbar an. Somit liegt der Core 2 Quad Q6600 in *Crysis 3* deutliche 13 Prozent vor dem E8500. Allerdings zeigt das Ergebnis von 38,4 Fps auch, dass die Architektur mittlerweile veraltet ist. Mit modernen Vierkernern kann der Core 2 Quad nicht mehr mithalten.

Battlefield 4 bringt Grafikkarten zum Schwitzen: Selbst Geforce GTX 780 Ti und Radeon R9 290X schnaufen angesichts Ingame-Supersampling. Da wir aber testen wollen, wie gut sich unsere Oldtimer-Prozessoren in dem modernen Multiplayer-Shooter schlagen, reduzieren wir die Auflösung auf 1.280 x 720 und schalten Kantenglättung und andere Bildverbesserungen ab. Damit gewinnen wir einen guten Eindruck über die CPU-Performance. Als Testsequenz setzen wir die bekannte Szene aus der Mission „Fishing in Baku“ ein. Auf unserer Webseite finden Sie alle wichtigen Informationen dazu und lesen, wie Sie zu Hause nachbenchen.

Ähnlich zu *Crysis 3* profitiert auch *Battlefield 4* stark von zusätzlichen Prozessorkernen. Wie unsere Benchmarks zeigen, kann sich der Q6600 recht deutlich vom Zweikerner E8500 absetzen. Dieser profitiert in dem Ego-Shooter kaum von seiner höheren Taktrate. Auch wenn unser getesteter Quadcore noch flüssig spielbare Bildwiederholraten auf den Bildschirm zaubert, zeigt sich analog zu *Crysis 3*, dass die Architektur der Kentsfield-Generation ihre besten Tage hinter sich hat. Moderne Core-i7-Prozessoren ab Sandy-Bridge erreichen bei gleicher Taktrate wesentlich höhere Fps-Raten.

Hat es sich also gelohnt, vor fünf Jahren mehr Geld in einen Vierkerner zu investieren? Die klare Antwort: nur bedingt. Je nachdem welche Titel Sie bevorzugt spielen, hat sich die Entscheidung mehr oder weniger bezahlt gemacht. In unseren Augen war ein Quadcore insgesamt jedoch auf jeden Fall eine gute Entscheidung. Moderne Spiele nutzen vier Kerne oft besser aus als zwei, daher steigt auch die Performance. Allerdings gibt es Ausnahmen wie *Skyrim* und *Starcraft 2* die nur von zwei Kernen wirklich profitieren.

Fazit

Vernunft siegt

Zwar bedeuten Mehrinvestitionen in beispielsweise zusätzlichen Grafikspeicher oder Prozessorkerne in vielen Fällen einen Leistungsvorsprung, die Mehrkosten rechnen sich realistisch betrachtet aber nur in seltenen Fällen. Für den Großteil der Spieler bedeutet das: lieber öfter in Mittelklasse investieren als teures High-End kaufen.

High-End-Hardware lohnt sich wirklich nur für Enthusiasten.



Absolute High-End-Systeme sind ein wenig wie rennsportambitionierte Sportwagen: Ihr Revier ist die Rennstrecke, sie machen unglaublich viel Spaß, gleichzeitig sind sie aber eben auch vollkommen irrational und hoffnungslos überteuert. Um wieder zum PC zurückzukommen: Oberklasse-Komponenten finden sich auf den Benchmark-Teststrecken der Szene wieder, im Alltagsbetrieb aber können sie ihre rohe, ungezügelte Leistung kaum auf die Strecke, also ins Spiel bringen. Wer immer auf der Suche nach dem letzten Quäntchen Leistung ist und auch noch das letzte Grafikdetail aus den aktuellen Spielekrachern kitzeln will, der setzt auf die technische Leistungselite. Wer aber hauptsächlich in Ruhe spielen will und auf extreme Settings, deren Vorteile man ohnehin mit der Lupe suchen muss, verzichten kann, der setzt auf die vernünftige Mittelklasse.

»High-End-Hardware ist ziemlich unvernünftig. Aber auch unglaublich spaßig.«

Tom Loske, Fachbereich Mainboards

Kerne und Speicher: Es kommt darauf an, was Sie vorhaben



Wer mich vor etwa drei Jahren gefragt hat, ob er einen Core 2 Q6600 oder einen gleich teuren E8400 kaufen soll, dem habe ich in Hinblick auf kommende Spiele zum Quad geraten (möglichst als G0-Version). Das Taktdefizit konnte man bei CPUs im G0-Stepping angleichen, teils sogar undervoltet. Und siehe da: Wer sich so entschied, hat heute deutlich kleinere Probleme als ewig Zweikernige (Gruß an Carsten ;-). Daher halte ich heutzutage den Griff zu einem Core i3 für sehr kurzsichtig. Faustregel: Je länger der neue Rechner dienen soll, desto größer sollten seine Polster sein. Eine Grafikkarte kann meiner Meinung nach nie zu schnell sein, mit „perversen“ Einstellungen lohnen sich auch 4 oder 6 GiByte Grafikspeicher. Die meisten Spieler betreiben jedoch ein Full-HD-Display ohne Grafikmods, weshalb ich 2 respektive 3 GiByte für massentauglich halte.

»Rechenwerke und Speicher kann ich persönlich nie genug haben.«

Raffael Vötter, Fachbereich Grafikkarten

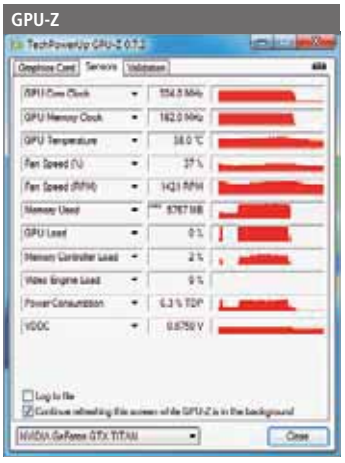


Square Enix hat dieses Jahr einen gelungenen Reboot der *Tomb Raider*-Serie präsentiert. Grafisches Highlight stellt die Simulation der Haare per TressFX dar.

„Speicherfresser“: Wenn’s etwas mehr sein darf







Teilerfolg in der Mission „6 GiByte füllen“: Links *CoD: Ghosts* in 3.840 x 2.400 mit 4x TXAA, rechts *Serious Sam 3* in 2.560 x 1.600 mit 8x MSAA und 4x SSAA. Die Tools GPU-Z, MSI Afterburner und Evga Precision X zeigen die Belegung an.

Auf den vorigen Seiten sind wir es gemächlich angegangen – Zeit, den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen! Während Sie bei Prozessoren nicht einfach zusätzliche Berechnungen forcieren können, kommt eine unterbeschäftigte Grafikkarte durch extreme AA-Modi, hohe Auflösungen oder Grafikmods zuverlässig ins Schwitzen. Ob sich hier deutliche(re) Unterschiede zwischen großem und kleinem Grafikspeicher zeigen?

Kurzer Marktüberblick

Nicht immer stehen Sie vor der Wahl, aktuelle High-End-Grafikkarten sind nur mit einer Speichermenge erhältlich. Dazu zählen die Geforce GTX Titan (6 GiByte), die GTX 780 und 780 Ti (3 GiByte), die Radeon R9 290/290X (4 GiByte) und R9 280X (3 GiByte).

Bei der Geforce GTX 770 dürfen Sie hingegen in 4 anstelle von 2 GiByte investieren und auch von der Radeon R9 270X sind Versionen mit 4 GiByte zu erwarten. Vergangene und brandneue Benchmarks mit dem PCGH-Parcours besagen: In konventionellen Einstellungen, das heißt bis inklusive 2.560 x 1.600 Pixeln mit maximalen Spieldetails, genügen 2 GiByte Speicher – ohne Ausnahme.

Grafikmods für ein Halleluja

Egal ob *Skyrim, Crysis, Half-Life 2, Stalker* oder andere Mod-Spielwiesen: Die meisten Grafikmodifikationen erzielen ihren Effekt mithilfe feinerer Texturen. Da mit der Detailfülle eine deutliche Erhöhung des Platzbedarfs einhergeht, verwundert es nicht, dass Texturmods die dankbarsten Anwendungen für gut bestückte Grafikkarten sind.

Der Speicher wird hier in jedem Fall mit Texturinformationen belegt, unabhängig von der Ausgabeauflösung. Naturgemäß entfalten hochauflösende Pixeltapeten ihre volle Pracht jedoch erst in Kombination mit anisotroper Filterung, hohen Auflösungen und/oder Supersample-AA. Fehlen die letztgenannten Faktoren, wird zugunsten einer flimmerfreien Darstellung jedoch die Texturauflösung bei steigender Darstellungstiefe und Verzerrung schrittweise reduziert. Dieser Vorgang nennt sich MIP-Mapping. Erst mit steigender Rendergenauigkeit werden Hi-Res-Texturen über weite Teile der Spielwelt mit ihrer vollen Auflösung dargestellt; man spricht hier von der Base Map alias MIP 0.

Benchmark-Einstellungen

Diesem Gedanken folgend, prüfen wir die Auswirkungen des Grafik-

Call of Duty: Ghosts

1.920 x 1.080, SMAA (1x), 16:1 HQ-AF – „Ruined City“



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 BV9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** GTX 580 @ 850/1.700/2.200 MHz, HD 6950 @ 900/2.750 MHz. Das neueste *Call of Duty* profitiert von mehr als 1,5 GiByte Speicher.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Far Cry 3: Blood Dragon

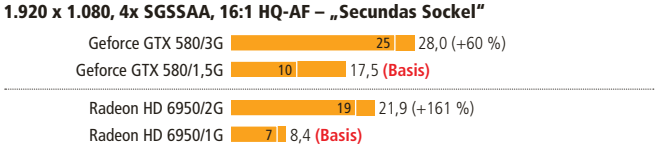
2.560 x 1.600, 4x MSAA, 16:1 HQ-AF – „Heli“

System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 BV9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** GTX 580 @ 850/1.700/2.200 MHz, HD 6950 @ 900/2.750 MHz. 2 anstatt 1 GiByte beendet die Diashow – 1,5 GiB genügen ebenfalls.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Skyrim + Texture Overhaul & uGrids = 11

1.920 x 1.080, 4x SGSSAA, 16:1 HQ-AF – „Secundas Sockel“



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 BV9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** GTX 580 @ 850/1.700/2.200 MHz, HD 6950 @ 900/2.750 MHz. Wer Texturmods nutzt, profitiert besonders von einem großen Grafik-RAM.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Crysis Warhead + PCGH Uber-Config

2.560 x 1.600, 4x MSAA, 16:1 HQ-AF – „Zug 3.0“

System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 BV9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** GTX 580 @ 850/1.700/2.200 MHz, HD 6950 @ 900/2.750 MHz. Trotz Grafikmod sind 2 GiByte ausreichend, bei 1,5 stockt es regelmäßig.

Min. Ø Fps
▶ Besser

speichers jenseits ausgetretener Pfade und „modden“ sowohl *The Elder Scrolls 5: Skyrim* als auch *Crysis Warhead*. Ersteres erstrahlt dank des offiziellen Hi-Res-Texturpakets von Bethesda, Realistic & Flora Overhaul, Lush Trees sowie einer uGrid-Einstellung von 9 in neuem Glanz, während die PCGH „Uber Config“ die Qualität unter anderem mithilfe eines deaktivierten LOD-Systems und höherer Schattenauflösung steigert. Mit *Call of Duty: Ghosts* und *FC3 Blood Dragon* testen wir weiterhin zwei speicherhungrige Titel ohne Grafikmods.

Im Wissen, dass viele unserer Leser übertakten und um das absolute Fps-Niveau etwas anzuheben, beschleunigen wir die Testkarten jeweils geringfügig: Die Geforce GTX 580 arbeitet mit 850/1.700/2.200 anstelle von 772/1.544/2.004 MHz, die Radeon HD 6950 mit 900/2.750 statt 800/2.500 MHz.

Benchmark-Ergebnisse

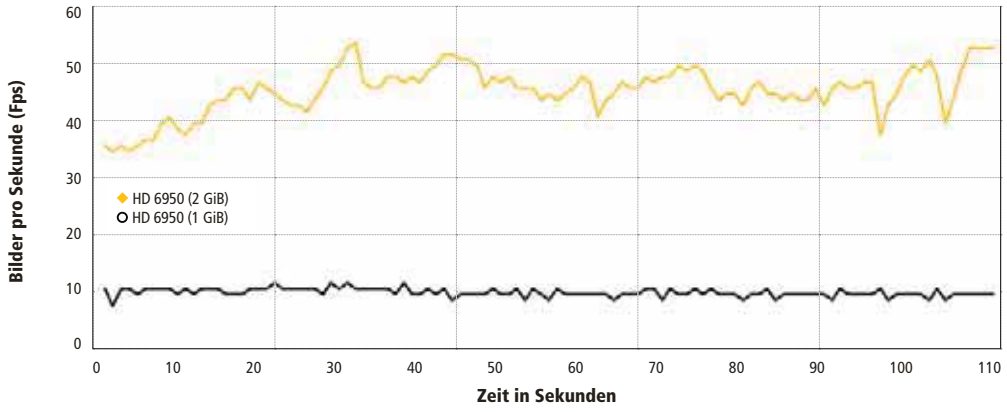
Wer im Jahr 2011 in eine Radeon HD 6950 mit 2 GiByte (Referenzbestückung) oder eine Geforce GTX 580 mit 3 GiByte (Referenz: 1,5 GiByte) investiert hat, stößt in modernen oder grafisch modifizierten Spielen seltener auf Nachladeruckler als mit den jeweils abgespeckten Versionen dieser Grafikkarten. Besonders eindeutig ist dies beim Vergleich der 1- mit der 2-GiByte-Radeon: Erstere ist für Mod-Orgien gänzlich ungeeignet, während die 2G-Karte deutlich angenehmere Bildfolgen ausgibt. Bei der GTX 580 ist die Lage nicht derart eindeutig, die 1,5 GiByte der Referenzversion genügen in den meisten Fällen, sofern spielbare Bildraten das Maß der Dinge sind. Dennoch: Wer kräftig moddet, zieht auch hier klare Vorteile aus dem doppelten Speicher. *(tl/rv)*

Fazit

Lohnt sich viel Grafikspeicher?
Die Sachlage ist relativ eindeutig: Wer einfach nur spielt und dabei keine Gedanken an extreme AA-Modi oder Grafikmods verschwendet, kommt in der Regel mit Standardkarten aus. Wer jedoch regelmäßig Mods installiert, Downsampling betreibt und ein bis drei Jahre Ruhe haben möchte, darf in größeren Speicher investieren.

2 vs. 1 GiByte Grafikspeicher: Rückblickend sehr sinnvoll

Skyrim inklusive Grafikmods, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Catalyst 13.11 Beta 9.5 **Bemerkungen:** Mit den richtigen Einstellungen – in diesem Fall hübschen Hi-Res-Texturen via Mod – ist eine 1-GiByte-Grafikkarte nicht mehr zu flüssigen Bildraten in der Lage. Mit 2 GiB Grafikspeicher läuft's jenseits von 40 Fps.

3 vs. 1,5 GiByte Grafikspeicher: Früher selten, nun oft nützlich

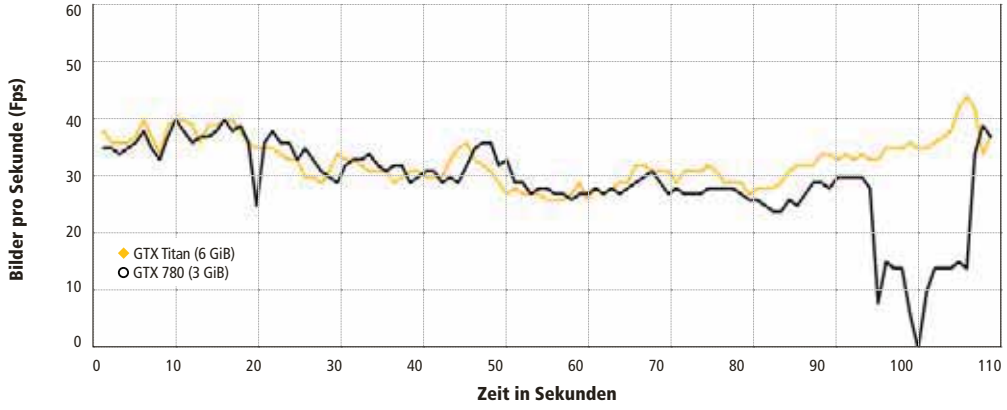
Skyrim inklusive Grafikmods, 1.920 x 1.080, 4x SGSSAA/16:1 HQ-AF



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Geforce 331.93 Beta **Bemerkungen:** Gleiche Testszene wie oben, hier jedoch mit Supersample-AA. Die GTX 580/3G ist durchgehend schneller als ihre 1,5G-Schwester, Nachladeruckler beim Betreten neuer Areale sind kaum wahrnehmbar.

6 vs. 3 GiByte Grafikspeicher: Nur in Extremfällen hilfreich

Skyrim inklusive Grafikmods, 3.840 x 2.160, 8x MSAA + 2x SGSSAA



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Geforce 331.93 Beta **Bemerkungen:** Einzig schwere (Downsampling-)Geschütze zwingen eine 3-GiByte-Grafikkarte in die Knie. Im Verlauf ist klar zu sehen, dass die Titan dank 6 GiByte seltener stockt; nach etwa 95 Sekunden läuft der 3 GiByte große Speicher über.

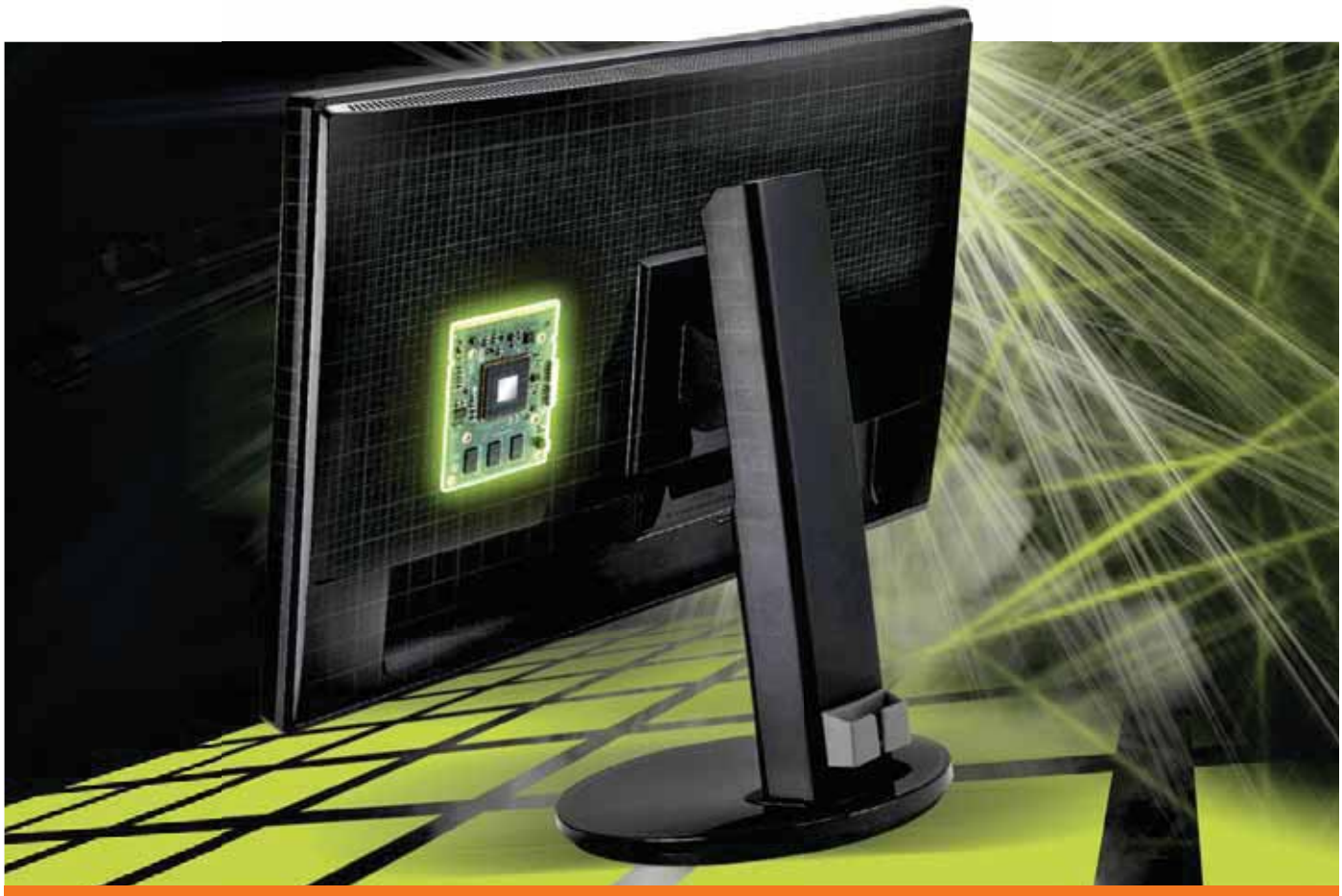


Bild: Nvidia

PCGH spielt Nvidias G-Sync Probe

Nvidia G-Sync

An einem Vorseriengerät eines 24-Zoll-Displays dürfen wir Nvidias neue Technik im Spielbetrieb testen. Ist G-Sync tatsächlich das Heilmittel gegen Tearing und Lags?

Bisher war das Interesse der Grafikchip-Hersteller in Bezug auf das Ausgabegerät aka Display gering. Zwar gab es im Catalyst zum Beispiel eine Option zur Verbesserung der Reaktionszeit und mit den 3D-Monitoren kam auch die 120- beziehungsweise 144-Hertz-Funktion. Das Relikt vertikale Synchronisation aus der analogen Ära der Signalübertragung ist uns bis heute erhalten geblieben. Die feste Refreshrate alle 16 Millisekunden (60-Hertz-Displays) sorgt je nach Einstellung entweder für Tearing (Bild zerreißt sichtbar) oder Lags (kurze Ruckler). Mit G-Sync will Nvidia nun alle Probleme, die durch V-Sync oder eben durch fehlendes V-Sync entstehen, beheben. PC Games Hardware darf an einem Vorseriengerät die neue Technik ausprobieren.

Synchronisationsprobleme

60-Hertz-LCDs führen alle 16 Millisekunden einen Bildwechsel aus. Dabei wird das Bild nicht sofort komplett erneuert, sondern der Aufbau beginnt oben und endet unten. Die Grafikkarte berechnet die Bilder natürlich nicht in genau 16 Millisekunden. Je nach Aufwand der Spieleszene dauert dies beispielsweise nur 8 oder auch 21 Millisekunden. Die Grafikkarte ist also extrem selten im gleichen Takt wie das LCD. Wurde keine Synchronisation zwischen GPU und Display im Treiber oder im Optionsmenü des Spiels gewählt, kommt es häufig zum Tearing. Während das „alte" Bild vom LCD noch aufgebaut wird, erhält der Monitor plötzlich die Infos fürs nächste Bild und fängt an, dieses darzustellen. An dieser Stelle zerreißt das Bild optisch. Aktivieren Sie V-Sync, werden Grafikkarte und LCD synchronisiert und das Tearing verschwindet. Nun wird aber die Grafikkarte auf maximal 60 Bilder pro Sekunde eingebremst. Braucht die GPU für ein Bild länger als 16 Millisekunden, rutscht die Darstellung erst in den nächsten Zeitschlitz, es können also 32 Millisekunden vergehen, obwohl das Bild nach 18 Millisekunden fertig berechnet war – die Darstellung ruckelt.

Nvidias Lösungsansatz

Die Lösung ist laut Nvidia sehr einfach: Die Grafikkarte bestimmt, wann der Refreshzyklus des LCDs ausgeführt wird – variable Synchronisation! Sobald ein Bild von der GPU fertig berechnet wird, geht es auf die Reise zum Display-Zwischenspeicher, egal wie lang die Berechnung gedauert hat. Dadurch soll sich vor allem das Spielgefühl verbessern, da die Ausgabe-Lags wegfallen. Nvidia hat die neue Technik G-Sync getauft.

Einige Leser werden sich jetzt fragen: Wieso G-Sync? Das adaptive V-Sync (Adaptive Vertical Sync) löst das Problem doch bereits? Zur Erinnerung: Nur wenn 60 respektive

120/144 Fps erreicht werden, ist V-Sync in diesem Modus aktiv. Wird der Wert jedoch unterschritten, schaltet der Treiber V-Sync automatisch ab und Fps-Einbrüche bleiben aus. Natürlich müssen Sie in diesem Fall mit Tearing unterhalb der Vsync-Schwelle (etwa bei 50 Fps) leben. Doch G-Sync verbessert vor allem zwischen 30 und 60 Fps das Spielgefühl. In diesem Fps-Bereich werden Sie höchstwahrscheinlich auch spielen.

Die Technik G-Sync

Damit Sie G-Sync nutzen können, benötigen Sie allerdings einen neuen Monitor. Das LCD muss nämlich über eine spezielle Steuerelektronik, speziell Scaler, verfügen. Bei unserem Vorseriengerät handelt es sich um einen Asus VG248QE, welcher von Nvidia umgebaut wurde. Ein Nachrüsten scheint also möglich zu sein, ob allerdings Nvidia das G-Sync-Modul (ähnelt einer MXM-Platine) einzeln verkauft, ist nicht bekannt. Die ersten G-Sync-Geräte werden noch von einem Online-Versender umgebaut. Echte Seriengeräte sollen zur CES vorgestellt werden. PCGH berichtet darüber auf der Webseite (www.pcgh.de). Wir erwarten von Asus, Viewsonic, Benq und Philips entsprechende Ankündigungen. Laut Nvidia können auch 60-Hertz-LCDs mit G-Sync ausgestattet werden, allerdings werden zunächst nur 144-Hertz-Geräte damit kommen. Der Aufpreis für G-Sync liegt höchstwahrscheinlich bei rund 100 Euro. Ein Asus VG248QE würde dann statt 300 etwa 400 Euro kosten. Laut Nvidia kann das G-Sync-Modul in fast alle LC-Displays eingebaut werden, dies gilt auch für Ultra-HD-Bildschirme.

Auf der Grafikkarten-Seite ist eine Geforce mit Kepler-GPU notwendig. Zudem benötigen Sie einen aktuellen Treiber. Bis Redaktionsschluss wurde G-Sync nur vom Geforce 331.93 Beta unterstützt.

Unser Testsystem

PC Games Hardware testet G-Sync auf einem System mit Windows 7 x64. Als Prozessor dient ein Xeon E5645 (2,4 GHz) auf einem Asus Rampage III Formula mit Intel-X58-Chipsatz. Es stehen zweimal 2 GiByte DDR3-Arbeitsspeicher zur Verfügung. Die Grafikeinheit bildet eine Geforce GTX 780 mit dem oben erwähnten Geforce-Beta-Treiber. Das von Nvidia modifizierte Asus VG248QE verfügt nur noch über einen Displayport-Signaleingang und auch das interne Netzteil des LCDs wurde durch einen externen Spannungswandler ersetzt. Geforce GTX 780 und VG248QE sind demzufolge per Displayport miteinander verbunden. G-Sync soll laut Nvidia mit 144 Hertz betrieben werden. Zudem müssen wir es im Treiber aktivieren, dafür gibt es einen neuen Punkt im Geforce 331.93 Beta. Hier setzen wir nur einen Haken und wechseln in die 3D-Einstellungen. Dort ändern wir die V-Sync-Option auf „G-Sync". Nun können wir mit dem Testen beginnen. Wichtig: G-Sync funktioniert nur im Vollbildmodus.

Das Spielgefühl

Wir spielen die Titel *Starcraft 2*, *Crysis 3*, *Tomb Raider* und *Battlefield 4* jeweils zwei Stunden und wechseln dann auf ein 60-Hertz-LCD mit V-Sync. Bemerkenswert ist in *Starcraft 2*, dass das Auswählen der Einheiten plötzlich viel direkter ist, als ob man einige Millisekunden Inputlag nicht mehr spürt. Der Bildaufbau während des Scrollens verbessert sich nicht besonders, die ungewollte Bewegungsunschärfe durch die Flüssigkristalltechnik bleibt sichtbar.

In *Crysis 3* schwankt die Fps-Rate relativ stark. Wir wählen die Optionen so, dass unsere Geforce GTX 780 nicht mehr als 60 Fps liefern kann. Es stellt sich sofort ein angenehmes Gefühl ein; *Crysis 3* wirkt sofort viel flüssiger, obwohl die Fps-Rate teilweise unter 40 Bilder pro Sekunde fällt. Interessant ist, dass die Zielgenauigkeit subjektiv zunimmt – ein Schuss, ein Treffer.

Im Spiel *Tomb Raider* ist der Unterschied zwischen dem 60-Hertz-LCD und dem G-Sync-Display schwieriger auszumachen: Der Hintergrund wirkt bei Bewegung zwar ruckelfreier als beim 60er mit V-Sync, aber sonst stellt sich kein besseres Spielgefühl ein.

In *Battlefield 4* schwanken die Fps-Raten extrem, was der G-Sync-Technik zugute kommt. Gerade in Szenen mit viel Action merkt man den Vorteil der variablen Synchronisati-

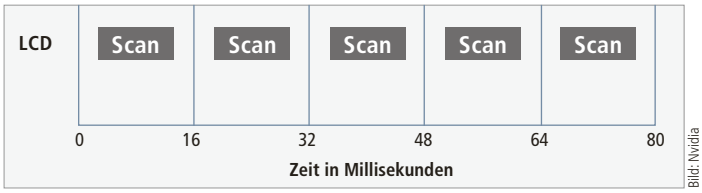


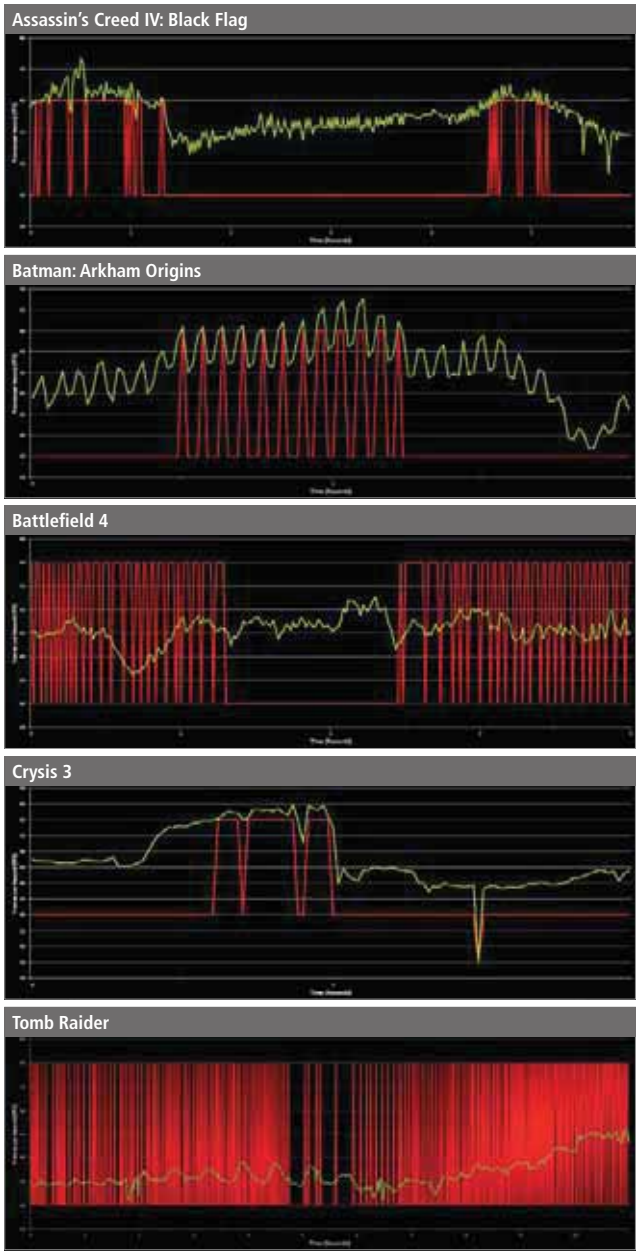
Bild: Nvidia

Ein herkömmliches 60-Hertz-LCD kann nur alle 16 Millisekunden ein neues Bild anzeigen, egal wie lange die Grafikkarte zum Berechnen des Frames benötigt.

V-Sync an/aus im Frameverlauf

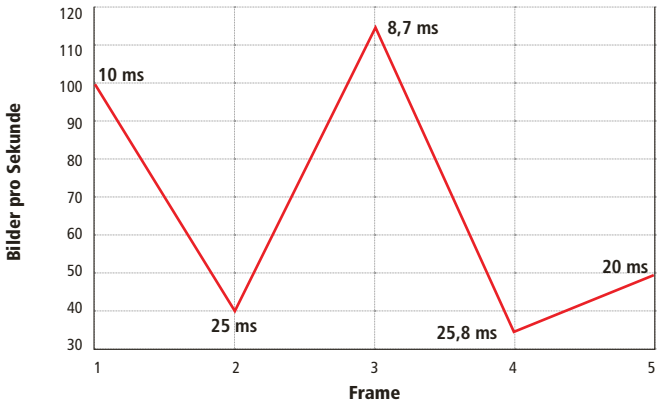
Laut Messungen von Nvidia wirkt sich ein aktiver V-Sync negativ auf die Fps-Rate aus. Kein V-Sync führt aber zum Zerreißen des Bildes (Tearing).

Die Bilder unten zeigen den Frame-Verlauf (Bilder pro Sekunde) mit eingeschaltetem V-Sync (rote Linie) und ausgeschaltetem V-Sync (grüne Linie). Mit vertikaler Synchronisation sinkt die Fps-Rate stark ab.



Beispiel unterschiedliche Berechnungsdauer

Dauer zum Berechnen eines Frames durch die GPU

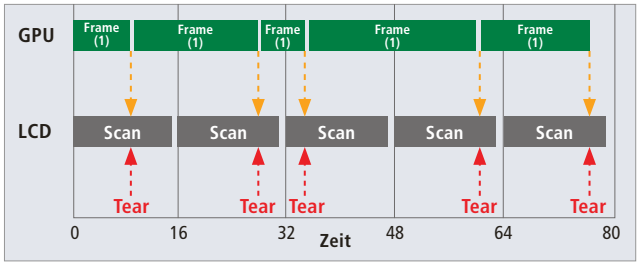


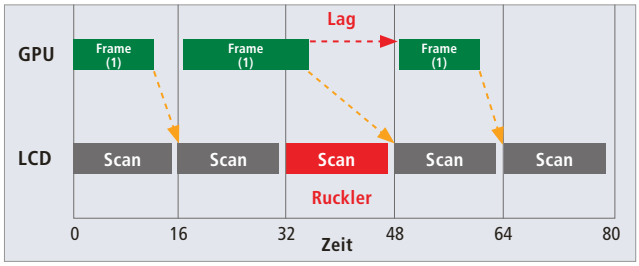
Bemerkungen: Dieses fiktive Beispiel ist bei aktuellen Spielen nicht ungewöhnlich, denn die Grafikkarte braucht für jedes angezeigte Bild nicht die gleiche Zeit zum Berechnen. So kommt es zu Schwankungen der Fps-Rate und zu Problemen bei der Synchronisation mit dem Bildschirm.

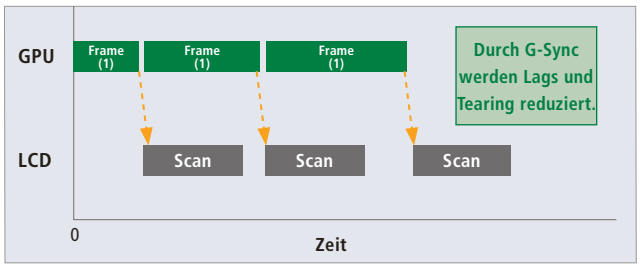
Vorteil G-Sync gegenüber V-Sync

Die herkömmliche Synchronisation zwischen Grafikkarte und LCD kann zu Tearing und Ruckeln (Lag) führen.

Das obere Bild zeigt, wie Tearing (Zerreißen des Bildes) mit abgeschaltetem V-Sync entsteht. Jedes Mal wenn das Bild ans LCD übertragen wird, bevor der Refresh-Vorgang abgeschlossen ist, zerreißt das Bild. Darunter sehen Sie, wir durch ein Timing-Problem mit V-Sync Bilder zu spät ausgegeben werden können. Im unteren Bild ist anschaulich dargestellt, wir diese beiden Probleme durch eine variable Synchronisation gelöst werden können.







on und bekommt das Bild gefühlt sogar einige Millisekunden früher zu sehen als die Gegner im Multiplayer. Vielleicht ist es nur Glück, aber der Ergebnisbildschirm am Ende des Spiels sieht mit G-Sync besser aus als mit V-Sync.

Vergleich zu anderen Gaming-Monitoren

Nvidias G-Sync-Technik soll andere Schwachstellen in der Darstellungstechnik beheben, als es 144-Hertz-LCDs oder Eizos Turbo 240 tun. Trotzdem überschneiden sich die Techniken. Wie steht nun der Asus VG248QE mit G-Sync im Vergleich zum Benq XL2420T und Eizo Foris FG2421 da? Wir haben an allen drei Monitoren mit den jeweils bestmöglichen Einstellungen gespielt.

Das Benq XL2420T gehört zu den verbreitetsten 120-Hz-LCDs. Spiele wie *Starcraft 2*, *Crysis 3*, *Tomb Raider* und *Battlefield 4* wirken auf dem LCD mit weniger als 60 Fps sehr flüssig. Sobald wir den Lightboost-Hack aktivieren und die Hintergrundbeleuchtung pulsiert, wird das Bild im Spiel gestochen scharf – die Bewegungsunschärfe verschwindet sofort. Das Spielgefühl ist sehr gut.

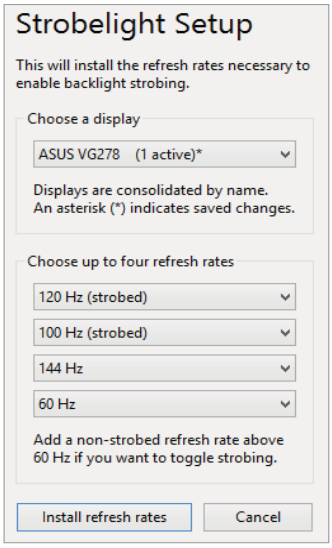
Das Eizo Foris FG2421 wird ebenfalls mit 120 Hertz angesteuert. Intern werden laut Hersteller die Bilder verdoppelt und mit 240 Hertz ausgegeben. Sobald Sie im Bildschirmmenü „Turbo 240“ auf „Ein“ stellen, wird die Hintergrundbeleuchtung gepulst. Von Eizos Turbo 240 geht immer ein positiver Effekt auf das Spielerlebnis aus. Bei Strategiespielen wie *Starcraft 2* ist vor allem beim Scrollen über die Karte optimal, dass Gebäude und Co. relativ scharf bleiben. Sehr stark vom FG2421 profitieren Shooter wie *Crysis 3* und *Battlefield 4*, zudem wird der positive Effekt mit steigender Fps-Zahl immer besser. Das gute Spielgefühl wird zudem durch das sehr hohe Kontrastverhältnis unterstützt.

Ein direkter Vergleich ist zwar nicht ganz fair, aber zum aktuellen Zeitpunkt zählen nur die Endkundenprodukte. Immerhin müssen Sie entscheiden, für welche LCD-Lösung Sie 300 bis 500 Euro ausgeben. Der Vorteil von G-Sync gegenüber einem 60-Hertz-LCD ist bemerkenswert, aber auch schon ein 144-Hz-LCD lässt Spiele flüssiger erscheinen. Selbst wenn diese nur mit 40 bis 60 Fps laufen. Der G-Sync-Vorteil gegenüber V-Sync bei 144 Hertz ist kleiner. Eizos Foris FG2421 ist mit rund 500 Euro die teuerste Lösung, bietet dafür aber ein VA-Panel mit sehr gutem statischen Kontrast.

Details zum Asus VG248QE

Das Asus VG248QE (ohne G-Sync-Technik) hat PC Games Hardware in Ausgabe 04/2013 getestet. Die damaligen Ergebnisse des Seriengerätes: Das Asus VG248QE ist ein klassisches 24-Zoll-LCD mit Full-HD-Auflösung (1.920 x 1.080) und LED-Hintergrundbeleuchtung. Das Highlight des Displays ist das TN-Panel mit 144 Hertz Bildwiederholrate. Zudem gibt Asus eine Reaktionszeit von 1 Millisekunde an. Das sind perfekte Werte für ein Zocker-LCD. Mit dem Rechner wird das VG248QE (ohne G-Sync-Technik) per DVI (Duallink), HDMI oder Displayport verbunden. Für den 144-Hertz-Betrieb sind aber DVI (Duallink) oder Displayport als Signalweg geeignet. Sehr angenehm ist, dass Sie das 24-Zoll-LCD drehen, neigen und in der Höhe verstellen können. Zudem unterstützt das Asus-Display Pivot (Hochkantformat des Bildschirms).

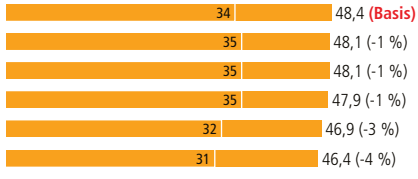
Unsere Messung ergibt eine Reaktionszeit von zwei Millisekunden und einen Inputlag von vier Millisekunden. In Spielen wie *Battle-*



Pulsierende Hintergrundbeleuchtung einfach per Software nachrüsten.

Nvidia G-Sync geringfügig langsamer

Tomb Raider – interner Benchmark – 1.920 x 1.080, 4x MSAA, 16:1 HQ-AF



System: Intel Xeon E5645 (2,4 GHz), X58-Chipsatz, 4 GiB DDR3-1600-RAM; Windows 7 x64, Geforce 331.93 Beta **Bemerkungen:** Die Min-Fps in *Tomb Raider* sind mit Nvidia G-Sync etwas geringer, doch im Durchschnitt ist dies kaum spürbar.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Mit G-Sync kein Leistungsverlust in BF4

Battlefield 4 – Singleplayer – 1.920 x 1.080, 4x MSAA, 16:1 HQ-AF



System: Intel Xeon E5645 (2,4 GHz), X58-Chipsatz, 4 GiB DDR3-1600-RAM; Windows 7 x64, Geforce 331.93 Beta **Bemerkungen:** *Battlefield 4* läuft mit G-Sync sehr gut, nur V-Sync geht – wie zu erwarten war – etwas auf Fps-Rate.

Min. Ø Fps
▶ Besser

field 4 sind kaum noch Schlieren erkennbar. Die maximale Luminanz liegt bei 441 Candela pro Quadratmeter und das statische Kontrastverhältnis erreicht 750:1. Die Helligkeitsverteilung ist unregelmäßig, denn die Abweichungen sind mit 17 Prozent zu hoch. Fazit: Das Asus VG248QE ist eins der besten 24-Zoll-LCDs für Spieler und zudem mit rund 300 Euro noch verhältnismäßig günstig.

Asus VG248QE selbst mit G-Sync ausstatten?

Die Webseite Blurbusters.com berichtet, dass es die Option geben soll, den Asus VG248QE zu Hause selbst mit dem G-Sync-Modul auszustatten. Dazu soll eine detaillierte Anleitung von Nvidia veröffentlicht werden. Die Nvidia-Vertretung in Deutschland wollte uns dies auf Nachfrage nicht bestätigen. Falls es allerdings das G-Sync-Modul einzeln zu kaufen geben wird, können Sie sich drauf verlassen, dass PC Games Hardware eine Foto- und Video-Anleitung zum Umbau anfertigen wird.

G-Sync-Modul: Pulsierende Hintergrundbeleuchtung?

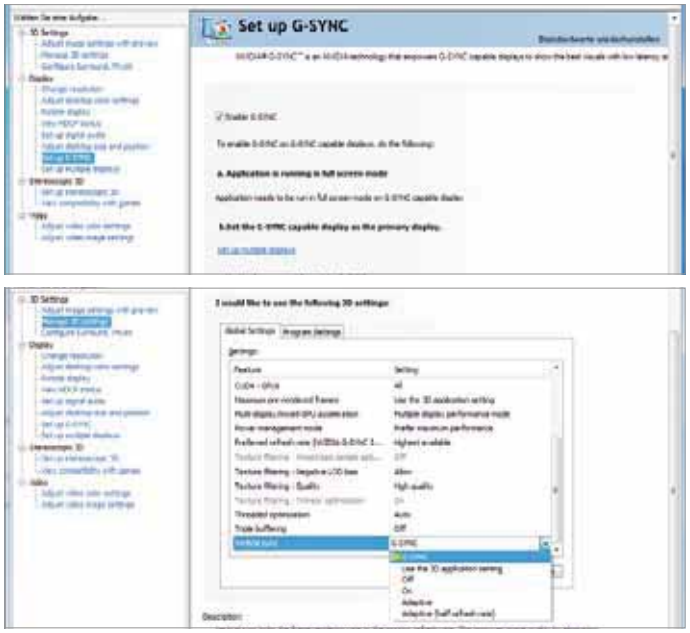
Blurbusters.com meldet ebenfalls, dass das G-Sync-Modul auch dazu in der Lage sei, eine pulsierende Hintergrundbeleuchtung zu erzeugen. Allerdings müsse man sich per Treiber entscheiden, ob man den G-Sync- oder Strobe-Modus nutzen möchte. Zur Erinnerung: G-Sync ist besser bei variierenden Fps-Raten und verringert Tearing und Ruckler – Bewegungsunschärfe bleibt aber. Der Strobe-Modus eignet sich gut, wenn das Spiel eine hohe und konstante Fps-Rate liefert – Bewegungsunschärfe verschwindet.

Der Lightboost-Hack

Wenn Sie zu Hause bereits einen Asus VG248QE, VG278H, VG278HE oder Benq XL2411T, XL2420T, XL2720T oder Acer HN274HBbmiid einsetzen, können Sie per Lightboost-Hack schon jetzt die Vorteile einer pulsierenden Hintergrundbeleuchtung (Strobelight) nutzen. Zunächst installieren Sie sich das Tool Toastyx Strobelight App (Download unter www.pcgh.de/lightboost-hack), welches mit AMD- und Nvidia-Grafikkarten funktioniert. Anschließend wählen Sie Ihren angeschlossenen Monitor aus und legen fest, bei welchen Bildwiederholfrequenzen Strobelight aktiviert werden soll. Nach einem Neustart des Windows-Rechners sind die Einstellungen aktiv. Starten Sie die Toastyx-Strobelight-App wieder – am besten Sie fügen das Tool der Autostart-Funktion hinzu. Mit der Tastenkombination „Strg", „Alt" und „+" schalten Sie das Strobelight ein. Abschalten können Sie es mit „Strg", „Alt" und „-". Im Bildschirmmenü (OSD) prüfen Sie, ob Lightboost aktiv ist. Die Benq-LCDs haben eine kleine LED, die aktives Lightboost



Die Taste „Menü" startet das OSD am Asus VG248QE. So können Sie schnell prüfen, ob der G-Sync-Modus auch wirklich aktiv ist.



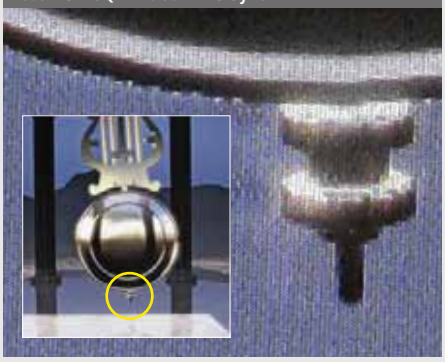
Im Geforce-Treiber müssen Sie G-Sync zunächst aktivieren und anschließend unter „Manage 3D settings" – „Vertical sync" auswählen.



Bildvergleich G-Sync versus V-Sync

Wir haben versucht, den Unterschied in der Darstellung zwischen den verschiedenen Techniken per Foto zu dokumentieren. Dies ist uns auch gelungen: Sie können die Abweichungen gut erkennen. Die Bilder wurden mit ISO 200 und Belichtungszeit 1/50 auf einer Canon Powershot G10 aufgenommen.

Asus VG248QE mit 60 Hz: G-Sync



Asus VG248QE mit 60 Hz: V-Sync



Asus VG248QE mit 144 Hz: G-Sync



Asus VG248QE mit 144 Hz: V-Sync



Benq XL2420T mit 144 Hz: V-Sync



Eizo Foris FG2421 mit 240 Hz: V-Sync



Asus VG248QE mit Nvidia G-Sync im Detail

Nvidia nutzt das Asus VG248QE und rüstet es mit dem G-Sync-Modul aus, dazu wird ein Seriengerät geöffnet und entsprechend umgebaut. Wir haben uns das Vorseriengerät und die Änderungen daran genauer angesehen.

Stromanschluss

1

Im Gegensatz zum normalen VG248QE verfügt unser Testmuster nicht über ein internes Netzteil. Nvidia legt dem Vorseriengerät einen externen Spannungswandler bei. Die Kabel des Netzteils sind aber lang genug, sodass es auch unterm Tisch verschwinden kann.



Signaleingänge

2

Das Asus VG248QE verfügt normalerweise über Displayport, DVI-D (Duallink), HDMI sowie Audioanschlüsse. Bei unserem Vorseriengerät ist nur noch der Displayport vorhanden und nutzbar.





Das Asus VG248QE wurde mit dem G-Sync-Modul ausgestattet und per Aufkleber gekennzeichnet.

anzeigt. Über die Tastenkombination „Strg“, „Alt“ und eine Zahl zwischen 0 und 9 stellen Sie die Helligkeit bzw. Intensität von Lightboost ein. „0“ entspricht 100 Prozent und ist die Standardeinstellung. Das schärfste Bild erhalten Sie mit „9“ (10 Prozent) – es ist allerdings auch das dunkelste. Beachten Sie, dass durch das sehr scharfe Bild Mikroruckler und Co. viel leichter zu erkennen sind. *(ma)*

Fazit PCGH Hardware

Nvidia G-Sync
Nvidia hat mit der neuen Technik G-Sync eine echte Innovation für LC-Displays entwickelt. Spieler profitieren stark von der variablen Synchronisierung des Bildes zwischen GPU und LC-Display, denn die meisten spielen mit 40 bis 60 Fps. In diesem Fps-Bereich fühlt sich das Spielen mit G-Sync viel besser und direkter an als auf einem herkömmlichen 60-Hertz-Bildschirm.

Ist Nvidias G-Sync eine LCD-Revolution?



Als Fachredakteur für Monitore ist es meine Aufgabe, ständig neue Displays zu testen, und so ist das G-Sync-LCD für mich nichts anderes. Daher ziehe ich auch den Vergleich zu aktuellen 144-Hertz-Bildschirmen und natürlich auch zu Eizos Foris FG2421 (Turbo-240-Technik). Dabei fällt mir auf, dass man gegenüber einem 60-Hertz-Monitor einen riesigen Unterschied sieht, sobald man von V-Sync auf G-Sync wechselt. Doch spiele ich an einem 144-Hertz-Flüssigkristallbildschirm und schalte dann auf G-Sync um, fällt es schwer, einen Unterschied wahrzunehmen. Aktiviere ich stattdessen den Lightboost-Hack oder nutze Turbo 240 am Eizo Foris FG2421, bin ich eigentlich total glücklich mit dem gebotenem Bild – selbst wenn ich nur 60 Fps im Spiel erreiche. Die Bewegungsunschärfe stört mich mehr als Tearing oder Mikroruckler.

»Für mich ist der Vorteil zu einem 144-Hertz-LCD zu gering!«

Marco Albert, Fachbereich Monitore

Warum kommt die Technik erst jetzt?



Auf der G-Sync-Veranstaltung sprach Nvidia-Boss Huang mir aus der Seele: G-Sync ist so naheliegend, dass man sich fragen muss, warum bisher niemand darauf gekommen ist. Nun, einen Teil der Antwort gibt Nvidia bereits selbst. Die Display-Controller älterer GPUs bis einschließlich der Fermi-Generation sind offenbar nicht flexibel genug, erst mit Kepler klappt die Monitor-„Versklavung“. Hier haben die Hersteller offenbar viel zu lange ihren Tunnelblick gepflegt: Was um die Jahrtausendwende mit dem Fps-Rennen begann, später im AA/AF-Kampf seine Fortsetzung fand und erst kürzlich mit dem Schwenk zu Compute sein vorläufiges Ende nahm. Doch Probleme zu lange nicht anzugehen birgt eine Gefahr: Der Nutzer arrangiert sich mit dem Gebotenen, nimmt es als gegeben hin. Ihn dann neu zu überzeugen ist schwer. Daher mein Schlusssatz:

»Eine Technik wie G-Sync ist schon lange überfällig. Zu lange?«

Carsten Spille, Fachbereich Grafikkarten & Prozessoren

ANZEIGE

Jeden Tag neue Hardware-Videos

PC Games Hardware zeigt auf der eigenen Webseite und auf Youtube täglich neue spannende Videos aus der Hardware-Welt.

PCGH-Videoseite

Seit wenigen Wochen ist das neue Videoportal mit neuem HD-Player online. Dabei hat sich nicht nur die Qualität verbessert, auch die Inhalte sind dank professioneller Filmtechnik noch interessanter gestaltet. Reinschauen lohnt sich auf jeden Fall. Klicken Sie sich gleich rein:

www.pcgh.de/Videos

Youtube

Alle unsere Videos bieten wir auch über Youtube an. Haben Sie einen Google- oder Youtube-Account, dann können Sie auch hier kommentieren, Videos teilen oder unsere Filme bewerten. PCGH freut sich auf Ihren Besuch und vor allem auf Ihr Feedback.

www.youtube.com/PCGamesHardware

Bild: MEV

Grafikkarten



Raffael Vötter
Fachbereich Grafikkarten
E-Mail: rv@pcgh.de

Kommentar

Wenn ich Product Manager bei einem Grafikkartenpartner wäre …

Ich versteh's nicht. Dabei ist die Lage so eindeutig! Da Sie das vermutlich gerade völlig anders sehen, kläre ich auf: Es geht um die Kühlung von High-End-Grafikkarten. Nur wenige Hersteller berücksichtigen, dass der Markt – das sind unter anderem Sie, werte Leser, und ich – keinen Wert auf brüllende Lüfter legt. Es wirkt jedoch, als laute die Vorgabe für die Kühldesigner „Dual-Slot ist Pflicht, ansonsten dürft ihr euch austoben!". Nun handelt es sich bei High-End-Grafikkarten lästigerweise um 250- bis 300-Watt-Boliden, die mit reichlich Abwärme um sich werfen. Asus und MSI beweisen derzeit, dass die Kombination aus Dual-Slot-Kühlung und High-End-GPU leise sein kann, besonders kühl wird das aber nicht. Dabei wär's so einfach: Man nehme zwei weitere Zentimeter feinsten Aluminiums für die Höhe, montiere niedrigtourige Lüfter, garniere es mit einer flachen Lüfterkennlinie und erhalte damit ein Triple-Slot-Design, das allerorts empfohlen wird. Der Hersteller Inno 3D sorgt momentan mit dieser Masche für Aufsehen. Das hat schon bei Fermi geklappt: Zotacs GTX 480 AMP konnte den Hitzkopf mithilfe eines Zalman VF3000F leise bändigen. Liebe Hersteller: Eure High-End-Schlitten müssen nicht in jedes Mini-Gehäuse passen, also gebt euren Karten etwas mehr Material auf den Weg – gegen Aufpreis, Enthusiasten greifen gewiss zu.



Ersteindruck: Asus GTX 780 Poseidon

Die neueste Grafik-Gottheit aus den taiwanischen Asus-Laboren verspricht das Beste aus Luft- und Wasserkühlung in einer Grafikkarte.

In der griechischen Mythologie ist Poseidon der Gott des Meeres, im heimischen Rechner eine Oberklasse-Grafikkarte mit außergewöhnlicher Kühlung. Der Direct CU H2O lässt sich sowohl als reiner Luftkühler betreiben als auch von Wasser durchströmen – am besten zusammen. Wer den nötigen Wasserkreislauf sein Eigen nennt, kann die Grafikkarte mithilfe der oben angebrachten G1/4-Gewinde anschließen.

Im Test als ordinäre, luftgekühlte Grafikkarte macht die GTX 780 Poseidon bereits eine gute Figur: Die hochwertigen Axiallüfter drehen mit rund 1.000 U/Min. und erzeugen eine Lautheit von exzellenten 0,1 Sone – das ist innerhalb eines typischen Gehäuses nicht wahrnehmbar. An dieser Stelle wird klar, dass Asus diese Grafikkarte trotz der eingebauten Vapor-Chamber auf den Betrieb mit einer Wasserkühlung optimiert hat: Strömt kühles Nass durch den Kühlblock, sorgen die Lüfter unhörbar für niedrigere Temperaturen, vor allem im Bereich der Spannungswandler. Zwar steht ein Test mit dieser Konfiguration noch aus, Asus verspricht jedoch um 24 Grad Celsius gesenkte Temperaturen gegenüber dem Einsatz des Referenzkühlers, was auf Zielwerte im niedrigen 60er-Bereich schließen lässt.

Mit Luft betrieben, hält der Direct CU H2O die GPU auf maximal 76 Grad Celsius, während der automatische Boost zwischen 1.058 und 1.097 rangiert. Die Lautheit nimmt unter derartiger Volllast hörbar zu und stagniert am Ende bei 4,0 Sone (2.300 U/Min.). Etwas überraschend ist, dass unser Sample noch einen GK110-A1 trägt, möglicherweise werden die Retailmodelle jedoch mit B1-Chips versehen, welche etwas höhere Frequenzen mitmachen. *(rv)*



Powercolor R9 270X PCS+

Zu spät für die vergangene Marktübersicht, aber gerade richtig für einen ausführlichen Test erreichte uns Powercolors Eigendesign der R9 270X.

Der AMD-Partner Powercolor hat sich besondere Belüftung und lange Lebensdauer auf die Fahnen geschrieben. Das Professional Cooling System (PCS), die Bezeichnung eines herstellereigenen Kühldesigns, ist erstmals mit einer neuen Gattung der Axialrotoren bestückt, mit den sogenannten „Double Blades". Diese speziell geformten 90-Millimeter-Lüfter mit ihren kleinen Zusatzfächern an der Innenseite (siehe Bild unten) erzielen laut Powercolor einen um 20 Prozent erhöhten Luftdurchsatz und verstauben nicht so schnell wie gewöhnliche Quirle.

Auf der Rückseite der R9 270X PCS+ findet sich nicht nur eine matte Backplate, sondern auch der Konnektor für den „Turbo Timer", einen separat zu erwerbenden Akku. Dieser sorgt dafür, dass die Lüfter der Grafikkarte nach Abschaltung des Rechners eine Weile weiterdrehen, damit die Bauteile abkühlen und damit länger frisch bleiben. Ein Preis oder Testmuster des Timers lag uns zu Redaktionsschluss nicht vor.

Genug der Theorie, im Praxistest überzeugt die Karte nicht nur mit ihrem OC-Takt auf 1.100/2.850 MHz (+5/2 % OC), sondern auch mit geringer Lautheit: Wir messen sehr leise 0,4 Sone im Leerlauf und gute 1,6 Sone unter Spielelast. Damit gehört die PCS+ zu den leisesten, aber nicht zu den schnellsten R9-270X-Grafikkarten. Fazit: voll spieletaugliche, leise Grafikkarte für faire 170 Euro. *(rv)*



Radeon R7 260 erhältlich

Mitte Januar startet eine Grafikkarte „für Spieler mit 2 bis 4 Jahre alten PCs": Falls Sie nach dieser Info noch Interesse haben, gehören Sie zur Zielgruppe.

Kurz vor Redaktionsschluss erweiterte AMD seine Radeon-R-Reihe um ein weiteres Modell: die R7 260. Ihrem Namen entsprechend, platziert sie sich zwischen der R7 250 und der R7 260X, wobei die Nähe zur letztgenannten Karte größer ist. Wie bei der 260X zeichnet ein „Bonaire"-Grafikchip verantwortlich, auf der R7 260 fehlen ihm jedoch 14 Prozent der Recheneinheiten und neun Prozent des 260X-Takts, oder kurz: Die R7 260 nutzt 768 Rechenwerke mit bis zu 1.000 MHz Kerntakt und bietet damit eine theoretische Maximalleistung von 1,54 Tera-FLOPS. Der auserkorene Gegner der 100-Euro-Grafikkarte ist Nvidias Geforce GTX 650 Ti ohne Boost, die um einige Prozente geschlagen werden soll.

Interessanter als die Spieleleistung ist an der Radeon R7 260 ihre Eignung für die AMD-Technologien Mantle (effiziente Programmierschnittstelle), True Audio (Soundeffekte mithilfe der Grafikkarte) und Zero Core Power (ZCP; Stromsparmodus bei abgeschaltetem Bildschirm). Während ZCP überall funktioniert, bedingen Mantle und True Audio eine Integration in Spiele-Engines. *Battlefield 4* macht mit Mantle den Anfang, *Thief 4, Lichdom* und *Murdered* liefern True-Audio-Support im Laufe des Jahres nach – die R7 260 ist die günstigste Möglichkeit, um mal reinzuhören. *(rv)*

PCGH-Leistungsindex Single-GPU

BESSER ▶ | **Normierte Leistung*** Preis-Leistungs-Verhältnis (PLV): Mehr ist besser

		Anno 2070	Crysis 3	Grid 2	NFS M. Wanted	The Witcher 2
Radeon R9 290X „Uber"	100 %	71/42	49/30	101/72	40/18	40/25
Preis: € 470,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.000/2.500 MHz		90/58	70/42	75/50	49/30	49/30
RAM: 4 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 21,3		102/60	66/43	45/26	67/45	82/58
Geforce GTX 780 Ti	99,7 %	65/38	53/31	104/71	40/19	34/21
Preis: € 580,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 928/3.500 MHz		93/58	61/35	69/43	42/25	48/29
RAM: 3 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 17,2		106/63	69/42	51/28	88/59	93/61
Geforce GTX Titan	93,3 %	62/36	50/28	98/67	38/18	33/20
Preis: € 860,- (+10 €)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 876/3.004 MHz		87/54	59/34	64/40	40/24	43/26
RAM: 6 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 10,8		101/59	64/39	46/26	81/54	88/58
Radeon R9 290X „Quiet"	90,1 %	61/37	44/27	92/66	35/18	35/22
Preis: € 470,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: ~850/2.500 MHz		80/52	62/38	68/44	44/27	45/28
RAM: 4 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 19,2		91/54	61/40	41/24	59/39	79/54
Radeon R9 290	87,3 %	61/36	44/27	86/62	29/18	35/21
Preis: € 340,- (+10 €)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: ~880/2.500 MHz		79/51	63/38	67/44	43/27	43/26
RAM: 4 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 24,9		90/54	59/38	40/24	57/38	72/52
Geforce GTX 780	85,9 %	56/33	45/26	91/60	34/16	30/18
Preis: € 430,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 902/3.004 MHz		81/50	56/32	61/39	36/22	40/23
RAM: 3 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 20,0		92/54	59/36	43/24	73/48	81/52
Radeon HD 7970 GHz Edition	76,7 %	54/31	37/22	79/56	30/17	32/19
Preis: € 400,- (+150 €)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.050/3.000 MHz		67/42	53/31	57/36	36/22	38/23
RAM: 3 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 19,2		80/47	53/34	34/19	55/35	64/45
Radeon R9 280X	73,4 %	52/31	36/22	75/54	29/16	30/18
Preis: € 280,- (+40 €)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.000/3.000 MHz		64/41	50/30	55/35	34/22	37/22
RAM: 3 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 26,2		77/45	49/32	32/19	52/34	60/42
Geforce GTX 770	71,1 %	46/26	38/22	75/50	25/10	26/16
Preis: € 260,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.084/3.506 MHz		67/41	51/28	51/31	28/14	35/17
RAM: 2 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 27,3		81/47	50/30	36/19	61/39	71/46
Radeon HD 7950	57,3 %	39/23	28/17	57/41	23/12	23/14
Preis: € 230,- (+30 €)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 800/2.500 MHz		50/32	40/24	44/28	27/17	28/17
RAM: 3 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 24,9		59/35	39/24	27/16	40/25	47/32
Geforce GTX 760	56,6 %	34/20	31/18	59/38	22/9	21/13
Preis: € 200,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.033/3.004 MHz		54/33	41/23	41/25	23/12	26/14
RAM: 2 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 28,3		64/37	40/23	28/15	46/30	55/35
Radeon R9 270X	56,2 %	40/23	27/16	59/40	20/10	25/15
Preis: € 160,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.050/2.800 MHz		50/31	38/23	45/28	26/16	27/15
RAM: 2 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 35,1		57/32	40/25	23/13	41/26	50/36
Radeon HD 7870	51,5 %	38/22	25/15	55/38	19/10	22/13
Preis: € 150,- (+/- 0)		**Battlefield 3**	**Crysis Warhead**	**Max Payne 3**	**Serious Sam 3**	**Tomb Raider**
Takt: 1.000/2.400 MHz		47/29	35/20	42/26	23/14	25/14
RAM: 2 GiB GDDR5		**Bioshock Infinite**	**FC3 B. Dragon**	**Metro Last Light**	**TES 5: Skyrim**	**WoW: Pandaria**
PLV: 34,3		53/30	36/22	21/11	39/25	46/31

System: Core i7-4770K @ 4,6 GHz, Z87, 8 GiB DDR3-2000, Windows 7 x64 SP1, Texturfilter „Hohe Qualität"

*Unter den Balken sind die ganzzahlig gerundeten Fps-Werte in 1.920 x 1.080 und 2.560 x 1.600 angegeben.



7 x Geforce GTX 780 Ti, 2 x Radeon R9 290 & Co.: Grafikkarten ab 300 Euro im Test

2014: High-End-Ablöse

Das neue Jahr beginnt mit einem Knall: PC Games Hardware bittet das erste Herstellerdesign der Radeon R9 290 zum Test – Hawaii endlich leise? Daneben testen wir 11 weitere Grafikkarten.

Gut Ding will Weile haben: AMD und seine Grafikkartenpartner folgten diesem Leitspruch bis zur letzten Minute und haben damit die Vorweihnachtszeit und unsere Heftplanung mit Spannung erfüllt. Nach Wochen des Wartens ist es so weit: Wir haben die erste Radeon R9 290 mit werkseitig aufgemotzter Kühlung im Test, der Hersteller Sapphire belieferte uns einen Tag vor Redaktionsschluss mit einem Sample. Wenn Sie diese Zeilen lesen, dann haben voraussichtlich auch Asus, MSI und weitere AMD-Partner ihre Designs am Start. 2014 fängt damit höchst spannend an – freuen Sie sich mit uns auf den kommenden Monat, wo wir alle Herstellerdesigns der R9 290 und 290X ausführlich unter die Lupe nehmen werden.

Erneute Notenrevision

Erst vor wenigen Wochen haben wir die Leistungsnoten an die jüngsten High-End-Chips angepasst. Was vergangenen Monat noch genügte, wird nun gesprengt: Gigabytes GTX 780 Ti GHz Edition rechnet in all unseren Tests mit mehr als 1.200 MHz Kerntakt und würde gemäß der alten Wertungsgrundlage eine Leistungsnote unterhalb von 1,0 erreichen. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden und als Puffer für noch schnellere Grafikkarten haben wir die Leistungsnoten für diese Marktübersicht angepasst. Die übrigen wertungsrelevanten Punkte sind unverändert. Dennoch erhalten infolge der Umstellung alle bereits getesteten Grafikkarten hier und im Einkaufsführer eine schlechtere Endnote.

Gigabyte GTX 780 Ti GHz Edition Windforce OC: Konkurrenzlos schnelle Grafikkarte mit potenter Dual-Slot-Kühlung. Gigabyte bläst zum Angriff auf die Leistungskrone: Bereits der vom Hersteller garantierte Kerntakt (GPU-Basis) von 1.085 MHz übertrumpft den Boost der meisten anderen Grafikkarten. In Spielen erblicken wir Werte zwischen 1.241 und schlimmstenfalls 1.215 MHz – beinahe ein Drittel mehr als bei der Nvidia-Garantie für Referenzkarten (928 MHz)! Lediglich im PCGH VGA-Tool fällt der Takt auf bis zu 1.058 MHz, doch auch das ist deutlich mehr als bei den anderen Probanden. In den Benchmarks kann sich Gigabytes „GHz Edition" folglich klar absetzen, eine schnellere Single-GPU-Karte ist derzeit nicht verfügbar.

Diese Kraft fordert einen Tribut: Gigabyte hat gemäß unserer Messungen das Powertarget, die maximale Leistungsaufnahme, von 250 auf 325 Watt angehoben. Unser Sample arbeitet unter Volllast konstant an der letztgenannten Grenze und ist damit ein überdurchschnittlicher Stromschlucker. Dementsprechend hat auch der „Windforce 3x" zu kämpfen, ein Dual-Slot-Kühler mit dreifacher Axialbelüftung: Im Leerlauf bei kaum wahrnehmbaren 0,2 Sone rotieren die Lüfter unter Volllast mit bis zu 3.000 U/Min. und erzeugen eine Lautheit von 4,4 Sone, vergleichbar mit dem Nvidia-Kühler bei Referenztakt. Silent-Potenzial ist angesichts 82 °C GPU-Temperatur (Temp.-Target) nicht vorhanden. Fazit: Extrem schnelle Grafikkarte mit großem Durst.

MSI Geforce GTX 780 Ti Gaming: Die leiseste GTX 780 Ti auf dem Markt. Die letzten Neuerscheinungen aus dem Hause MSI vor Augen, verwundert es nicht, dass auch die GTX 780 Ti Gaming auf niedrige Lautstärke getrimmt wurde. Die Taiwaner setzen auch hier auf den „Twin Frozr"-Kühler mit roter Zierleiste, wie er bereits auf der Radeon R9 280X Gaming und GTX 780 Gaming zum Einsatz kommt; eine verschraubte Kühlplatte für Speicher und Wandler komplettiert das Design. In der Praxis liefert MSI das rundeste Paket aus Leistung, Lautstärke und Leistungsaufnahme ab: Obwohl die Grafikkarte auf durchschnittlich 1.097 MHz boostet (+18 % gegenüber der Referenz) beträgt der Spitzenverbrauch 270 Watt bei einer maximalen Lautheit von guten 1,7 Sone (74 °C GPU-Temperatur) – leiser ist keine andere Geforce GTX 780 Ti. Erhöhen Sie das Powertarget per Tool auf die maximal möglichen 105 Prozent, ist ein konstanter Betrieb bei mindestens 1.100 Kerntakt möglich. Das straffe Verbrauchsziel vereitelt jedoch Werte im Bereich von 1.200 MHz – vor allem wenn Sie auch den Grafikspeicher übertakten. Fazit: Schnell und trotzdem leise – Top-Produkt!

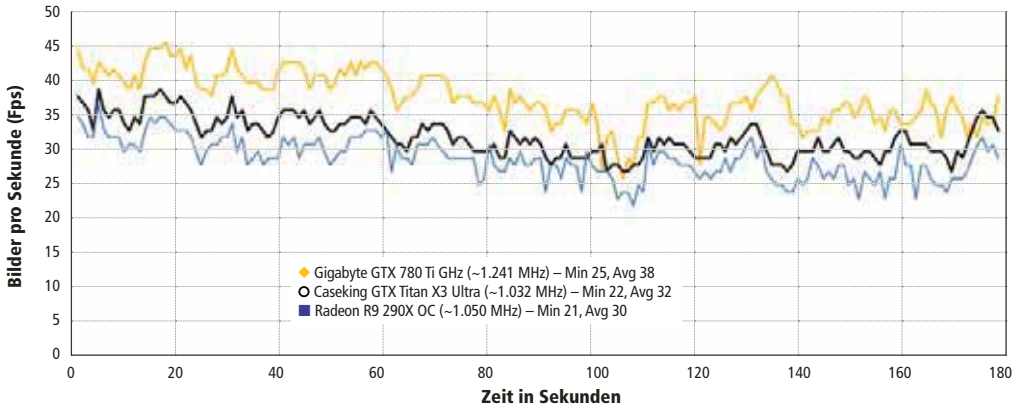
Evga Geforce GTX 780 Ti Superclocked ACX: Sehr schnelle GTX 780 Ti mit vernünftiger Lüftersteuerung. Nvidias Premium-Partner bedient nicht nur Extrem-Übertakter mit der GTX 780 Ti Classified, sondern richtet sich mit der ACX-Reihe (Air Cooling Xtreme) auch an Normalspieler. Die Superclocked-Version, kurz SC, arbeitet mit einem Basistakt von überdurchschnittlichen 1.006 MHz, in der Praxis zählt jedoch der – von Karte zu Karte schwankende – Boost. Unser Sample der GTX 780 Ti SC ACX rendert Spiele nach etwas Aufheizzeit mit 1.084 bis 1.097 MHz, womit die Karte in den Top 5 landet. Das Kühldesign, welches der Hersteller bereits auf der GTX 780 Non-Ti installiert, erzielt für High-End-Verhältnisse gute Werte: Trotz einer Leistungsaufnahme von bis zu 270 Watt und entsprechender Abwärme messen wir eine maximale Lautheit von befriedigenden 3,4 Sone – Platz 2 unter den 780-Ti-Grafikkarten, aber beinahe doppelt so laut wie die MSI Gaming. Wie Asus und MSI bietet auch Evga eine dreijährige Garantie, womit sie sich von Herstellern absetzen, die lediglich im Rahmen der gesetzlichen Gewährleistung von zwei Jahren agieren (Gainward, Gigabyte, Palit). Fazit: High-End-Grafikkarte mit relativ leiser Kühlung.

Zotac Geforce GTX 780 Ti AMP-Edition: Die einzige GTX 780 Ti mit (minimal) übertaktetem Speicher. Der Nvidia-Exklusivpartner Zotac greift für die GTX 780 Ti AMP-Edition (kennzeichnet werkseitige Übertaktung) auf den „Triple Silencer" zurück. Jener Kühler ist in den Grundzügen bereits auf der GTX 780 des Herstellers zu finden, trägt hier jedoch den Vollausbau mit sechs Heatpipes, um der gestiegenen Abwärme Herr zu werden. Das funktioniert im Test gut: Bei einer maximalen Kerntemperatur von 69 Grad Celsius ist eine Lautheit von 3,8 Sone zu verzeichnen. Damit rangiert die Karte auf Augenhöhe zur Palit Jetstream – temperaturbereinigt, ergo mit einer flacheren Lüfterkennlinie, wäre auch das Niveau der Evga ACX möglich.

Als einziger Hersteller übertaktet Zotac den Grafikspeicher von 3.500 auf 3.600 MHz. Das dreiprozentige Tuning wirkt sich im Vergleich zu den anderen Karten negativ auf den GPU-Boost aus: Da ein paar Watt des Strombudgets fehlen, boostet die GTX 780 Ti AMP meistens „nur" auf 1.046 MHz, erreicht damit aber noch das Niveau der Gainward Phantom und Palit Jet-

3.072, 4.096 und 6.144 MiByte Grafikspeicher im Vergleich

The Elder Scrolls 5: Skyrim inklusive 150 (!) Grafikmods, 2.560 x 1.600



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Windows 7 x64, Cat. 13.12 Beta, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** Der anspruchsvolle Mix aus Textur-, Shader- und Sichtweitenmods führt zu Nachladerucklern bei Kameraschwenks. Die (enorm hochgetaktete) GTX 780 Ti mit ihren 3 GiByte Speicher stockt am stärksten.



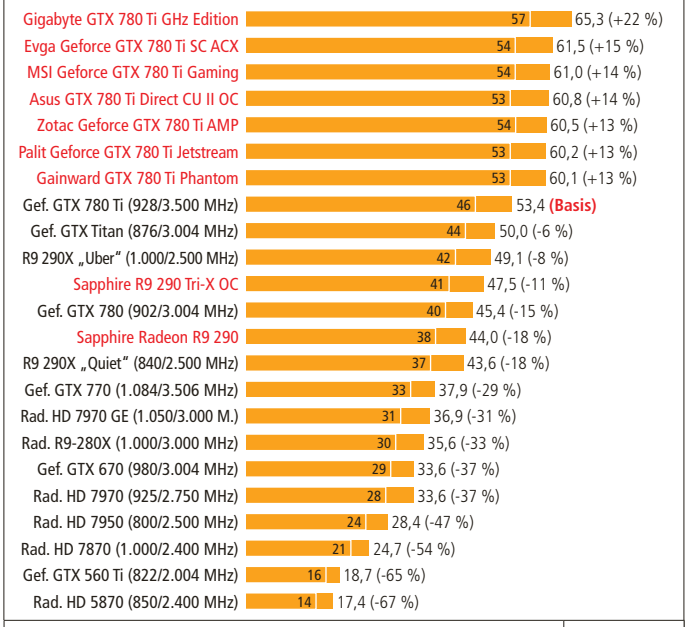
Asus lässt Ihnen bei der GTX 780 Ti Direct CU II die Wahl: Soll die Karte schwarz bleiben oder entscheiden Sie sich für eines der mitgelieferten Aufkleber-Sets?



Direct CU demontiert: Wie der Name impliziert, findet hier direkter Kupferkontakt statt – die Heatpipes liegen direkt auf der GPU, statt in eine Bodenplatte zu laufen.

Crysis 3: Die 60-Fps-Mauer ist gefallen

1.920 x 1.080, SMAA High (4x), 16:1 HQ-AF – „Fields"



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 Beta 9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** Mit einem Boost jenseits 1,2 GHz ist Gigabytes „GHz Edition" der Geforce GTX 780 Ti konkurrenzlos schnell.

Min. Ø Fps
▶ Besser

stream (siehe Benchmarks). Fazit: Gute Grafikkarte, die nach manuellem Feintuning Spiele mit weniger als drei Sone darstellen kann.

Asus Geforce GTX 780 Ti Direct CU II OC: Durch und durch kraftvoll. Vergangenen Monat verdiente sich Asus mit der Radeon R9 280X Direct CU II TOP dank geringer Lautheit den Testsieg, nun kommt der gleiche Kühler auf einer GTX 780 Ti zum Einsatz. Unter der Dual-Slot-Haube arbeitet keine Referenzplatine, sondern ein von Asus verstärktes Board, das zum Betrieb zwei achtpolige Stromstecker erfordert. Das theoretische Potenzial wird auch praktisch genutzt: Asus gibt der Karte laut unseren Messungen ein Powertarget von 310 Watt auf den Weg. Dieser Wert wird unter Volllast fast immer erreicht und befähigt die Karte zu einem Boost knapp unter 1.100 MHz, ohne an die „Power-Mauer" zu fahren. Die lange Leine hinsichtlich der Leistungsaufnahme liefert Freiraum zum Übertakten, unser Muster bewältigt *Crysis 3* eine Viertelstunde lang mit 1.200/3.850 MHz, ohne dass die Power-Drossel eingreift. Sie ahnen, wo der Haken ist: Der (zweifellos kräftige) Kühler muss hart arbeiten, um die entstehende Abwärme zu beseitigen. Wir messen eine maximale Lautheit von 4,0 Sone bei rund 1.900 Lüfterumdrehungen pro Minute. Fazit: Kraftvolles Design, an dem vor allem Übertakter Freude haben.

Palit Geforce GTX 780 Ti Jetstream & Gainward GTX 780 Ti Phantom: Platinenzwillinge mit unterschiedlicher Kühlung. Palits GTX 780 Ti Jetstream und Gainwards Phantom fußen auf der gleichen Custom-Platine, welche im Gegensatz zur Nvidia-Referenz zwei achtpolige Stromkabel benötigt. Der Jetstream-Kühler funktioniert im Gegensatz zum Phantom klassisch: Seine Lüfter pusten von oben auf den Kühlblock, während Gainward seine drei kleineren Propeller

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien







Produkt	GTX 780 Ti GHz Edition Windforce 3x	GTX 780 Ti Gaming	GTX 780 Ti Superclocked ACX
Hersteller/Webseite	Gigabyte (www.gigabyte.de)	MSI (http://de.msi.com)	Evga (eu.evga.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 680,-/ausreichend	Ca. € 650,-/ausreichend	Ca. € 670,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1041906	www.pcgh.de/preis/1044074	www.pcgh.de/preis/1029113
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.880/240/48	2.880/240/48	2.880/240/48
2D-Takt GPU/VRAM (Kernspannung)	324/324 MHz (0,875 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)	324/324 MHz (0,875 VGPU)
3D-Takt GPU/VRAM (Übertaktung)	1.085 (Boost: ~1.215)/3.500 MHz (+24/0 % OC)	1.020 (Boost: ~1.097)/3.500 MHz (+18/0 % OC)	1.006 (Boost: ~1.097)/3.500 MHz (+18/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,88**	**2,78**	**2,78**
Speichermenge/Anbindung	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)
Speicherart/Hersteller	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	„Windforce 3x", Dual-Slot, 6 Heatp. (2 x 8, 4 x 6 mm), 3 x 75 mm axial, verschraubte VRM-/RAM-/Backplate	„Twin Frozr IV", Dual-Slot, 5 Heatpipes (2 x 8, 3 x 6 mm), 2 x 95 mm axial, verschraubte VRM-/RAM-Platte	„Air Cooling Xtreme" (ACX), Dual-Slot, 5 HP (4 x 8, 1 x 6 mm), 2 x 90 mm axial, verschraubte VRM-/RAM-Platte
Software/Tools/Spiele	OC Guru II (Tweak-Tool), Treiber	Afterburner & MSI Gaming App, Treiber	Precision X (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	1 x Strom: Molex auf 8-Pol	Alle nötigen Stromadapter; DVI-VGA-Adapter	Alle nötigen Stromadapter; DVI-VGA; Poster
Sonstiges	Sample stemmt 1.300 MHz bei 116 % Powertarget und 1,2 Volt; ASIC-Qualität des Musters: 81,8 %	Powertarget limitiert OC; ASIC-Qualität des Musters: 73,9 %	Powertarget limitiert OC; ASIC-Qualität des Musters: 75,5 %
Eigenschaften (20 %)	**2,34**	**2,11**	**2,23**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	33/82/82 Grad Celsius	28/74/74 Grad Celsius	29/73/73 Grad Celsius
Lautheit aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,2 (17 %)/4,4 (68 %)/4,4 (68 %) Sone	0,4 (34 %)/1,7 (48 %)/1,7 (48 %) Sone	0,6 (29 %)/3,4 (58 %)/3,4 (58 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen unter Last?	Ab dreistelligen Fps/Zirpen bei zweistelligen Fps	Ab dreistelligen Fps/Zirpen bei zweistelligen Fps	Ab dreistelligen Fps/Zirpen bei zweistelligen Fps
Leistungsaufnahme 2D/Blu-ray/2 Displays	14/21/19 Watt	13/21/17 Watt	13/19/17 Watt
Leistungsaufn. BC2/Anno 2070/Extremfall	325/324/325 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	269/266/270 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	270/263/270 Watt (Powertarget: 100 Prozent)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (1.337)/nein (1.400)/nein (1.460 MHz)	Nein (1.205)/nein (1.260)/nein (1.315 MHz)	Ja (1.205)/nein (1.260)/nein (1.315 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)
Spannung via Tool wählbar	Ja (GPU bis 1,200 Volt; max. TDP 116 %)	Ja (GPU bis 1,187 Volt; max. TDP 105 %)	Ja (GPU bis 1,187 Volt; max. TDP 106 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	28,5 (PCB: 26,7)/3,5 cm; 2 x 8-Pol (vertikal)	26,7/3,5 cm; 1 x 8-Pol/1 x 6-Pol (vertikal)	26,7/3,5 cm; 1 x 8-Pol/1 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,07**	**1,20**	**1,20**
FAZIT	⊕ Extrem hoher Takt (1,2+ GHz) ⊖ Hohe Lautstärke ⊖ Hohe Leistungsaufnahme	⊕ Leiseste GTX 780 Ti ⊕ Ordentliche Übertaktung ⊖ Relativ hohe VRM-Temperatur	⊕ Überdurchschnittlicher Boost ⊕ 3 Jahre Garantie ⊖ Unter Last klar hörbar
	Wertung: **1,69**	Wertung: **1,70**	Wertung: **1,72**

NorthCon 2013 vom 5. bis 8. Dezember

Die Mega-LAN-Party

Wir waren auf dem größten Gaming- und E-Sport-Event Deutschlands. Alle Infos zur Mega-LAN-Party und dem internationalen ASUS ROG Tournament finden Sie hier.

LAN-Partys sterben aus, weil alle nur noch online spielen? Die NorthCon beweist das Gegenteil: Auch in diesem Jahr trafen sich rund 3.000 begeisterte PC-Spieler Anfang Dezember in Neumünster, um gemeinsam aktuelle Multiplayer-Titel zu spielen, über Spiele und Hardware zu fachsimpeln und das internationale ROG Tournament zu verfolgen, zu dem Hauptsponsor ASUS geladen hatte.

ASUS ROG Tournament

Über eine Million PC-Spieler verfolgten das ROG Tournament per Livestream, bei dem viele internationale Topspieler in *Starcraft 2* gegeneinander antraten. Am 8. Dezember 2013 um 01:00 Uhr war es dann so weit: Lee ‚Jaedong' Jae Dong aus Koera gewinnt das ASUS ROG Tournament auf der NorthCon 2013 und wurde mit einem Preisgeld in Höhe von 10.000 US-Dollar belohnt. Jaedong stand bereits zuvor mehrmals im Finale großer E-Sport-Turniere, konnte sich aber bisher nie durchsetzen. Zweite wurde die Kanadierin Sasha ‚Scarlett' Hostyn, die im Halbfinale Startale-Spieler Lee ‚Life' Seung Hyun mit 3:0 besiegen konnte.

Neue Hardware auf der NorthCon

Neben dem ROG Tournament zeigte ASUS in einer eigenen Halle auf der NorthCon die neue Poseidon Geforce GTX 780. Diese High-End-Karte verfügt über einen starken Luftkühler, lässt sich aber auch mit zwei entsprechenden G1/4-Zoll-Anschlüssen in einen Wasserkühlungskreislauf einbinden und erreicht so besonders niedrige Temperaturen für noch bessere Übertaktungsergebnisse. Auch die Sockel-2011-Platine Rampage IV Black Edition durfte von den Spielern vor Ort bestaunt werden. Zudem konnten sich Gamer Headsets, Mäuse, Tastaturen, Mauspads oder Gaming-Monitore mit 144 Hz ausleihen und im LAN-Party-Praxiseinsatz ausprobieren.

Weitere Bilder und Videos von dem ASUS ROG Tournament, dem Cosplay-Contest und der NorthCon im Allgemeinen finden Sie unter www.pcgh.de/asusrogtournament. Außerdem hat Maruf Frosch, der Gewinner des PCGH-Vor-Ort-Reporter-Wettbewerbs einen Bericht unter www.pcgh.de/asusvorort. veröffentlicht.





Auf der NorthCon gab es auch die ASUS Poseidon zu sehen, die mit Luft und Wasser gekühlt werden kann.



Die NorthCon brachte rund 3.000 begeisterte Spieler zusammen, die fast vier Tage spielten.



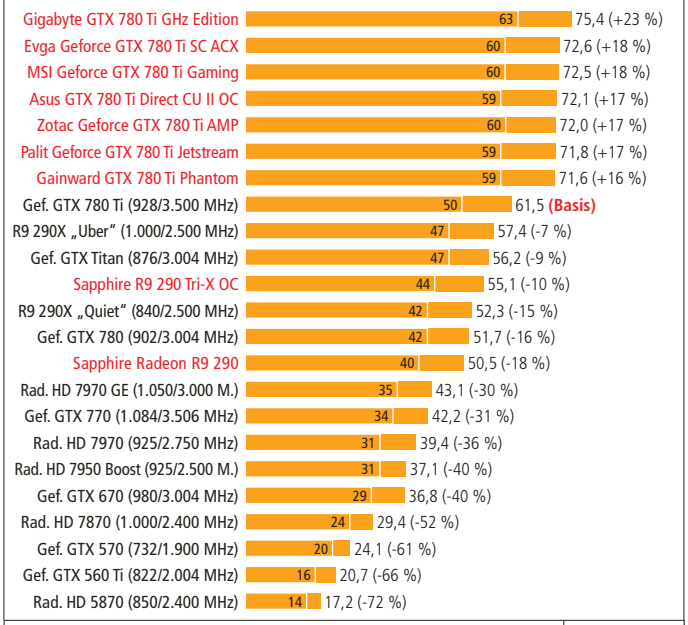
Besucher hatten die Möglichkeit, allerneueste Hardware von ASUS zu testen, zum Beispiel ein UHD-LCD.



Ein besonderes Highlight waren die Cosplayer, die mit fantastischen Kostümen unterwegs waren.

Battlefield 4: Nvidia-Partner legen stark vor

1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA, 16:1 HQ-AF – „Fishing in Baku"



System: Core i7-4770K OC (4,6 GHz), Z87, 8 GiB DDR3-2000; Win7 x64, Cat. 13.11 Beta 9.5, Gef. 331.93 Beta **Bemerkungen:** Dank hoher Boost-Frequenzen und guter Kühlung erzielen die übertakteten 780-Ti-Designs auch dauerhaft hohe Bildraten.

Min. Ø Fps
▶ Besser

saugend zwischen Lamellen und Platine platziert. Dadurch ist die Jetstream zwar 0,5 cm breiter und benötigt drei Slots im Gehäuse, erzielt jedoch bei geringerer Lautheit bessere Temperaturen: Unser Sample surrt mit höchstens 3,7 Sone (66 °C GPU), ergo hörbar leiser als die Nvidia-Referenz (4,6 Sone, 80 °C). In Spielen beträgt der GPU-Boost wie bei der GTX 780 Ti Phantom 1.058 bis 1.084 MHz; mit 106 % Powertarget sogar 1.097 MHz. Der Phantom-Kühler erzielt eine zum Referenzdesign vergleichbare Lautheit (4,7 Sone) und ähnliche Temperaturen unter 80 Grad Celsius. Dank des hohen GPU-Boosts kann sich die Karte um ansehnliche 12 bis 14 Prozent von 780-Ti-Referenzkarten mit 928 MHz Boosttakt absetzen. Die Leistungsaufnahme bewegt sich zwischen 250 und 260 Watt, was angesichts der erzielten Bildraten einen guten Wert darstellt. Das straffe Powertarget limitiert jedoch großartige Übertaktungen und der Kühler arbeitet nahe seines Limits – Gehäusebelüftung spielt dem Phantom jedoch zu.

Sapphire Radeon R9 290 Tri-X OC: Mission „Hawaii leise kühlen" erstmals erfolgreich beendet. Sapphire prescht vor und liefert mit der Tri-X OC das erste Custom-Design der Radeon R9 290 aus. Die Basis hierfür bildet eine Kombination aus der AMD-Referenzplatine mit dem Sapphire'schen „Tri Fan"-Kühldesign, das mit der 280X Toxic und 270X Toxic eingeführt wurde (Tests in der PCGH 01/2014). Der dreifach belüftete Kühler verlängert die Karte auf 30,5 Zentimeter, ist 4,0 cm hoch und kühlt neben dem Hawaii-Pro-Grafikchip auch Spannungsregulatoren und Speicher. Alles ist relativ: Verglichen mit dem Referenzdesign ist der Proband geradezu eiskalt und flüsterleise. Wir messen im Spielbetrieb eine maximale Lautheit von 2,9 Sone bei 75 °C Kerntemperatur gegenüber 7,1 Sone bei 94 °C bei der Sapphire R9 290 im Referenzdesign (siehe

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien







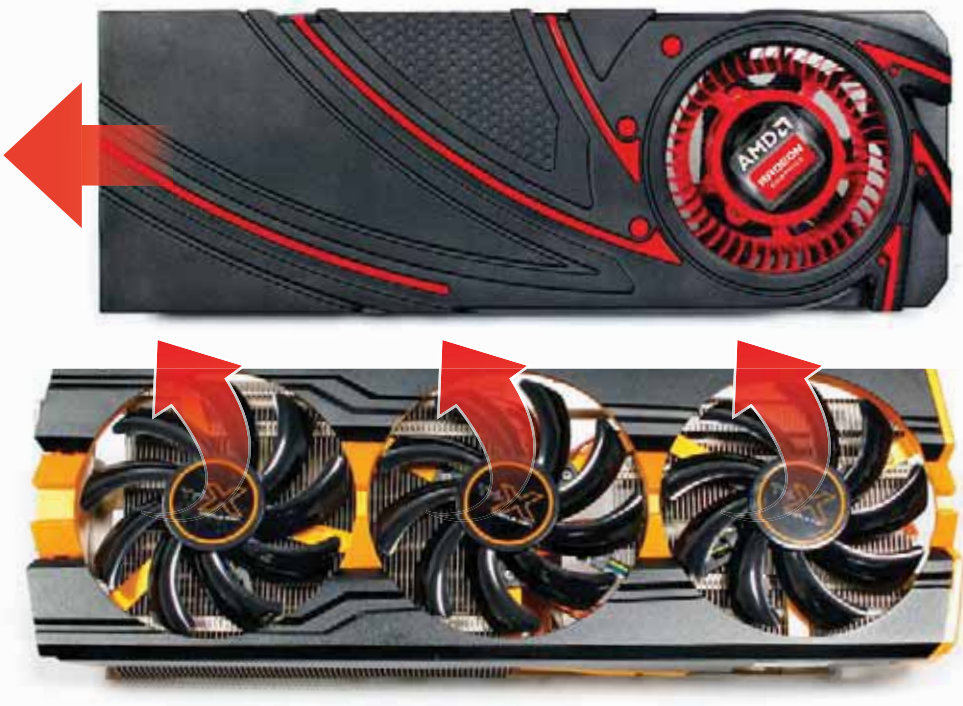
Produkt	GTX 780 Ti AMP-Edition	GTX 780 Ti Direct CU II OC	GTX 780 Ti Jetstream
Hersteller/Webseite	Zotac (www.zotac.com)	Asus (www.asus.de)	Palit (www.palit.biz)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 650,-/ausreichend	Ca. € 680,-/ausreichend	Ca. € 600,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1037992	www.pcgh.de/preis/1045083	www.pcgh.de/preis/1041870
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.880/240/48	2.880/240/48	2.880/240/48
2D-Takt GPU/VRAM (Kernspannung)	324/324 MHz (0,875 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)
3D-Takt GPU/VRAM (Übertaktung)	1.006 (Boost: ~1.046)/3.600 MHz (+13/3 % OC)	954 (Boost: ~1.084)/3.500 MHz (+17/0 % OC)	980 (Boost: ~1.058)/3.500 MHz (+14/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,73**	**2,78**	**2,93**
Speichermenge/Anbindung	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)
Speicherart/Hersteller	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	„Triple Silencer", Dual-Slot, 5 Heatpipes à 6 mm, 3 x axial (1 x 90, 2 x 75 mm), verschraubte VRM-/RAM-Kühler	„Direct CU II", Dual-Slot, 5 Heatp. (1 x 10, 2 x 8, 2 x 6 mm), 1 x 100/1 x 95 mm axial, VRM-Kühler & Backplate	„Jetstream", 2,5-Slot (!), 5 Heatpipes à 6 mm, 3 x Axiallüfter (1 x 90, 2 x 80 mm), VRM-/RAM-Platte
Software/Tools/Spiele	Splinter Cell Compilation (Coupon); Firestorm-Tool	GPU Tweak (Tweak-Tool), Treiber	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre (5 bei Registrierung)	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	Alle nötigen Stromadapter; DVI-VGA-Adapter	1 x Strom: 2 x 6-auf-8-Pol	HDMI-DVI, DVI-VGA, Strom: 2 x 6-auf-8-Pol
Sonstiges	Nvidia-Referenzplatine; Powertarget limitiert OC	Aufkleber für Kühler; Powertarget limitiert beim OC nicht	Powertarget limitiert OC, Spannungsmesspunkte am Heck
Eigenschaften (20 %)	**2,25**	**2,40**	**2,25**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	30/69/69 Grad Celsius	28/75/75 Grad Celsius	29/66/66 Grad Celsius
Lautheit aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,6 (34 %)/3,8 (63 %)/3,8 (63 %) Sone	0,7 (37 %)/4,0 (63 %)/4,0 (63 %) Sone	1,0 (48 %)/3,7 (74 %)/3,7 (74 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen unter Last?	Ab dreistelligen Fps/Zirpen bei zweistelligen Fps	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)
Leistungsaufnahme 2D/Blu-ray/2 Displays	16/21/18 Watt	25/31/29 Watt	14/19/18 Watt
Leistungsaufn. BC2/Anno 2070/Extremfall	259/259/259 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	305/310/310 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	259/258//260 Watt (Powertarget: 100 Prozent)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (1.150)/nein (1.205)/nein (1.255 MHz)	Ja (1.190)/nein (1.245)/nein (1.300 MHz)	Ja (1.165)/nein (1.215)/nein (1.270 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (3.960)/nein (4.140)/nein (4.320 MHz)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)
Spannung via Tool wählbar	Ja (GPU bis 1,187 Volt; max. TDP 106 %)	Ja (GPU bis 1,212 Volt; max. TDP 110 %)	Ja (GPU bis 1,187 Volt; max. TDP 106 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	28,2 (PCB: 26,7)/3,4 cm; 1 x 8-Pol/1 x 6-Pol (vertikal)	29,0 (PCB: 27,0)/3,5 cm; 2 x 8-Pol (vertikal)	28,0 (PCB: 26,7)/4,5 cm; 2x 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,20**	**1,20**	**1,23**
FAZIT	⊕ Bis zu 5 Jahre Garantie ⊕ Kühlung mit Reserven … ⊖ … ab Werk aber etwas zu laut	⊕ Mächtiger Kühler ⊕ 3 Jahre Garantie ⊖ (Relativ) hohe Leistungsaufnahme	⊕ Sehr schnell dank ~1,07-GHz-Boost ⊕ Kühler stärker als das Referenzdesign … ⊖ … aber erst manuell gedrosselt leise
	Wertung: **1,72**	Wertung: **1,76**	Wertung: **1,77**

Radeon R9 290(X): Neue Kühler bekommt das Land

Neue Kleider für AMDs Hawaii-Grafikchip: Der Referenzkühler wird von Herstellerdesigns beerbt – das erste zeigen wir Ihnen hier.

Die Ablöse des AMD-Referenzkühlers ist startklar: An die Stelle des Direct-Heat-Exhaust-Designs (DHE), wie es seit Jahren auf allen High-End-Grafikkarten zum Einsatz kommt, treten in den kommenden Monaten die Schöpfungen der AMD-Partner.

Diese arbeiten traditionell mit einer axialen denn radialen Belüftung: Der einzelne Rotor, welcher lautstark Luft durch einen Lamellenkorridor pressen muss, wird durch einen bis drei Axiallüfter ersetzt, die von oben Frischluft auf das Kühlmetall pusten – Sapphire macht es auf der Radeon R9 290 vor. Axialdesigns erzielen beinahe immer geringere Temperaturen und Lautstärken als DHE-Kühler, weisen jedoch einen klaren Nachteil auf: Die Abluft (rote Pfeile) landet zu großen Teilen im Gehäuse – ohne einen vernünftigen Luftzug heizen sich die restlichen PC-Komponenten stark auf.



GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Test in PCGH 01/2014







Produkt	GTX Titan OC Herculez X3 Ultra	GTX 780 Ti Phantom	Radeon R9 290 Tri-X OC
Hersteller/Webseite	Caseking/Inno 3D (www.caseking.de)	Gainward (www.gainward.de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.000,-/ungenügend	Ca. € 620,-/ausreichend	Ca. € 400,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	Nicht aufgeführt	www.pcgh.de/preis/1037198	Bei Redaktionsschluss noch nicht aufgeführt
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX Titan; GK110-400-A1 (28 nm)	Geforce GTX 780 Ti; GK110-425-B1 (28 nm)	Radeon R9 290; Hawaii Pro (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.688/224/48	2.880/240/48	2.560/160/64
2D-Takt GPU/VRAM (Kernspannung)	324/324 MHz (0,862 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)	300/300 MHz (0,984 VGPU)
3D-Takt GPU/VRAM (Übertaktung)	941 (Boost: ~1.032)/3.004 MHz (+18/0 % OC)	980 (Boost: ~1.058)/3.500 MHz (+14/0 % OC)	1.000 (Boost: 1.000)/2.600 MHz (+6/4 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,88**	**2,93**	**2,60**
Speichermenge/Anbindung	6.144 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	4.096 MiByte (512 Bit)
Speicherart/Hersteller	6-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	7-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R2C)	6-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R0C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	„Herculez X3", Triple-Slot (!), 5 Heatpipes à 6 mm, 3 x 90 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte plus Backplate	„Phantom", 2,5-Slot (!), 5 Heatpipes à 8 mm Durchmesser, 3x 80 mm axial, verschraubte VRM-/RAM-Platte	„Tri-X", Dual-Slot, 6 Heatpipes (1 x 10, 2 x 8, 2 x 6 mm), 3 x 85 mm axial, verschraubte VRM-/RAM-Kühlplatte
Software/Tools/Spiele	3D Mark Advanced (Key), Treiber	Expertool (Tweak-Tool), Treiber	Treiber; Downloads im Sapphire Select Club
Handbuch; Garantie	Faltblatt (englisch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	DVI-VGA, 1 x Molex-auf-6-Pol, Stoff-Mauspad	HDMI-DVI, DVI-VGA, Strom: 2 x 6-auf-8-Pol	HDMI-Kabel; alle nötigen Stromadapter (Molex-PEG)
Sonstiges	Nvidia-Titan-Referenzplatine	Herausnehmbare Lüfter, Spannungsmesspunkte am Heck	AMD-Referenzplatine; Dual-BIOS (eines mit UEFI GOP)
Eigenschaften (20 %)	**1,92**	**2,31**	**2,27**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	27/63/63 Grad Celsius	30/76/76 Grad Celsius	34/75/77 Grad Celsius
Lautheit aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,8 (30 %)/1,7 (40 %)/1,7 (40 %) Sone	0,9 (48 %)/4,7 (81 %)/4,7 (81 %) Sone	0,8 (20 %)/2,9 (42 %)/3,1 (44 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen unter Last?	Ab dreistelligen Fps/Zirpen bei zweistelligen Fps	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufnahme 2D/Blu-ray/2 Displays	15/20/18 Watt	13/19/17 Watt	16/78/56 Watt
Leistungsaufn. BC2/Anno 2070/Extremfall	257/260/260 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	254/259/259 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	246/267/303 Watt (Powertune: Standard)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (1.135)/nein (1.185)/nein (1.240 MHz)	Ja (1.165)/nein (1.215)/nein (1.270 MHz)	Ja (1.100)/nein (1.150)/nein (1.200 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)	Ja (3.850)/nein (4.025)/nein (4.200 MHz)	Ja (2.860)/nein (2.990)/nein (3.120 MHz)
Spannung via Tool wählbar	Ja (GPU bis 1,200 Volt; max. TDP 106 %)	Ja (GPU bis 1,175 Volt; max. TDP 106 %)	Ja (GPU & Aux +100 mV; max. PT +50 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	30,0 (PCB: 26,7)/5,5 cm; 1 x 8-Pol/1 x 6-Pol (vertikal)	27,4 (PCB: 26,7)/5,0 cm; 2 x 8-Pol (vertikal)	30,5 (PCB 26,7)/4,0 cm; 1 x 8-/1 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,37**	**1,23**	**1,47**
FAZIT	⊕ Schnellste Titan auf dem Markt ⊕ 6 GiByte Speicher ⊖ Extrem hoher Preis	⊕ Sehr schnell dank ~1,07-GHz-Boost ⊖ Genauso laut wie das Referenzdesign ⊖ Hoher Preis	⊕ Erstes gutes R9-290-Kühldesign ⊕ Übertaktung auf ein Gigahertz ⊖ Lauter als vergleichbare GTX-780-Karten
	Wertung: **1,78**	Wertung: **1,79**	Wertung: **1,85**

Nebenschauplatz: GTX 770/4G

Gegen einen Aufpreis von (mindestens) 60 Euro erhalten Sie eine Geforce GTX 770 mit 4 anstelle von 2 GiByte. Doch was bringt's?

Ist der aktuelle PCGH-Benchmark-Parcours das Maß der Dinge, lohnt sich der Aufpreis für den verdoppelten Grafikspeicher nicht: In keinem der 15 Testspiele stellt sich dadurch ein Vorteil ein. Im Gegenteil, in der Regel ist eine GTX 770/4G aufgrund des größeren Speicher-Verwaltungsaufwands pro Takt ein bis drei Prozent langsamer als übliche GTX-770/2G-Karten – selbst in 2.560 x 1.600 Pixeln.

Mittlerweile stellt es jedoch keine große Herausforderung dar, mithilfe von extremen Auflösungen (Ultra HD/Downsampling) und Grafikmods die 2-GiByte-Grenze zu sprengen. In den meisten Fällen spielen sich diese Siege eines 4-GiByte-Modells in unspielbaren Fps-Gefilden ab. Planen Sie ein SLI-Gespann aus zwei Grafikkarten, lohnt sich die Investition in 4 GiByte schon eher. Auch bestimmt die Nutzungsdauer Ihrer Grafikkarte die Empfehlung: Wer Mitte oder Ende 2014 sowieso wieder aufrüstet, kann sich den Aufpreis sparen. Bei einer Radeon R9 290 und 290X haben Sie übrigens keine Wahl, hier sind 4 GiByte Standard – und das ist im High-End-Segment auch gut so.



unten). Die geringe Temperatur erlaubt es der Karte außerdem, ihre werkseitige Übertaktung auf 1.000/2.600 MHz (+6/4 %) konstant aufrechtzuerhalten. Wir loten das Potenzial aus: Mit +60 Millivolt per Afterburner stemmt die Grafikkarte 1.150/3.000 MHz bei einer Lautheit von 4,7 Sone; alternativ ist der Standardtakt mit –44 mV und leisen 1,5 Sone (35 % Lüfterkraft) möglich. Fazit: Gelungene Radeon R9 290 OC – Top-Produkt!

Sapphire Radeon R9 290: Schnell, aber unerträglich laut. Neben der R9 290 Tri-X steuert Sapphire auch eine Referenzkarte zum Vergleich bei – mit BIOS-seitigem Feintuning. Während die offizielle PWM-Lüfterfrequenz bei 47 % gedeckelt ist, setzt sich die Sapphire R9 290 darüber hinweg: Wir protokollieren eine maximale Frequenz von 52 %, resultierend in 2.700 Umdrehungen pro Minute; in Spielen sind maximal 51 % (2.650 U/Min.) zu verzeichnen. Mit der letztgenannten Einstellung erzeugt das Kühldesign eine Lautheit von mangelhaften 7,1 Sone – bei 94 °C Kerntemperatur. Der Sinn hinter dem Lüftertuning ist eine höhere Spieleleistung: Während andere Referenzkarten nach etwas Aufheizzeit zwischen 800 und 900 MHz Kerntakt pendeln, sind bei unserem Sapphire-Sample Werte zwischen 910 und 947 MHz (Maximum) zu verzeichnen; im Mittel beträgt die Frequenz 920 MHz. Fazit: Sehr laut und relativ stromhungrig – aber günstig. *(rv)*

Fazit

Neue High-End-Grafikkarten

AMDs Radeon R9 290 gibt es nun auch in leise und kühl – und in den kommenden Wochen werden weitere Designs folgen, auch auf Basis der 290X. Freuen Sie sich schon mal auf die PCGH 03/2014! Bis dahin haben Sie die Wahl zwischen mehreren guten Grafikkarten auf Basis der sehr schnellen, aber teuren Geforce GTX 780 Ti.

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle mit 67 Wertungskriterien

	Test in PCGH 05/2013	Test in PCGH 01/2014	
			
Produkt	**Geforce GTX Titan**	**GTX 780 GHz Edition Windforce 3x**	**Radeon R9 290**
Hersteller/Webseite	Zotac (www.zotac.com)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 870,-/ungenügend	Ca. € 470,-/ausreichend	Ca. € 340,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/907873	www.pcgh.de/preis/1029917	www.pcgh.de/preis/1023288
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX Titan; GK110-400-A1 (28 nm)	Geforce GTX 780; GK110-300-B1 (28 nm)	Radeon R9 290; Hawaii Pro (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.688/224/48	2.304/192/48	2.560/160/64
2D-Takt GPU/VRAM (Kernspannung)	324/324 MHz (0,875 VGPU)	324/324 MHz (0,862 VGPU)	300/300 MHz (0,984 VGPU)
3D-Takt GPU/VRAM (Übertaktung)	836 (Boost: ~888)/3.004 MHz (kein OC)	1.019 (Boost: ~1.163)/3.004 MHz (+29/0 % OC)	~920 (Boost: 947)/2.500 MHz (kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,58**	**2,88**	**2,60**
Speichermenge/Anbindung	6.144 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	4.096 MiByte (512 Bit)
Speicherart/Hersteller	6-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	6-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R0C)	6-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GQ2H24AFR-R0C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 1x Displayport
Kühlung	Nvidia-Referenzdesign (Direct Heat Exhaust), Dual-Slot, Vollbedeckung inkl. 65-mm-Radiallüfter	„Windforce 3x", Dual-Slot, 6 Heatp. (2x 8, 4x 6 mm), 3 x 75 mm axial, verschr. VRM-/RAM-/Backplate	AMD-Referenzdesign (Direct Heat Exhaust), Vollverschalung inkl. 75-mm-Radiallüfter
Software/Tools/Spiele	Assassin's Creed Game-Pack, Treiber	OC Guru II (Tweak-Tool), Treiber	Treiber; Downloads im Sapphire Select Club
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre (5 bei Registrierung)	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	DVI-VGA, 2 x Strom: Molex auf 6-/8-Pol	2 x Strom: Molex auf 6-Pol	HDMI-Kabel; alle nötigen Stromadapter (Molex-PEG)
Sonstiges	Referenzplatine (Rückseite: blanke RAM-Chips)	Testkarte trägt bereits die GK110-B1-GPU	Dual-BIOS, Zero Core Power
Eigenschaften (20 %)	**1,97**	**2,11**	**2,55**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	31/80/81 Grad Celsius	30/74/75 Grad Celsius	43/94/94 Grad Celsius
Lautheit aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,4 (30 %)/3,2 (59 %)/3,2 (60 %) Sone	0,2 (17 %)/3,6 (58 %)/3,8 (60 %) Sone	0,6 (20 %)/7,1 (51 %)/7,5 (52 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen unter Last?	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Ab dreistelligen Fps; Zirpen bei gewöhnlichen Fps
Leistungsaufnahme 2D/Blu-ray/2 Displays	14/19/18 Watt	15/21/17 Watt	18/88/62 Watt
Leistungsaufn. BC2/Anno 2070/Extremfall	207/211/250 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	277/286/314 Watt (Powertarget: 100 Prozent)	280/285/301 Watt (Powertune: Standard)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (920)/ja (960)/ja (1.005 MHz)	Nein (1.280)/nein (1.337)/nein (1.395 MHz)	Ja (1.040)/ja (1.090)/nein (1.135 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)	Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)
Spannung via Tool wählbar	Ja (GPU bis 1,175 Volt; max. TDP 106 %)	Ja (GPU bis 1,200 Volt; max. TDP 116 %)	Ja (GPU & Aux +100 mV; max. PT +50 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,7/3,6 cm; 1x 8-Pol/1 x 6-Pol (vertikal)	29,0 (PCB: 26,7)/3,5 cm; 2x 8-Pol (vertikal)	27,5 (PCB 26,7)/3,5 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,56**	**1,45**	**1,59**
FAZIT	⊕ 6 GiByte Speicher ⊕ Hohe Energieeffizienz ⊖ Extrem hoher Preis	⊕ 780-Ti-Leistung dank hohem Boost ⊕ Im Leerlauf unhörbar … ⊖ … unter Last nicht mehr	⊕ 4 GiByte Grafikspeicher ⊕ Preis-Leistungs-Verhältnis ⊖ Sehr lauter Kühler
	Wertung: **1,85**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,99**

PCGH-PCs im Überblick

Die offiziellen PCGH-PCs werden von den Redakteuren der PC Games Hardware konfiguriert und Alternate baut diese nach unseren Vorgaben.

Wenn Sie mit Leidenschaft selbst Computer zusammenbauen, sind die Spiele-PCs von PC Games Hardware für Sie vermutlich nur ein Anhaltspunkt für eine sinnvolle Zusammenstellung oder eine Empfehlung für Ihre Freunde und Bekannten. Wer sich mit aktuellen Komponenten für Spiele-Systeme nicht so gut auskennt, wird kaum eine bessere Alternative zu unseren PCGH-PCs finden – das Know-how der kompletten Redaktion fließt in die Konfiguration der PCs ein und damit erhalten Sie den perfekten Spiele-Rechner für Gaming-Sessions.

MODELLÜBERBLICK

Die unten abgebildete Tabelle zeigt Ihnen einige PCGH-PCs aus unserem Sortiment. Die vollständige PC-Aufstellung finden Sie unter der URL www.pcgh.de/pc-testtabelle. Dabei ist für jeden Geldbeutel das passende System aufgelistet. Bei allen PCs wurde ein großer Wert auf Silent-Tauglichkeit gelegt. *(dw)*



Info: Bei den PCGH-PCs werden nur hochwertige Retail-Komponenten und keine OEM-Produkte verbaut, um eine hohe Qualität und einen niedrigen Lärmpegel zu gewährleisten.

PC Games Hardware – Offizielles PCGH-Produkt – ALTERNATE

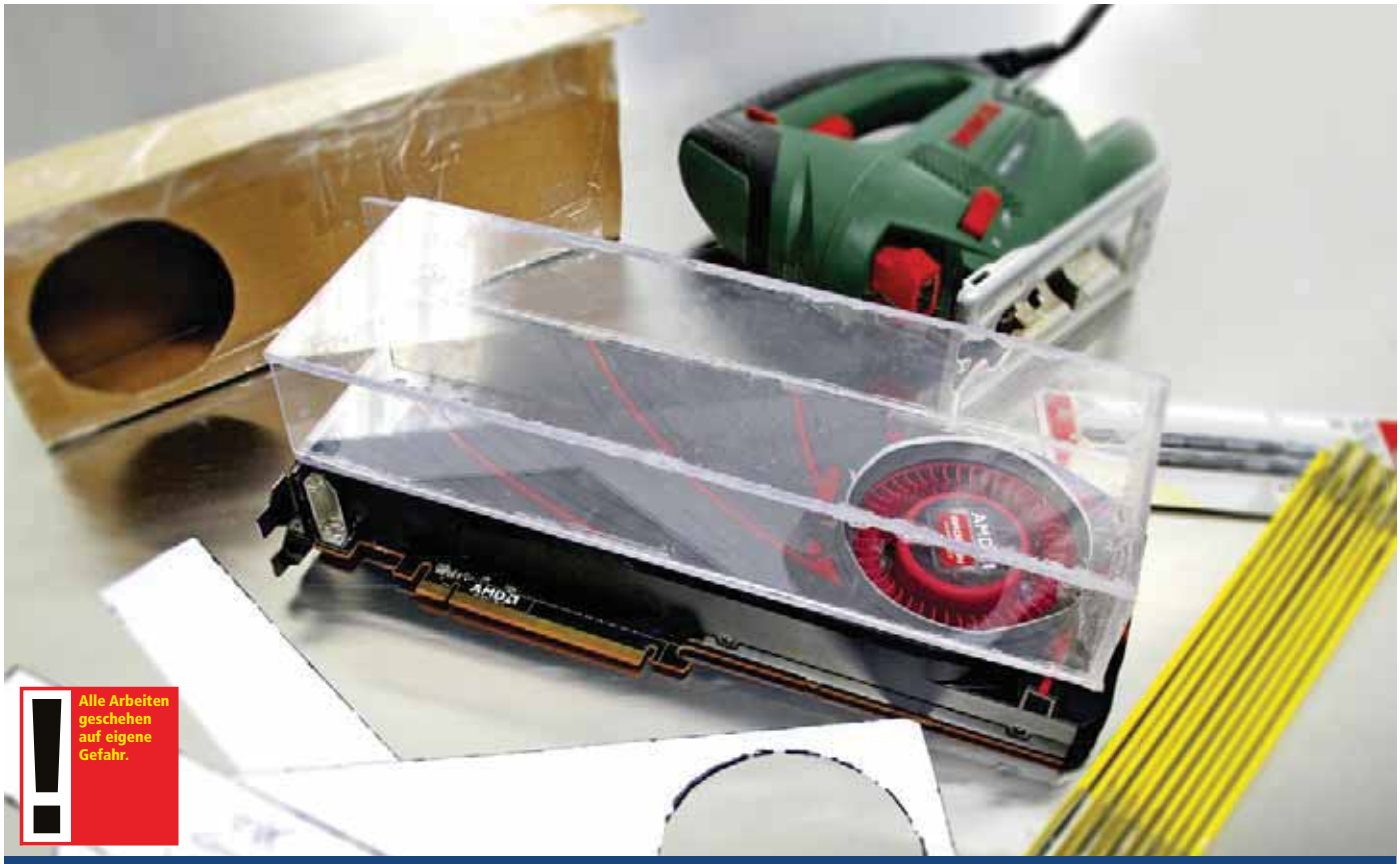






Produkt	PCGH-Gaming-PC GTX760-Edition	PCGH-High-End-PC GTX760-Edition	PCGH-Ultimate-PC GTX770-Edition	PCGH-Ultimate-PC GTX780-Edition	PCGH-Ultimate-PC GTX780Ti-Edition
Hersteller/Bezugsquelle	Alternate (www.pcgh.de/alternate)	Alternate (www.pcgh.de/alternate)	Alternate (www.pcgh.de/alternate)	Alternate (www.pcgh.de/alternate)	Alternate (www.pcgh.de/alternate)
Erweiterte Informationen	www.pcgh.de/gaming760-pc	www.pcgh.de/gtx760-pc	www.pcgh.de/gtx770-pc	www.pcgh.de/gtx780-pc	www.pcgh.de/gtx780ti-pc
Garantie/Rückgaberecht	2 Jahre/14 Tage	2 Jahre/14 Tage	2 Jahre/14 Tage	2 Jahre/14 Tage	2 Jahre/14 Tage
Ausstattung					
Prozessor	Intel Core i5-4570	Intel Core i5-4670K	Intel Core i5-4670K	Intel Core i7-4770K	Intel Core i7-4770K
Grafikkarte	MSI GTX760 Hawk PCGH-Edition	MSI GTX760 Hawk PCGH-Edition	Geforce GTX 770/2.048 MiByte	Geforce GTX 780/3.072 MiByte	Geforce GTX 780 Ti/3.072 MiByte
Mainboard	MSI H87-G41 PC Mate	Asrock Z87 Pro3	Gigabyte GA-Z87-D3HP	Asrock Z87 Extreme 4	Asrock Z87 Extreme 4
SSD-Laufwerk	-	120-GB-SSD (Samsung 840)	256-GB-SSD (Samsung 840 Pro)	256-GB-SSD (ADATA SP900)	500-GB-SSD (Samsung 840 Evo)
HDD-Laufwerk	1.000-GB-HDD (Seagate oder WD)	1.000-GB-HDD (Seagate oder WD)	1.000-GB-HDD (WD oder Seagate)	1.000-GB-HDD (WD oder Seagate)	2.000-GB-HDD (WD oder Seagate)
Speicher	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Crucial)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)
Netzteil	Be quiet Pure Power CM L8 530W	Be quiet Pure Power CM L8 530W	Be quiet Pure Power CM L8 530W	Be quiet Pure Power CM L8 630W	Be quiet Straight Pow. CM E9 580W
CPU-Kühler	Scythe Mugen 4 PCGH-Edition	Thermalright HR-02 Macho PCGH-Ed.	Thermalright HR-02 Macho PCGH-Ed.	Thermalright HR-02 Macho PCGH-Ed.	Thermalright HR-02 Macho PCGH-Ed.
Gehäuse	Sharkoon Nightfall PCGH-Edition	Fractal Design R4 PCGH-Edition	Fractal Design R4 PCGH-Edition	Fractal Design R4 PCGH-Edition	Fractal Design R4 PCGH-Edition
Laufwerk/Soundkarte	DVD-Brenner/Onboard-Sound	DVD-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound
Gehäuselüfter/Sonstiges	2 x Lüfter, WLAN-Karte	2 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	2 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	2 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	2 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte
Leistung					
Lautstärke 2D (0,5 m)	0,9 Sone/27 dB(A)	0,4 Sone/22 dB(A)	0,3 Sone/22 dB(A)	0,5 Sone/24 dB(A)	0,3 Sone/21 dB(A)
Lautstärke 3D (0,5 m)	1,1 Sone/29 dB(A)	0,5 Sone/23 dB(A)	1,3 Sone/31 dB(A)	1,4 Sone/32 dB(A)	1,5 Sone/32 dB(A)
Leistungsaufnahme 2D	50 Watt (Leerlauf)	48 Watt (Leerlauf)	52 Watt (Leerlauf)	50 Watt (Leerlauf)	41 Watt (Leerlauf)
Leistungsaufn. 3D Mark 11	237 Watt (237 W bei 3D Mark 13)	230 Watt (235 W bei 3D Mark 13)	323 Watt (311 W bei 3D Mark 13)	272 Watt (336 W bei 3D Mark 13)	323 Watt (336 W bei 3D Mark 13)
3D Mark (2013-Edition)	5.579 (F), 16.108 (C), 149.876 (I)	5.789 (F), 16.960 (C), 158.606 (I)	6.860 (F), 17.700 (C), 161.591 (I)	8.304 (F), 25.098 (C), 161.089 (I)	9.681 (F), 24.832 (C), 158.080 (I)
3D Mark 11	P8.390, X3.020	P8.765, X3.358	P10.216, X3.861	P11.834, X4.483	P12.924, X5.179
Stalker: Call of Pripyat	81 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	85 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	98 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	117 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	137 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)
Aliens vs. Predator Bench.	93 Fps (1.920 x 1.080)	97 Fps (1.920 x 1.080)	118 Fps (1.920 x 1.080)	131 Fps (1.920 x 1.080)	160 Fps (1.920 x 1.080)
Cinebench R11.5 x64 (CPU)	5,78 Punkte	6,20 Punkte	6,17 Punkte	8,56 Punkte	8,12 Punkte
PREIS ohne Betriebssystem*	**€969,–**	**€1.149,–**	**€1.399,–**	**€1.629,–**	**€1.999,–**
PREIS mit 64-Bit-Betriebssystem*	**€1.049,–** (inkl. Windows 7 Home Premium)	**€1.229,–** (inkl. Windows 7 Home Premium)	**€1.489,–** (inkl. Windows 7 Home Premium)	**€1.709,–** (inkl. Windows 7 Home Premium)	**€2.079,–** (inkl. Windows 7 Home Premium)
	⊕ Aktuell schnellste GTX 760 ⊕ Preis-Leistungs-Verhältnis ⊖ Keine SSD vorhanden	⊕ Leisester PC im Sortiment ⊕ Schnelle MSI-Grafikkarte (Hawk) ⊖ Kein Blu-ray-Laufwerk	⊕ Schnelle CPU/GPU ⊕ Sehr leises System ⊖ Hoher Stromverbrauch	⊕ Neuer Haswell-Prozessor ⊕ Neue Geforce GTX 780 ⊖ Hoher Stromverbrauch	⊕ Sehr schnelle Grafikkarte ⊕ 500-GB-SSD + 2-TB-HDD ⊕ Niedriger Lärmpegel

* Preiserfassung und Produktdaten vom 11.12.2013, unter www.pcgh.de/alternate finden Sie stets den aktuellen Preis. Bei der Variante mit Betriebssystem sind neben Windows auch sämtliche Treiber installiert.



Grafikkarten Lufttunnel selbst gebaut

DIY – Luftleitsystem

Heißen Grafikkarten kühle Luft zur Verfügung zu stellen, ist gerade in Zeiten selbstübertaktender GPUs keine schlechte Idee. Mit einem selbst gebauten Tunnel sorgen wir für freies Durchatmen.

Die Temperatur in einem PC-Gehäuse ist durch die Abwärme der zahlreichen verbauten Komponenten auch in besten Fällen deutlich wärmer als die Luft des umliegenden Raumes. Die Grafikkarte heizt ebenfalls die direkte Umgebung auf, aus der sie ihre Kühlluft zieht. Im Prinzip ist der Grafikkartenkühler daher eine ineffiziente Konstruktion. Durch den bei neueren GPU-Generationen vorhandenen Boost kann eine Grafikkarte gut mit einem Verbrennungsmotor verglichen werden: Der Motor beispielsweise in einem Auto kann seine Leistung steigern, wenn er kühle Frischluft beziehen kann, da diese einen höheren Sauerstoffgehalt als warme Luft besitzt. Wenn der Luftfilter direkt über dem Motor sitzt, ist die angesaugte Luft bereits durch diesen aufgeheizt, enthält daher weniger Sauerstoff. Die Leistung des Motors wird durch diese Konstruktion beeinträchtigt. Daher bauen die Hersteller einen Tunnel, der bis zur Front des Fahrzeugs reicht. Dort kann durch den Luftfilter kühle Luft angesaugt werden, die Motorleistung steigt.

Der Sauerstoffgehalt der Luft spielt bei Grafikkarten keine Rolle. Dennoch, der Vergleich ist valide, denn wenn die Grafikkarte kühlere Luft statt die aufgeheizte aus dem „Motorraum“ - also Gehäuse - des PC ansaugt, kann sie mithilfe des Boosts ihre Leistung erhöhen. Auch Grafikkarten ohne dynamische Taktraten profitieren von kühleren Temperaturen, für einen Leistungsgewinn müssen Sie in diesem Fall das Overclocking von Hand vornehmen. Wir greifen daher die Idee des Luftfiltertunnels auf und bauen eine Konstruktion, die dem GPU-Lüfter die kühlere Luft außerhalb des Gehäuses zuführt.

Das Prinzip des Grafikkartentunnels ist einfach: Direkt auf dem Grafikkartenkühler wird ein selbst gebauter Kasten angebracht. Dort, wo der Lüfter der Grafikkarte sitzt, ist eine Aussparung, die Rückseite des Kastens bleibt offen. Hier wird der Tunnel an die Gehäuserückseite angeschlossen, durch die offenen Slotblenden kann der Lüfter nun Frischluft ziehen. Wenn Sie genügend Platz haben, können Sie die Höhe des Tunnels auf mehrere Slots ausdehnen und so die Effizienz erhöhen. Der Kühler der Grafikkarte bleibt dabei unangetastet, ein Garantieverlust wie etwa bei dem Wechsel auf einen Nachrüst-Kühler ist zumindest ohne zusätzliches Overclocking nicht zu befürchten. Beachten Sie dennoch: Ein Nachbau des Grafikkartentunnels geschieht auf Ihre eigene Gefahr.

Vorbereitung

Zuerst müssen Sie entscheiden, welches Material für den Tunnel verwendet werden soll. Hier dürfen Sie recht frei wählen: Pappe, Holz und Polycarbonat-Glas sind veritable Materialien, erfahrene

Bau eines Grafikkartentunnels – Teil 1

1



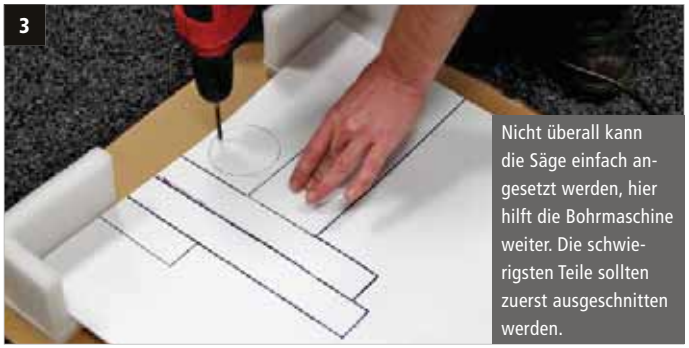
Mithilfe der vorher angefertigten Schablonen zeichnen wir die auszuschneidenden Teile ein. Legen Sie die Teile möglichst nah aneinander, das spart Sägearbeit.

2



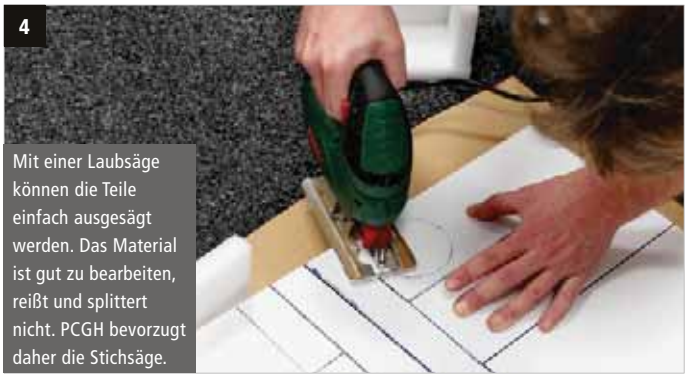
Bedenken Sie, dass ein Sägeblatt je nach Art mehr oder weniger Material wegnimmt. Arbeiten Sie daher mit einem gewissen Puffer und zeichnen Sie die Linien etwas dicker.

3



Nicht überall kann die Säge einfach angesetzt werden, hier hilft die Bohrmaschine weiter. Die schwierigsten Teile sollten zuerst ausgeschnitten werden.

4



Mit einer Laubsäge können die Teile einfach ausgesägt werden. Das Material ist gut zu bearbeiten, reißt und splittert nicht. PCGH bevorzugt daher die Stichsäge.



PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

Der PCGH-Schnäppchenführer

Die besten Smartphone- & Tablet-Schnäppchen
– täglich aktualisiert!

Bild: Robert Kneschke – Fotolia.com

Alle Schnäppchen unter: www.pcgh.de/spartipps

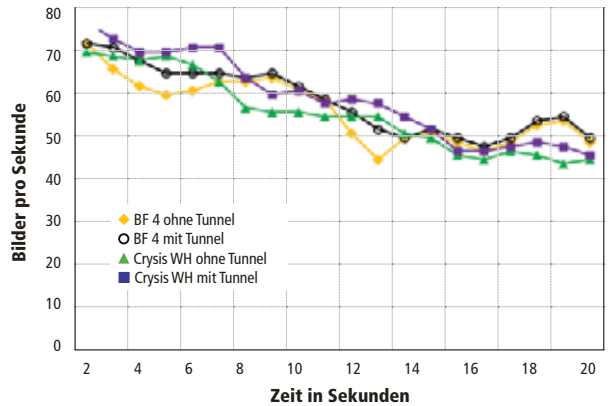
Keine Schnäppchen mehr verpassen und Newsletter abonnieren unter: www.pcgh.de/newsletter

Mehr FPS durch Tunnelbau

Rund 10 Euro Materialkosten und etwa zwei Stunden Arbeit. Lohnt sich der Aufwand? Wir meinen ja. Mit Tunnel laufen Spiele messbar flüssiger.

Das Ergebnis unserer Bemühungen kann sich sehen lassen. Mit relativ geringem Aufwand kann die von uns getestete R9-290 deutlich zulegen. In *Battlefield 4* taktet die Karte bei anspruchsvollen Szenen in unserem Benchmark ohne Tunnel herunter (gelbe Linie). Mit dem Tunnel wird der Frameverlauf deutlich geglättet. In *Crysis Warhead* erreicht die GPU mit Tunnel durchgehend höhere Bildraten.

Frameverlauf in Battlefield 4 und Crysis Warhead



Bastler könnten auch Aluminiumblech verwenden, das zudem eine ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit besitzt. Die Verarbeitung dieses Materials ist allerdings nicht ganz einfach. Wir wählen für unseren Versuch Polycarbonat-Glas. Zum Ausprobieren bietet sich eine Konstruktion aus Pappe an. Das Material besitzt zwar keine sonderlich guten Wärmeleiteigenschaften und arbeitet etwas weniger effizient als beispielsweise ein Tunnel aus Hobbyglas, ist für einen Test aber vollkommen ausreichend. Wir empfehlen zudem, vor dem eigentlichen Bau einen funktionsfähigen Prototypen zu fertigen. Pappe ist hierfür sehr gut geeignet: Sie ist sehr leicht zu bearbeiten und in fast allen Haushalten in Hülle und Fülle vorhanden. Der Bau des Prototypen aus diesem Material setzt zudem kein spezielles Werkzeug voraus. Eine Bastelschere, Zollstock und Bleistift genügen.

Der Prototyp

Je nach verwendetem Mainboard und Grafikkarte unterscheiden sich die Maße des Tunnels. Am leichtesten fällt der Bau, wenn Sie zuerst Schablonen anfertigen. Entscheiden Sie sich für die Höhe beziehungsweise Slotbreite Ihres Tunnels und messen Sie im Anschluss Ihre Grafikkarte ab. Beachten Sie dabei folgende Faktoren: Die Stärke des gewünschten Endmaterials, das je nachdem, wie sie den Tunnel zusammensetzen, die Höhe, die Breite oder beides beeinflusst. Die Form der Slotblende muss ebenfalls berücksichtigt werden. In unserem Fall sah es folgendermaßen aus: Wir wählten für die Höhe des Tunnels zwei Slots. Um diese zu umschließen, benötigten wir eine Höhe von vier und eine Breite von zehn Zentimetern. In der Höhe hatten wir Spielraum, nicht aber in der Breite. Hier mussten wir also die Materialstärke berücksichtigen, außerdem wussten wir nun, wie wir den Tunnel zusammenzubauen hatten. Die Länge von 27,5 cm wurde ebenfalls von uns angepasst, zudem ein Überstand für die Montage

Bau eines Grafikkartentunnels – Teil 2

1



Setzen Sie die Teile probehalber mithilfe von Klebeband zusammen, um die Passgenauigkeit zu überprüfen.

2



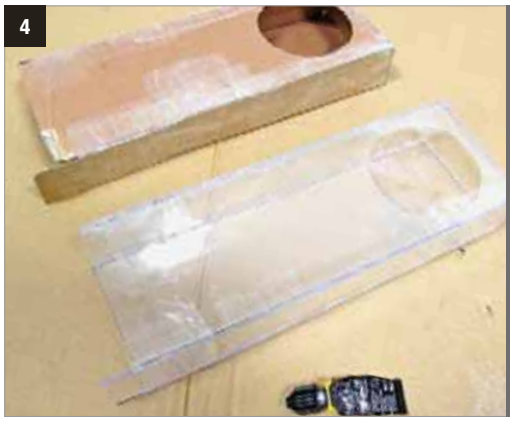
Zudem sollten Sie vor dem Verkleben prüfen, ob die Konstruktion auch in das Gehäuse passt und die Aussparung für den Lüfter an der richtigen Stelle sitzt.

3



Nehmen Sie mit grobem Schleifpapier eventuell überschüssiges Material weg, bis die Teile sauber aufeinanderpassen. Danach kann die Schutzfolie entfernt werden.

4



Das Verkleben und Zusammensetzen ist etwas fummelig. Mit Klebeband werden die Teile flächig aneinandergesetzt und dann zusammengeklappt. Wir benutzen Alleskleber, alternativ funktioniert auch Sekunden- oder Heißkleber. Im Hintergrund: unser Prototyp.

am Slot eingeplant werden. Auch wenn es bei dem Tunnel nicht auf absolute Genauigkeit ankommt: Je präzisier Sie messen, die Schablonen einzeichnen und ausschneiden, desto leichter fällt die Arbeit im Anschluss. Bei diesen Arbeitsschritten können einem außerdem leicht Fehler unterlaufen, gerade aus diesem Grund bietet sich der Prototyp aus Pappe an. Haben wir diesen angefertigt und eingepasst, können wir uns an die eigentliche Fertigung des Tunnels wagen.

Der Tunnel aus Hobbyglas

Wir haben für unser Projekt Polycarbonat-Glas gewählt. Dieser Werkstoff ist günstig, leicht zu bearbeiten und sieht recht schick aus. Für eventuelle weiterführende optische Anpassungen an das Gehäuse kann Hobbyglas zudem lackiert oder mit Folien beklebt werden. Eine großzügig dimensionierte Platte mit den Ausmessungen 60 cm x 50 cm und einer Stärke von 3 mm kostet uns etwa 10 Euro. Die Platte ist beidseitig mit einer Folie geschützt, lassen Sie diese bis zum Ende der Arbeiten an ihrer Stelle. Dadurch werden Beschädigungen wie Kratzer durch den Schlitten einer Stichsäge verhindert.

Wir fertigen einen neuen Satz Schablonen an, wobei wir unsere Erkenntnisse aus dem Prototypen-Bau einfließen lassen. Die Auschnitte legen wir nebeneinander auf unsere Hobbyglas-Platte. Dabei versuchen wir, die Fläche möglichst klein zu halten. Dies hat zwei Gründe: Zum einen verschwenden wir dadurch weniger Material, zum anderen sparen wir uns Arbeit mit der Säge. Doch Vorsicht! Die Säge entfernt je nach verwendeter Art und Blatt Material aus der Platte. Zudem ist es schwierig, millimetergenau zu arbeiten. Legen Sie die Schablonen daher nicht direkt nebeneinander, sondern lassen Sie etwa zwei Millimeter Spielraum für das Sägeblatt. Zeichnen Sie die Linien entsprechend dicker ein. Zum Sägen können Sie eine einfache Laubsäge verwenden, das von uns verwendete 3-mm-Hobbyglas ist allerdings sehr gut zu bearbeiten, wir wählen daher die Stichsäge mit einem handelsüblichen Holzsägeblatt (A112).

Leichter können Sie sich die Arbeit machen, wenn Sie mit Köpfchen vorgehen: Schneiden Sie komplizierte Teile wie die Aussparung für den Lüfter zuerst aus. So haben Sie eine größere stabilisierende Fläche zur Verfügung, besseren Halt und die Polycarbonat-Platte schwingt weniger stark – und die Chance, sich zu verschneiden, ist hier am höchsten. Sollte dieser Fall eintreten, haben Sie noch reichlich Material und Geduld zur Verfügung. Gerade Letztere ist wichtig: Lassen Sie sich Zeit und bleiben Sie locker, dann klappt der Zuschnitt wie am Schnürchen.

Haben Sie die Teile fertig ausgeschnitten, raten wir zu einem Probezusammenbau mithilfe von Klebeband. Beachten Sie: Der Zusammenbau kann durch die Montagevorrichtung für den Slot nur auf eine bestimmte Art geschehen. Der Tunnel muss im Endeffekt quasi ein in der vertikalen gespiegeltes Bild der Grafikkarte bilden. Achten Sie auf dieses Detail – haben Sie den Tunnel erst einmal verklebt, ist es eventuell zu spät für Korrekturen.

Checken Sie deshalb auch lieber einmal mehr, wie Sie die Teile zusammensetzen müssen. Passt beim Probeeinbau im Gehäuse alles, kann mit der Feinarbeit begonnen werden. Sicher gibt es einige Unsauberkeiten an den Schnittkanten. Diese können Sie mit Schleifpapier wegnehmen, alternativ können Sie eine Feile nutzen. Setzen Sie die Schnittkanten dazu möglichst flächig auf eine gerade Oberfläche. Nun können Sie erkennen, wo Material abgetragen werden muss. Absolut gerade Kanten müssen nicht sein, doch beim Zusammenbau stört jede größere Abweichung. Nehmen Sie sich also lieber etwas Zeit für Kor-



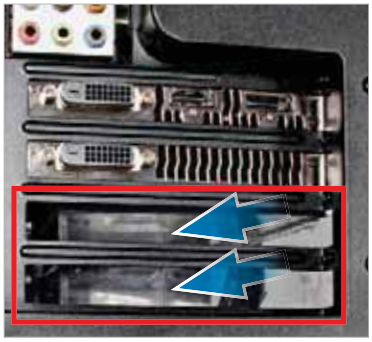
Aufbau unseres Testsystems

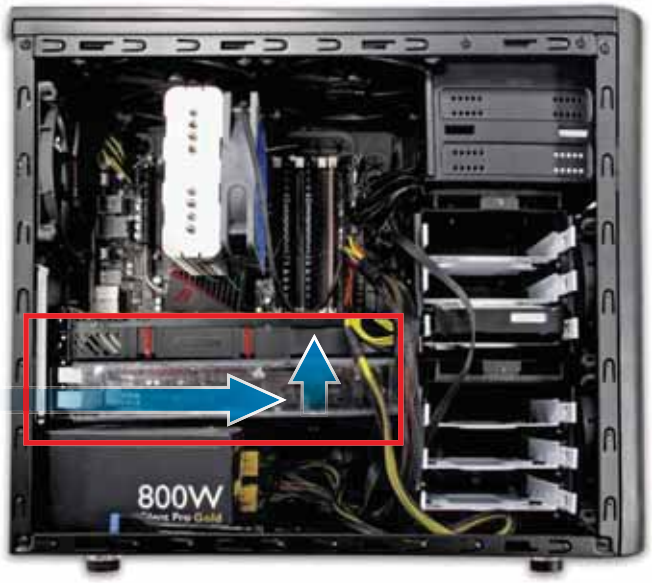
Unseren Tunnel setzen wir mitsamt der R9 290 in das Fractal Design Arc Mini ein, ein Mini-Midi-Tower-Gehäuse samt übertaktetem Core i7-920.

Die AMD Radeon R9 290 haben wir gewählt, da sie besonders von kühler Frischluft profitieren kann. Durch ihre Boost-Technologie kann sie unter sehr günstigen Umständen ihre Leistung deutlich erhöhen beziehungsweise ihren Takt anheben. In einem aufgeheizten Gehäuse erreicht sie aber sehr schnell ihr Temperaturlimit, taktet daher runter und kann so weniger Bilder pro Sekunde liefern. Mit einem Tunnel ausgestattet, sollten also messbare Leistungunsterschiede in den von uns gewählten Benchmarks *Battlefield 4* und *Crysis Warhead* feststellbar sein. Bevor wir mit unseren jeweiligen Messungen beginnen, lassen wir das ganze System 15 Minuten aufwärmen. Danach starten wir die besonders anspruchsvollen Benchmark-Szenen.



Mit unserem Tunnel können wir die beträchtliche Abwärme unseres auf 3,6 GHz übertakteten Core i7-920 (1,225 V) und des 800-Watt-Netzteiles Größtenteils von dem Kühlkreislauf der Radeon R9 290 abkoppeln. Die GPU zieht über die Slotblende Kaltluft, kühlt damit ihre Komponenten und bläst sie in den beiden überliegenden Slots wieder aus dem kleinen Gehäuse heraus.





rekturen. Das spart umso längeres Ärgern bei der Endmontage. Wenn Sie besonders auf saubere Kanten Wert legen, können Sie mit feinem Sandpapier noch einmal über die Kanten gehen. Nun kommen wir zum Ende unserer kleinen Bastelei: Die Einzelteile werden jetzt fest verklebt. Achten Sie auf den korrekten Zusammenbau. Wir haben für unseren Tunnel einen klaren Alleskleber verwendet, Sie können auch Sekundenkleber oder einen Zwei-Komponenten-Kleber benutzen. Lassen Sie den Tunnel dann über eine genügend lange Zeit ruhen, bis die Verklebung ausgehärtet ist. Zeichnen Sie im Anschluss die Montagelöcher für die Befestigung am Slot mit einem Filzstift an und bohren Sie mit einem passenden Aufsatz dort das Loch für die Verschraubung. Der Tunnel ist nun einsatzbereit. Sie können ihm natürlich noch den letzten optischen Schliff geben, etwa mit einer Lackierung, LED-Bestückung oder einer Design-Folie, zum Beispiel im Carbon-Look. Achten Sie darauf, dass Sie beim Einbau die Schraube nicht allzu sehr anziehen, um den fertigen Tunnel nicht zu beschädigen.

Der Tunnel in der Praxis

Wenn Sie den Tunnel montiert und das Gehäuse wieder verschlossen haben, können Sie den Praxistest starten. Haben Sie eine Grafikkarte mit Boost, brauchen Sie wahrscheinlich keine weiteren Anpassungen mehr vornehmen. Besitzen Sie eine Grafikkarte ohne Boost, sollte die GPU mit Tunnel kühlere Temperaturen als ohne Tunnel erzielen und liefert damit mehr Raum zum manuellen Übertakten. Bei unserem Testsystem (siehe Kasten links) bemerkten wir einen relativ deutlichen Unterschied. In *Battlefield 4* wurde der Frameverlauf merklich geglättet, die Grafikkarte kann nach einem 15-minütigen Aufheizen auch bei viel Action auf dem Bildschirm ihren Takt besser halten. Während des Spielens fielen die Einbrüche daher weit weniger stark aus.

Auch in *Crysis Warhead* ist ein Effekt zu bemerken: Hier liegen die Bildraten mit dem Tunnel über den gesamten Frameverlauf deutlich über der Kurve des Systems ohne unser selbst gebautes Kaltluft-Leitsystem. Unsere GPU kann im Schnitt etwa 6 % Mehrleistung in Crytechs in Ehren ergrautem Edel-Shooter liefern. Bei *Battlefield 4* bringt der geglättete Frameverlauf im Schnitt 58,7 gegenüber 54 Bildern pro Sekunde oder eine Steigerung von immerhin knapp 9 % ein. Das sind sicher keine Wunderwerte, bedenkt man jedoch, dass der Leistungsgewinn mit rund 10 Euro Materialkosten mit einem überschaubaren Arbeitsaufwand relativ leicht umzusetzen ist, erscheint der Bau eines Grafikkartentunnels durchaus lohnenswert.

Doch nicht nur mehr Leistung wäre eine valide Option: Es besteht auch die Möglichkeit, eine sehr laute Grafikkarte ein wenig leiser laufen zu lassen, ohne dabei auf einen größeren Teil des Potenzials der GPU zu verzichten. Hierzu kann die maximale Lüfterdrehzahl heruntergeregelt werden. Durch die befreite Atmung fallen die durchschnittlichen Taktraten erst mit einer relativ deutlichen Reduktion der Lüftergeschwindigkeit ab. Durch die Art, wie das menschliche Gehör Lautheit wahrnimmt, können schon kleine Veränderungen eine relativ große Wirkung haben.

Lohnenswerter Aufwand

Mit unserem Testsystem ist ein deutlicher positiver Effekt des Tunnels feststellbar. Noch gravierender würde das Ergebnis wirken, wenn wir uns nahe der vertretbar flüssigen Spielbarkeitsgrenze von etwa 40 Fps bewegt hätten. Fallen hier die Frameraten durch ein Heruntertakten der GPU ab, entsteht ein spürbarer Hänger. Dieser könnte mit Tunnel eventuell vermieden werden. Der verhältnismäßig geringe Aufwand lohnt sich also durchaus. Eine Voraussetzung ist im Prinzip nur etwas Bastelarbeit und freier Platz im Gehäuse. *(pr)*

Fazit

Günstiges GPU-Tuning

Viel Aufwand muss für einen Test nicht betrieben werden: Nur mit einer Bastelschere, etwas Klebeband und einem Bleistift bewaffnet, können Sie ein Papp-Exemplar des Tunnels bauen. Interessierten legen wir einen Versuch nahe.



BATTLEFIELD 4 RANKED-SERVER

JETZT BESTELLEN!

Miete dir jetzt deinen eigenen Battlefield 4-Gameserver von 4netplayers. So können bis zu 64 Spieler auf dem Gameserver gegeneinander antreten und in die Schlacht ziehen.

QR-Code scannen und hinsurfen!

WWW.4NETPLAYERS.DE

computec MEDIA



Voodoo 5 5500 mit AGP-4x-Kompatibilität

3dfx-Rarität im Test

Gegen sie ist die V5 6000 Massenware: Die V5 5500 AGP 4x ist die wohl seltenste 3dfx-Schöpfung, die es über den Prototypen-Status hinaus geschafft hat. PCGH macht den Test – 13 Jahre später.

Um 3dfx, den Wegbereiter hardwarebeschleunigter Grafik am PC, ranken sich immer noch zahlreiche Mythen und Verschwörungstheorien. Über 13 Jahre nach dem Torschluss – 3dfx schickte seine Mitarbeiter infolge der Insolvenz am 15. Dezember 2000 in ausgedehnte Weihnachtsferien – wird die Wahrheitsfindung immer schwieriger: Erinnerungen verklären und ehemalige Insider haben ihrem Hobby den Rücken gekehrt.

Auch unser neuestes Testobjekt wird von einer geheimnisvollen Aura umgeben. PC Games Hardware hatte die Gelegenheit, ein 3dfx-Relikt zu testen, das seltener ist als die legendäre Voodoo 5 6000 – zumindest geht die verbleibende 3dfx-Community davon aus. Obwohl wir Wochen mit dem Testprozedere und der Recherche verbrachten, war bis zum Redaktionsschluss unklar, in welchem Entwicklungsstadium sich unser Proband befindet. Daher beleuchten wir nicht nur die Voodoo 5 5500 AGP 4x, sondern werfen zunächst einen Blick auf die Turbulenzen, welche um sie herum auftraten.

AGP gegen PCI

Modus	Frequenz	Durchsatz
PCI	33 MHz	133 MByte/s
AGP 1x	66 MHz	266 MByte/s
AGP 2x	66 MHz	533 MByte/s
AGP 4x	66 MHz	1.066 MByte/s
AGP 8x	66 MHz	2.133 MByte/s
PCI (OC)*	40 MHz	161 MByte/s
AGP 1x OC*	80 MHz	322 MByte/s
AGP 4x OC*	80 MHz	1.290 MByte/s

* Auf einigen Platinen möglich. AGP 4x mit 99 MHz entspräche „AGP 6x".

Treue PCGH-Leser wissen, dass der 3D-Pionier konstant mit Problemen kämpfte (Artikel „3dfx Voodoo History" als PDF auf DVD). Die Finalisierung des VSA-100-Designs mit dem klangvollen Codenamen „Napalm" war eines davon: Mitte 1999 als Geforce-1-Konkurrenz vorgestellt, erblickte das Dual-Chip-Modell Voodoo 5 5500 erst Ende Mai 2000 das Licht der Welt – und wurde zu allem Überfluss noch auf dem Weg in die Händlerregale wegen eines zu spät entdeckten Designfehlers zurückgerufen. Zwei Wochen später kam die Revision auf den Markt und trat dort gegen die kurz zuvor veröffentlichte Geforce 2 GTS an. 3dfx-intern lief die Entwicklung natürlich weiter: Neben den bis zum Ende unvollendeten Baustellen „Rampage" (Next-Gen-Architektur) und Voodoo 5 6000 (Vier-Chip-Schlachtschiff) stand eine Revision der V5 5500 auf dem Plan. Das allseits bekannte (und auch 2001 noch verkaufte) Design fußt auf einer 24,5 Zentimeter langen Platine, trägt zwei 40-Millimeter-Axiallüfter des Herstellers Aavid und ist lediglich AGP-1.0-fähig. Konventionelle Voodoo-5-Grafikkarten sind sowohl elektrisch (Spannung) als auch mechanisch (Kerbe) zu modernen AGP-Steckplätzen inkompatibel. Der Betrieb auf den schnellsten AGP-Plattformen ist unmöglich. Hier kommt die Voodoo 5 5500 AGP 4x ins Spiel.

Prototyp oder nicht?

Bei der Voodoo 5 5500 AGP 4x handelt es sich um eine grundlegende Revision des V5-Designs, die Rev. A2. Da im Gegensatz zu vielen anderen 3dfx-Grafikkarten keinerlei

Übersicht populärer 3dfx-Karten

Grafikeinheit	V5 5500 Rev. A2	Voodoo 5 5500	Voodoo 4 4500	Voodoo 3 3000	Voodoo Banshee	Voodoo 2	Voodoo Graphics
Codename	2 x VSA-100/Napalm	2 x VSA-100/Napalm	VSA-100/Napalm	Avenger	Banshee	SST-2	SST-1
Transistoren (Mio.)	2 x 14	2 x 14	14	8,2	ca. 4	ca. 3	ca. 2
Strukturbreite/Fertigung	0,25 µm	0,25 µm	0,25 µm	0,25 µm	0,35 µm	0,35 µm	0,5 µm
Übliche Schnittstelle	AGP 4x (1,5/3,3 V.)	AGP 2x (3,3 Volt)	AGP 4x (1,5/3,3 V.)	AGP 2x (3,3 Volt)	AGP 2x (3,3 Volt)	PCI	PCI
Interne Bus-Anbindung	PCI66 (~AGP 1x)	PCI66 (~AGP 1x)	AGP 4x	AGP 2x	AGP 2x	PCI33	PCI33
Speicherinterface	2 x 128 Bit	2 x 128 Bit	128 Bit	128 Bit	128 Bit	3 x 64 Bit	2 x 64 Bit
Texturen pro Renderpass	2	2	1	2	1	2	1
Übliche RAM-Menge, Typ	2 x 32 MiB SDR	2 x 32 MiB SDR	32 MiB SDR	16 MiB SGR/SDR	16 MiB SGR/SDR	8/12 MiB EDO	4/6 MiB EDO
Takt Kern/Speicher	166/166 MHz	166/166 MHz	166/166 MHz	166/166 MHz	100/100 MHz	90/90 MHz	50/50 MHz
RAM-Transferrate	5,3 GByte/s	5,3 GByte/s	2,6 GByte/s	2,6 GByte/s	1,6 GByte/s	2,1 GByte/s	0,8 GByte/s
Texelfüllrate	666 MTex/s	666 MTex/s	333 MTex/s	333 MTex/s	100 MTex/s	180 MTex/s	50 MTex/s
Anti-Aliasing	2 x, 4 x RGSSAA	2 x, 4 x RGSSAA	2 x RGSSAA	Edge-AA	Edge-AA	Edge-AA	Edge-AA
Max. Texturfilter	Trilinear	Trilinear	Trilinear	Trilinear	Trilinear	Trilinear	Bilinear
Besonderheiten	T-Buffer: (SSAA, DoF, Motion Blur)	T-Buffer: (SSAA, DoF, Motion Blur)	T-Buffer: (SSAA, DoF, Motion Blur)	Postfilter macht aus 16 „22 Bit"	Postfilter macht aus 16 „22 Bit"	3D-Zusatzkarte; erstmals SLI	Reine 3D-Zusatzkarte

Dokumentation an die Öffentlichkeit gelangte, wurde vielerorts über die genauen Änderungen spekuliert. Um die Brücke zur mysteriösen Einleitung zu spannen: Es ist nicht einmal sicher, ob wir es mit einem finalen Design oder einem Prototypen zu tun haben, die spärliche Informationslage bietet Nährboden für beide Thesen.

Die naheliegendste These ist, dass 3dfx einige Wochen vor dem Ende einen unkonventionellen OEM-Vertrag schloss, um etwas Geld in die von Verlustquartalen geplagte Kasse zu spülen: Hier soll nicht etwa die im Retail-Segment verwendete V5 5500 Rev. A zum Einsatz gekommen sein, sondern die in den Test- und Qualitätssicherungsabteilungen verstreuten Exemplare der Rev. A2, von denen weltweit nicht einmal 50 Exemplare bekannt sind. Die „Warranty void if removed"-Aufkleber (Garantie) sprechen für den tatsächlichen, von 3dfx autorisierten Verkauf dieser Grafikkarten – die in Sammlerhände gelangten Prototypen anderer 3dfx-Modelle, darunter die V5 6000, V5 5000 und die extrem seltenen Rampage-2000-Boards, tragen die unmissverständlichen „Not for resale"-Sticker (und kamen selbstverständlich nie in OEM-Rechnern zum Einsatz). Folgt man dieser Theorie, wurden mehr oder minder fertige Prototypen neu etikettiert, anstatt die Fabriken langwierig auf die Massenfertigung umzustellen. Genährt wird diese Idee vom inkonsistenten Verhalten der wenigen ausführlich getesteten Rev.-A2-Karten, darunter der unsrigen. Es hat sich herausgestellt, dass die Bestückung einiger Kondensatoren und Widerstände unterschiedlich ist, der POST-Screen beim Rechnerstart nicht von allen Exemplaren ausgegeben wird und auch die offensichtliche AGP-4x-Eignung nicht immer praktisch vorhanden ist.

Technische Innereien

Die Platine unseres Testmusters wurde in der 33. Kalenderwoche (August) des Jahres 2000 gefertigt, daher spricht man hier von einer „Rev. A2-3300". Dem stark veränderten Antlitz steht das unveränderte Innenleben gegenüber: Noch immer arbeiten zwei VSA-100-Grafikchips mit einer Taktfrequenz von je 166 MHz im Scanline-Interleaving (SLI) zusammen; jeder von ihnen darf frei über 32 MiByte SDR-SDRAM mit synchronem Takt verfügen. Die Kommunikation untereinander erfolgt mit dem PCI66-Protokoll, was AGP 1x entspricht; die AGP-Features Fast Writes und Sideband-Adressing werden nicht unterstützt. Das schränkt die theoretischen Vorteile von AGP 4x bereits stark ein – der Hauptvorteil einer V5 5500 Rev. A2 ist die theoretische Möglichkeit, sie in hochgezüchteten PCs mit Core-2- oder Phenom-II-CPU zu betreiben. Wie Sie dem Video auf der Heft-DVD entnehmen, hatten wir das fest eingeplant, doch es hat nicht sollen sein – dazu gleich mehr.

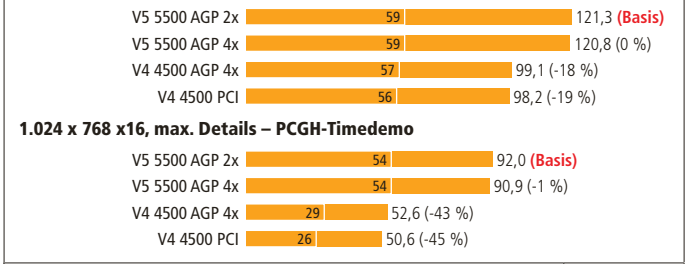
Das erste Testsystem

Zwecks Vergleichbarkeit mit der originalen V5 5500 (AGP 2x) testen wir die Karte zunächst auf einem flinken Athlon-XP-Unterbau mit 2,5 GHz Realtakt auf einem KT333-Chipsatz. Letzterer stellt bei kompatiblen Grafikkarten die benötigte Signalspannung von 1,5 Volt bereit – etwa auf einer V4 4500. Sie ist die einzige VSA-100-Grafikkarte, welche dank Verzicht auf SLI tatsächlich AGP-4x-Durchsatz ansteuern kann, einzig Rohleistung fehlt ihr.

Praxiseindrücke & Leistung

Schon beim Start der V5 5500 Rev. A2 fällt auf, dass die Lüfter nicht so stark rattern wie bei gewöhnlichen V5-Karten – ob das an Änderungen der Lager oder der weitgehenden „Jungfräulichkeit" des Musters liegt, lässt sich leider nicht mit Gewissheit sagen. Eindeutig und von anderen Nutzern bestätigt ist, dass die VSA-100-Chips der A2 unter Volllast deutlich kühler bleiben – trotz gleicher Fertigung; lediglich die Spannungsversorgung der Platine wurde modifiziert. Ein höheres Taktpotenzial weist unser Muster deshalb nicht auf, 183 MHz (+10 %) liegen im bekannten Rahmen – 200 MHz sind ohne Spannungsmods unerreicht, obwohl dieser

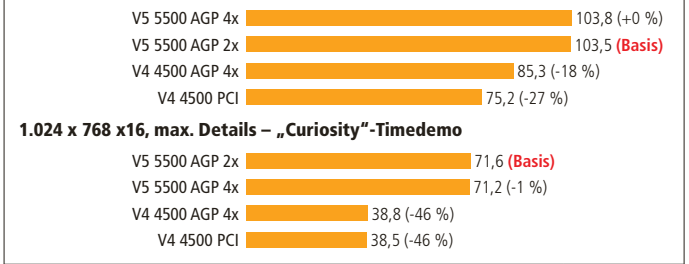
Unreal-Engine-Shooter von 1999



System: Athlon XP Barton @ 2,5 GHz (167x15), Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR-333 (2-2-2-5-1T), Windows XP x86, SFFT 1.9 **Bemerkungen:** Die zeitgenössische Unreal-Engine ist mit dem PCI-Durchsatz gut bedient. In 640 x 480 limitiert der 2,5-GHz-Prozessor (!).

Min. Ø Fps
▶ Besser

American McGee's Alice (2000)



System: Athlon XP Barton @ 2,5 GHz (167x15), Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR-333 (2-2-2-5-1T), Windows XP x86 SP3, Wicked GL 3.02 **Bemerkungen:** Die aufgebohrte Q3-Engine zeigt erste Vorteile für AGP – solange der Grafikchip nicht limitiert.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Takt einst von 3dfx angepeilt wurde. Ernüchterung stellt sich beim Blick auf die Benchmarks ein, denn bis auf Abweichungen im Rahmen der Messtoleranz ist die V5 5500 Rev. A2 genauso schnell wie das Original, im Mittel sogar ein bis zwei Prozent langsamer. Wir tippen auf (Timing-)Abweichungen des SDR-Speichers, 3dfx bestückte seine Grafikkarten je nach Liefersituation mit Toshiba-, Hynix- oder Hyundai-Speicher. Während dieser Mangel kosmetischer Natur ist, soll uns der Unwille des Testmusters, auf dem KT333 mit 1,5 Volt und AGP 4x zu laufen, noch deutlich länger Kopfschmerzen bereiten.

AGP-4x-Karte ohne AGP 4x

V5 5500 AGP 4x plus Core 2 Duo @ 4 GHz auf Grundlage eines 4Core-DualVSTA-Mainboards: So lautete unser Plan für ganz besondere Benchmarks. Nachdem erste Tests fehlschlugen, probierten wir weitere Hauptplatinen aus – ohne Erfolg, die uns vorliegende V5 Rev. A2 ist wider Erwarten nirgends zum Betrieb mit 1,5 Volt Signalspannung zu überreden. Die Symptome sind so unspektakulär wie eindeutig: Sitzt die Grafikkarte in einer modernen AGP-Hauptplatine, welche höchstens 1,5 Volt (AGP 4x) liefern kann, bleibt das Bild schwarz. Das legt den Schluss nahe, dass die Grafikkarte zwar mechanisch kompatibel ist, infolge fehlerhafter Verschaltung jedoch eine Signalspannung von 3,3 Volt verlangt – der ältere KT333-Unterbau wird diesem Wunsch gerecht. Eine V4 4500 AGP bootet auf allen zum Test herangezogenen Platinen tadellos. Sie ist in Kombination mit einem starken Prozessor sogar in der Lage, *World of Warcraft* spielbar darzustellen – das haben wir mit einem auf 3,6 GHz übertakteten Pentium 4 Extreme Edition (Gallatin-Kern) auf einem Gigabyte GA-8IPE775-G (i965-Chipsatz) ausprobiert.

Ursachenforschung

Wenn alle Versuche fehlschlagen, hilft etwas Diagnose-Theorie. Gemäß Intels AGP-2.0-Spezifikation kann jede passende Grafikkarte mithilfe eines speziellen Kontaktpunkts (Pin) der Hauptplatine mitteilen, welche Spannung sie sich wünscht. Jener Pin mit der Bezeichnung „TYPEDET#“ („Typen-Erkennung“), Pin A2, muss bei Grafikkarten mit 1,5 Volt Signalspannung (zwingend AGP 4x) mit Masse verbunden sein, während der Kontakt bei Modellen mit 3,3 Volt Wunschspannung offen ist. Mithilfe einer Widerstandsmessung per Multimeter lässt sich eine 1,5-Volt-Grafikkarte eindeutig identifizieren. Umgekehrt funktioniert das leider nicht, da aus Kompatibilitätsgründen (Universal AGP) auch 1,5-Volt-fähige Grafikkarten mit offenem Pin A2 existieren. Unsere Voodoo 5 5500 AGP 4x zeigt in diesem Test, dass der Pin A2 nicht mit Masse verbunden ist, womit die 1,5-Volt-Tauglichkeit fragwürdig, aber nicht ausgeschlossen ist. Zum Vergleich: Besagte V4 4500 verfügt über einen auf Masse gelegten Pin und ist damit ohne Zweifel 1,5-Volt-tauglich. Wir werden die Sache weiter verfolgen. *(tg/rv)*

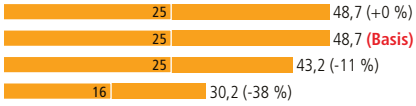
Fazit

Voodoo 5 5500 AGP 4x

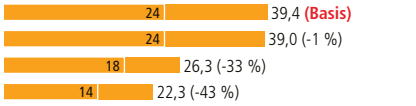
Prototyp, ja oder nein? Selbst auf AGP 2x limitiert stellt die Rev. A2 die beste Version der Voodoo 5 5500 dar, da sie leiser und kühler ans Werk geht als das Original. Bezüglich der AGP-2.0-Umstimmigkeiten bleiben wir jedoch am Ball, in der Hoffnung, Ihnen doch noch Benchmarks einer Voodoo 5 nebst 4-GHz-Prozessor zu liefern.

Serious Sam: The Second Encounter (2001)

640 x 480 x16, Extrem-Details – „Tal des Jaguars“-Demo



1.024 x 768 x16, Extrem-Details – „Tal des Jaguars“-Demo

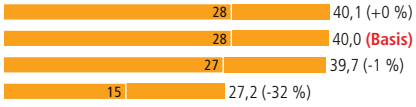


System: Athlon XP Barton @ 2,5 GHz (167x15), Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR-333 (2-2-2-5-1T), Windows XP x86, Wicked GL 3.02 **Bemerkungen:** In diesem Spiel limitiert der Bus-Durchsatz enorm, sodass die V4 AGP bis zu 43 % schneller ist als die V4 PCI.

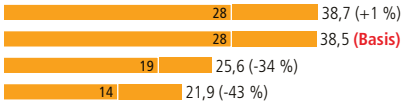
Min. Ø Fps
▶ Besser

Max Payne 2 (2003)

640 x 480 x32, max. Details – „Prolog“ (Fraps)



1.024 x 768 x32, max. Details – „Prolog“ (Fraps)

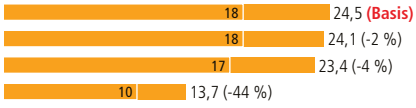


System: Athlon XP Barton @ 2,5 GHz (167x15), Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR-333 (2-2-2-5-1T), Windows XP x86, SFFT 1.9 **Bemerkungen:** Vorteile durch AGP 4x? Fehlanzeige – die Transferrate des PCI-Bus genügt jedoch nicht für flüssige Bildraten.

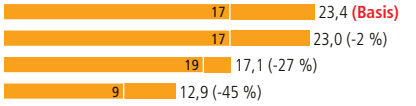
Min. Ø Fps
▶ Besser

Unreal Tournament 2004 (2003)

640 x 480 x16, max. Details – „Antalus“ (Fraps)



1.024 x 768 x16, max. Details – „Antalus“ (Fraps)



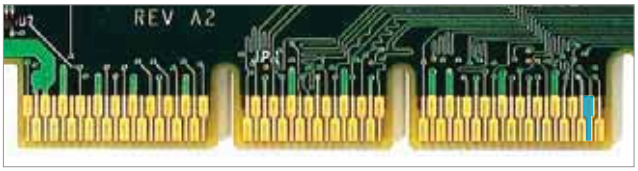
System: Athlon XP Barton @ 2,5 GHz (167x15), Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR-333 (2-2-2-5-1T), Windows XP x86, SFFT 1.9 **Bemerkungen:** Die fortschrittlichste Engine im Test zeigt, was passiert, wenn enorme Polygonmengen durch den Slot müssen: Es ruckelt.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Voodoo 5 plus Quadcore-CPU

Bereits vor dem Test war klar, dass sich einige Mythen um die 3dfx'sche AGP-Implementierung ranken. In Zusammenarbeit mit der Community gingen wir der Sache auf den Grund, mit ansehnlichen Ergebnissen.

Nachdem sich herausstellte, dass unsere V5 Rev. A2 zwar nicht auf modernen Hauptplatinen bootet, dadurch aber keinerlei Defektrisiko besteht, wurden weitere Sammler zu Tests ihrer Karten ermutigt. PCGHX- und Voodooalert-Mitglied Löschzwerg lieferte uns die wertvollsten Erkenntnisse, da er Eigentümer einer 1,5-Volt-tauglichen V5 5500 ist: Ob K8T800- oder Nforce-3-Chipsatz, seine Karte läuft tadellos, ebenso die des Nutzers Eric Cantona, welcher den Funktionstest auf einem Nforce 2 (Abit NF7) nachlieferte. Besondere Erwähnung verdient Löschzwergs Einsatz der V5 5500 Rev. A2 mit einem Phenom II X4 955: Der 3,2-GHz-Prozessor treibt die 3dfx-Grafikkarte in einigen Tests zu ungeahnten Höchstleistungen, vor allem der 3D Mark 2001 und die Unreal-Engine profitieren deutlich. Letzteres legt gegenüber unserer – für Voodoo-Verhältnisse sehr schnellen – Testplattform um bis zu 42 Prozent zu (640 x 480 x16), in höheren Auflösungen rückt der Fokus auf die GPU-Leistung und der Zugewinn schrumpft.



Voodoo 5 5500 AGP 4x: Komplettes Redesign

Das Platinendesign der Voodoo 5 5500 Revision A2 unterscheidet sich in mehreren Punkten von der Revision A (Retail). Durch höhere Packdichte und Einsparung einiger Bauteile ist das A2-Design günstiger zu fertigen und zudem leistungsfähiger – eine sogenannte „Win-win-Situation".

Unterschiede allerorten: Die von 24,5 (Rev. A, oben) auf 22,0 Zentimeter verkürzte Platine (Rev. A2, unten) fällt durch ein grundlegend neues, deutlich komplexeres Layout auf. Erwähnenswert ist unter anderem die abgespeckte Spannungsversorgung am hinteren Teil der Platine, aber auch die Rev. A2 stillt ihren Hauptdurst durch die Molex-Strombuchse. Letztere stellt eine Präventionsmaßnahme dar, um schwachbrüstige AG-Ports damaliger Mainboards nicht zu überfordern – Nvidia kann davon ein Lied singen, nachdem anno 1999 einige Platinen durch Einsatz der Geforce 256 durchbrannten. Ebenfalls auffällig sind die freien Lötstellen vor der Slotblende, welche Platz für einen DVI-Ausgang bieten. Es existiert eine Handvoll Prototypen, bei denen dieser Platz bestückt ist, ansonsten ist ein DVI-Ausgang nur auf den Mac-Versionen der Voodoo 4/5 Standard, die PC-Versionen tragen lediglich einen analogen D-Sub-Ausgang (VGA). Der mittig oben platzierte BIOS-Baustein bescheinigt der Voodoo 5 5500 AGP 4x die fortschrittliche Version 1.12, was sich unter Windows bestätigt – handelsübliche V5-Grafikkarten arbeiten mit der Version 1.06.

Reine, aber optisch wirkungsvolle Kosmetik stellen die 3dfx-Aufkleber auf den 40-Millimeter-Quirlen dar, welche nur auf wenigen VSA-100-Grafikkarten – vornehmlich Prototypen – zum Einsatz kommen. Die berühmten „Not for resale"-Aufkleber der Prototypen fehlen. Beachten Sie auch Details wie die zahlreichen Leiterbahnen zwischen den beiden VSA-100-Chips und hin zum Grafikspeicher; jeder verfügt über vier Bausteine à 8 MiByte Kapazität, welche jeweils an einem 32-Bit-Kanal hängen. Ein Blick auf die Rückseite verrät, dass beide VSA-100-Prozessoren, was übrigens für „Voodoo Scalable Architecture" steht, mit den AGP-Kontakten verbunden sind. Kenner wissen: Eine Voodoo 5 funktioniert auch mit nur einem Kern – unter Windows dürfen Sie den Single-Chip-Betrieb sogar selbst einstellen, was dann einer Voodoo 4 entspricht.



Voodoo 5 5500 Revision A



Voodoo 5 5500 Revision A2

Prozessoren



Dominik Neugebauer
Fachbereich Heft, Online
E-Mail: dn@pcgh.de

Kommentar

Luft- oder Wasserkühlung: Eine Frage des Glaubens und der Anwendung

Den Computer zum Feuchtgebiet zu erklären – für viele unvorstellbar. Zu groß wiegen die scheinbaren Nachteile. Dabei ist die Frage eine ganz andere: Möchte ich meine CPU für den Alltagsbetrieb flüsterleise übertakten oder reichen mir die vorgegebenen Spezifikationen aus? Die Antwort will gut überlegt sein. Eine modulare Wasserkühlung ist nämlich nicht gerade günstig, kann dafür aber erweitert werden. Wer nur seinen Prozessor kühlen möchte, wird wohl eher zu einer Kompaktwasserkühlung greifen. Dafür muss der Käufer auf die Erweiterbarkeit verzichten. Und was ist mit Luftkühlung? Jeder, der sich eine Boxed-Version eines Prozessorherstellers kauft, wird zwangsläufig auf einen anderen Kühler umsteigen – sofern die Lautstärke als störend empfunden wird. Luftkühler sind meistens günstiger in der Anschaffung und kühlen gleichzeitig die Spannungswandler; dafür sind sie aber auch meistens lauter als ausgereifte Wasserkühlungen. Für mich ein klares K.o.-Kriterium. Kühl und leise muss mein Kühlkonzept sein und dabei noch genügend Spielraum für 24/7-Overclocking besitzen. Deshalb gibt es für mich nur eine Antwort auf die eingangs gestellte Frage: Wasserkühlung!

HR-22: Nachwuchs für die HR-Serie

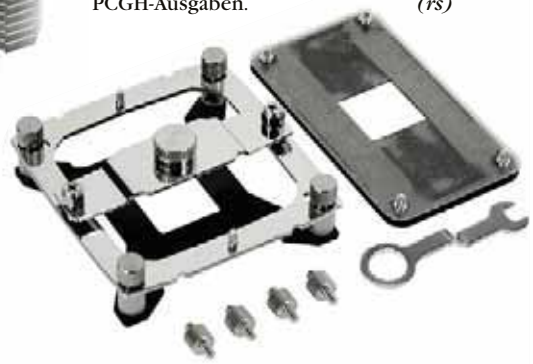
Die CPU-Kühler der HR-Serie gehören zu den beliebtesten Produkten aus dem Hause Thermalright. Nun erhält die Reihe nach langer Zeit Zuwachs.

Der HR-02 ist ein sehr guter Kühler, für die meisten aber vermutlich zu teuer. Anders als ein abgespecktes Modell, das sich seit dem Sommer 2011 fast durchgehend auf der Spitze der beliebtesten Luftkühler befindet: der HR-02 Macho. Nun erhält die erfolgreiche Serie weiteren Zuwachs: Thermalright präsentierte den HR-22 der Öffentlichkeit.

Der HR-22 bleibt den Tugenden seiner Vorgänger treu und setzt weiterhin auf einen breiten Lamellenabstand, was den Kühler ideal für den Semi-Passiv-Einsatz macht. Auch das Befestigungsmodul nutzt wieder die Schraube, über die sich der Anpressdruck regeln lässt. Thermalright behält dabei die charakteristische Versetzung des Kühlkörpers nach hinten bei, wie sie schon bei den Vorgängern zu finden war.

Der wichtigste Unterschied des Kühlers zu seinen Vorgängern sind die zwei zusätzlichen Heatpipes, womit der HR-22 derer gleich acht hat. Die Anordnung der Hitzerohre orientiert sich an der des Vorgängers. Zudem befinden sich in der Packung auch zwei „Fan Ducts". Damit meint Thermalright zwei Kunststoff-Schläuche, mit denen sich der Radiator mit den Gehäuselüftern verbinden lässt, sodass der Kühler wesentlich mehr vom Luftstrom nutzen kann – also ein geschickter Lufttunnel zum Nachrüsten. Thermalright bietet den Kühler für eine UVP von rund 75 Euro an. Was der Edel-Kühler genau leistet, testen wir in einer der nächsten PCGH-Ausgaben. *(rs)*





Prozessor-Roadmap für APUs und CPUs*

Zweites Halbjahr 2013

- **Intel Haswell Dualcore:** Noch immer fehlen die Einsteigermodelle der Celeron-Reihe für den Sockel 1150.

Erstes Halbjahr 2014

- **AMD Kaveri:** APUs mit „Steamroller"-CPU-Modulen, dazu eine GCN-Grafik, PCI-Express 3.0 und ein gemeinsamer Adressraum. Passend für den Sockel FM2+ (s. o.).
- **Intel Haswell Refresh:** Statt „Broadwell DT" im 14-nm-Prozess gibt es nur einen Refresh. SATA Express ist laut Gerüchten inzwischen für den Chipsatz gestrichen.
- **Intel Broadwell:** Die für den Desktop nur als verlötbare BGA-Versionen geplanten 14-nm-CPUs kommen laut aktueller Planung in Form des Xeon E3 auch als gesockelte Version und sind damit für Desktop-PCs interessant.
- **AMD FX Next:** Die im 28-Nanometer-Verfahren vorliegenden „Steamroller"-CPU-Module führt AMD derzeit lediglich als Vierkern-„Berlin"-Opteron für Server.

Zweites Halbjahr 2014

- **Intel Haswell EP:** High-End-CPUs für den neuen Sockel 2011-3. Dieser ist inkompatibel zum aktuellen LGA 2011, da integrierte Spannungsregler genutzt werden. Haswell EP wird bis zu acht Kerne und Quad-Channel-DDR4-Speicher im Desktop-Segment bieten. Die Fertigung erfolgt im 22-Nanometer-Verfahren, die TDP liegt bei 130 bis 140 Watt, dazu kommt der X99-PCH mit USB 3.0.

*Angaben beruhen auf Schätzungen der Redaktion oder Herstellerangaben, beispielsweise in Form von offiziellen oder durchgesickerten Roadmaps, die der Redaktion vorliegen.

Plant Google eigene CPUs?

Google, dessen Kernkompetenzen bislang beim Werben, der Suche im Internet und bei Software lagen, plant neuesten Gerüchten zufolge, die CPUs in den eigenen Servern durch selbst entwickelte Prozessoren zu ersetzen.

Den Berichten des amerikanischen Wirtschaftsbranchendienstes Bloomberg zufolge plant Google, für die eigenen Serverfarmen in Zukunft selbst entwickelte CPUs zu verwenden. Diese Vermutung hält sich schon länger, da Google im Jahr 2010 mit Agnilux einen Chipentwickler schluckte. Zudem sucht Google zurzeit auch Chip-Entwickler mit dem Fokus ASIC-Entwicklung für Serversysteme. Falls dieses Gerücht zutrifft, dürfte die Auswirkungen mittelfristig vor allem Intel spüren: Google ist einer der größten ihrer Abnehmer für Server-CPUs weltweit und ist aktuell für rund 4,5 Prozent des Umsatzes von Intel verantwortlich. Bis es allerdings so weit ist, werden noch einige Jahre ins Land ziehen. Google selbst wollte die Behauptungen nicht kommentieren: Das Unternehmen entgegnete nur, dass sie stets versuchen, die bestmögliche Infrastruktur anzubieten. *(rs)*



2014: Mehr von Haswell

Intel hat angekündigt, den Haswell-Refresh Broadwell auf das Ende des kommenden Jahres zu verschieben. Für Produktnachschub ist dennoch gesorgt: Das Unternehmen überbrückt die Zeit mit neuen Modellen auf Haswell-Basis.

Broadwell lässt noch auf sich warten: Entgegen den bisherigen Plänen, die einen Release der Broadwell-Prozessoren bis Anfang des zweiten Halbjahres versprachen, scheint sich deren Einführung nun auf das Ende des kommenden Jahres zu verschieben. Die Lücke schließen Neuauflagen der erhältlichen Haswell-CPUs. Den Anfang machen der Core i7-4790, der i5-4690 sowie der i5-4590 und der i5-4460 im zweiten Quartal, die 100 bis 200 MHz mehr Basis- sowie Turbotakt als die bisherigen Modelle bieten.

Die Haswell-K-Modelle mit freiem Multiplikator erhalten im dritten Quartal schneller arbeitende Nachfolger. Bis dahin werden aber bereits die Broadwell-K-Modelle erhältlich ein. Auch die Haswell-EP-Prozessoren dürften zu diesem Zeitpunkt verfügbar sein. *(rs)*



PCGH-Leistungsindex CPUs

BESSER ▶ | **Normierte Leistung**

Intel Core i7-4960X 3,6 GHz – 6C/12T **Preis: Ca. 870 Euro**	100 %	Anno: 56,2 BF4: 153,6	C3: 103,8 F1: 100,9	SC2: 27,4 TES5: 74,8	7-Zip: 155 Lux: 855	LR5: 132 x264: 6,81
Intel Core i7-4930K 3,4 GHz – 6C/12T **Preis: Ca. 490 Euro**	96,9%	Anno: 53,8 BF4: 148,2	C3: 101,7 F1: 96,6	SC2: 26,4 TES5: 73,8	7-Zip: 161 Lux: 828	LR5: 136 x264: 6,65
Intel Core i7-3960X 3,3 GHz – 6C/12T **Preis: Ca. 780 Euro**	95,4%	Anno: 54,3 BF4: 146,5	C3: 102,4 F1: 100,9	SC2: 24,6 TES5: 73,5	7-Zip: 153 Lux: 802	LR5: 144 x264: 6,05
Intel Xeon E5-2687W 3,1 GHz – 8C/16T **Preis: Ca. 1.600 Euro**	94,4%	Anno: 48,3 BF4: 146,5	C3: 101,3 F1: 97,4	SC2: 19,3 TES5: 66,9	7-Zip: 138 Lux: 931	LR5: 144 x264: 6,71
Intel Core i7-4770K 3,5 GHz – 4C/8T **Preis: Ca. 290 Euro**	83,3%	Anno: 51,4 BF4: 149,6	C3: 81,3 F1: 89,5	SC2: 27,5 TES5: 64,8	7-Zip: 239 Lux: 587	LR5: 174 x264: 5,31
Intel Core i7-3770K 3,5 GHz – 4C/8T **Preis: Ca. 280 Euro**	79,2%	Anno: 50,4 BF4: 146,5	C3: 76,4 F1: 88	SC2: 22,6 TES5: 65,6	7-Zip: 228 Lux: 563	LR5: 177 x264: 4,46
Intel Xeon E3-1230 v3 3,3 GHz – 4C/8T **Preis: Ca. 210 Euro**	78,5%	Anno: 49,6 BF4: 143,6	C3: 77 F1: 83,8	SC2: 24,6 TES5: 61,7	7-Zip: 251 Lux: 537	LR5: 182 x264: 5,01
Intel Core i5-4670K 3,4 GHz – 4C/4T **Preis: Ca. 200 Euro**	73,7%	Anno: 46,7 BF4: 138,9	C3: 70,7 F1: 83,5	SC2: 19,7 TES5: 64,2	7-Zip: 236 Lux: 511	LR5: 201 x264: 3,9
Intel Core i7-2600K 3,4 GHz – 4C/8T **Preis: Ca. 280 Euro**	73,2%	Anno: 47,4 BF4: 128,7	C3: 69,7 F1: 91,4	SC2: 24,5 TES5: 62	7-Zip: 303 Lux: 385	LR5: 181 x264: 4,42
Intel Core i7-990X 3.46 GHz – 6C/12T **Preis: Ca. 920 Euro**	73,2%	Anno: 46,9 BF4: 125,5	C3: 64,4 F1: 90	SC2: 21,7 TES5: 62,7	7-Zip: 264 Lux: 376	LR5: 184 x264: 3,68
AMD FX-9590 4,7 GHz – 4M/8T **Preis: Ca. 260 Euro**	72,1%	Anno: 38,1 BF4: 130,7	C3: 70,8 F1: 73,6	SC2: 17,4 TES5: 50,5	7-Zip: 202 Lux: 524	LR5: 164 x264: 5,21
Intel Core i5-4570 3,2 GHz – 4C/4T **Preis: Ca. 170 Euro**	71,2%	Anno: 46,4 BF4: 124,7	C3: 66 F1: 91	SC2: 22,8 TES5: 61,4	7-Zip: 309 Lux: 367	LR5: 189 x264: 4,18
Intel Core i5-3570K 3,4 GHz – 4C/4T **Preis: Ca. 190 Euro**	71,1%	Anno: 35,9 BF4: 128,7	C3: 67,2 F1: 70,5	SC2: 15,3 TES5: 47,9	7-Zip: 206 Lux: 500	LR5: 172 x264: 4,92
AMD FX-9370 4,4 GHz – 4M/8T **Preis: Ca. 200 Euro**	68,5%	Anno: 44,7 BF4: 121,4	C3: 60,7 F1: 88,7	SC2: 19,8 TES5: 60,2	7-Zip: 292 Lux: 360	LR5: 196 x264: 3,49
Intel Core i5-3470 3,2 GHz – 4C/4T **Preis: Ca. 160 Euro**	67,5%	Anno: 44,5 BF4: 113,1	C3: 56,9 F1: 88,9	SC2: 17,6 TES5: 61,8	7-Zip: 307 Lux: 340	LR5: 211 x264: 3,05
AMD FX-8350 4,0 GHz – 4M/8T **Preis: Ca. 170 Euro**	64,5%	Anno: 33,5 BF4: 124,8	C3: 64,5 F1: 67,5	SC2: 12,6 TES5: 45,5	7-Zip: 218 Lux: 484	LR5: 181 x264: 4,62
Intel Core i5-2500K 3,3 GHz – 4C/8T **Preis: Ca. 190 Euro**	64,4%	Anno: 29,9 BF4: 114,4	C3: 58,6 F1: 63,8	SC2: 11,5 TES5: 42,1	7-Zip: 226 Lux: 439	LR5: 195 x264: 4,12
AMD FX-8320 3,5 GHz – 4M/8T **Preis: Ca. 130 Euro**	59,4%	Anno: 40,5 BF4: 92,2	C3: 47,4 F1: 74,3	SC2: 21,4 TES5: 53,8	7-Zip: 430 Lux: 299	LR5: 292 x264: 2,65
AMD FX-6350 3,9 GHz – 3M/6T **Preis: Ca. 110 Euro**	56,2%	Anno: 30,9 BF4: 107,1	C3: 53,8 F1: 66,6	SC2: 11,9 TES5: 44,5	7-Zip: 264 Lux: 367	LR5: 208 x264: 3,42
Intel Core i3-4330 3,5 GHz – 2C/4T **Preis: Ca. 110 Euro**	56,0%	Anno: 27,1 BF4: 108,4	C3: 51,9 F1: 59,9	SC2: 10,3 TES5: 38,7	7-Zip: 234 Lux: 434	LR5: 208 x264: 3,77

Spiele: Avg-Fps 1.280 x 720, max. Details (außer Post-Processing, AO), kein AA/AF), **7-Zip v9.30:** Sek. (Komprimieren von 3 GB gemischten Dateien), **Luxmark v2.0 x64:** Punkte (Ksamples/s, Sala), **Adobe Lightroom 5.3 RC:** Sek.(30 Raws nach JPEG mit Vorgabe „kraftvoll", Std.-Schärfen für Web konvertieren), **x264 UHD x64:** Fps (UHD-Clip 50 Mbps) **System:** Intel X79/Z77/Z87, AMD 990FX/A85X, 4 GiB DDR3 je Speicherkanal, Geforce GTX 780 Ti @ 0,95Hz; Win8.1 Pro x64, Geforce 331.65 WHQL (HQ); SMT, CMT & Turbo an.

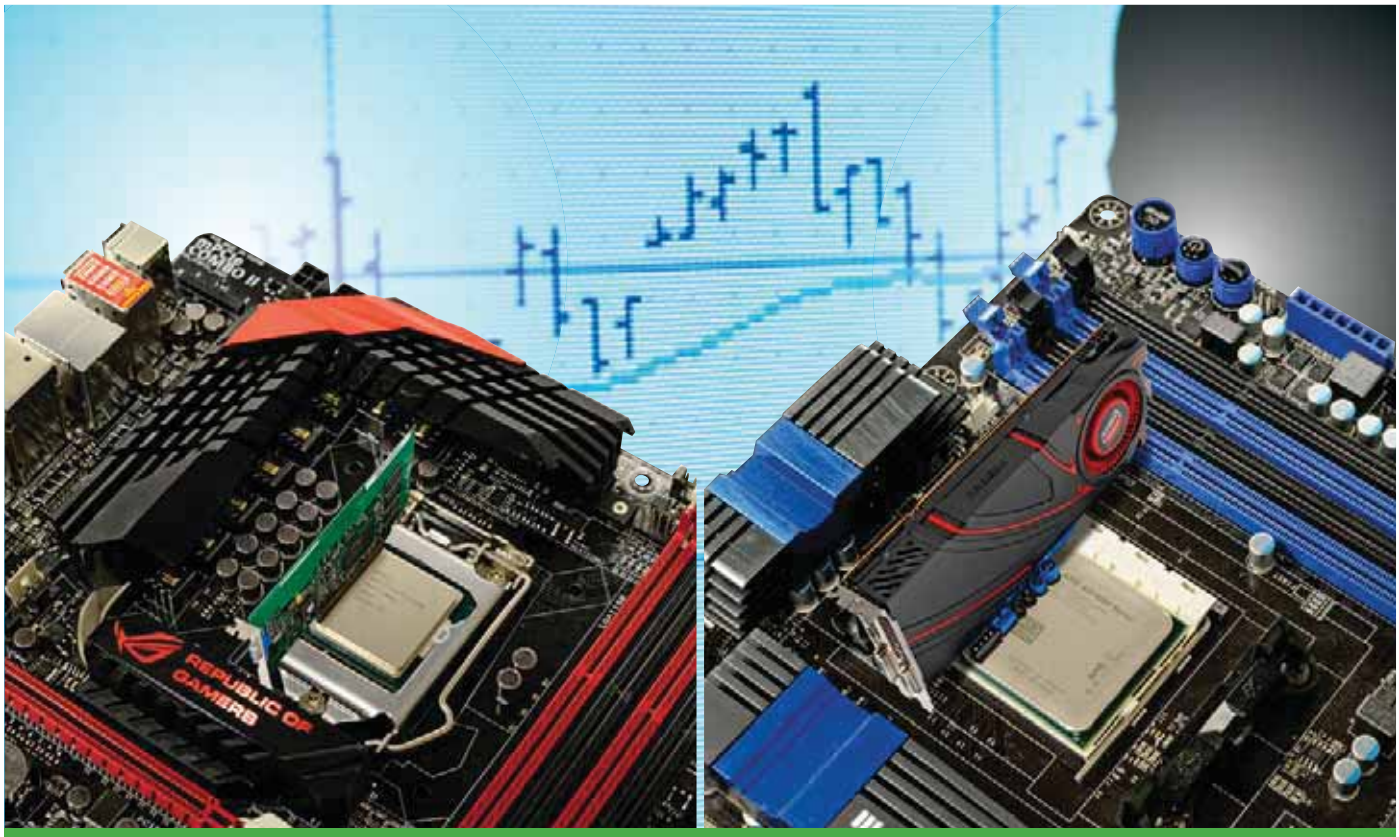


Bild: Modern_Tech

Wie spieletauglich sind Kombiprozessoren mit x86- und Grafikeinheiten?

Leistungsindex: APUs

APUs – und darunter verstehen wir sowohl AMD- als auch Intel-Produkte – werden mit jeder Generation schneller und die Hersteller betonen deren Eignung auch für Spiele. Wir prüfen nach.

Die Verlockung ist durchaus gegeben: Einfach anstelle eines normalen Prozessors und einer Grafikkarte eine APU kaufen, die spezielle Rechenwerke für beide Funktionen in sich vereint, und der PC ist günstig für die meisten Aufgaben gerüstet. Dass dabei keine absolute High-End-Leistung zu erwarten ist, dürfte auch dem unbedarftem Nutzer einleuchten. Dennoch werden Hersteller und Systemintegratoren nicht müde, auch die Spieletauglichkeit der integriert-kombinierten Produkte anzupreisen. In diesem Artikel wollen wir diesen Versprechungen ausführlich auf den Grund gehen und die Gelegenheit nutzen, für diese immer wichtigere Geräteklasse unseren dritten, regelmäßig gepflegten Index aufzubauen.

Prozessoren mit Grafik

Ursprünglich stellte ein x86-Prozessor so gut wie alle Berechnungen im System selbst an. Als die audiovisuellen Komponenten immer wichtiger wurden, entwickelte man Steckkarten, die dem gebeutelten Prozessor (nun „Haupt-Prozessor“) diese Arbeiten abnehmen sollten. Anfangs waren diese zusätzlichen Chips aufgrund des fest definierten Funktionsumfanges aus einfachen und daher sehr effizienten Schaltungen aufgebaut. Als die Sound- und Grafikkarten jedoch zunehmen komplexer und damit teurer wurden, schlichen sich die funktionellen Grundlagen zunächst über das Mainboard und in die Chipsätze integrierte Schaltkreise zurück – denn nicht jeder braucht eine High-End-Grafikkarte für Hunderte von Euro, wenn er nur seine Facebook-Timeline verfolgen oder bei Ebay etwas ein- bzw. verkaufen will.

Im Laufe der Zeit wanderte ein großer Teil der Audioberechnungen wieder zurück in die CPU und wurde von den inzwischen weitaus mächtigeren (und zahlreicheren) x86-Kernen nebenbei miterledigt. Mit der Grafik war das nicht so einfach, denn deren Aufgaben sind weitaus stärker gewachsen, was unter anderem der Programmierbarkeit der Shader, aber auch der Pixelauflösung typischer Monitore geschuldet ist. Hier eine vernünftige Lösung anzubieten, erfordert eine große Investition in die Chipfläche und erhöht somit auch die

Video auf Heft-DVD



Im Video auf der Heft-DVD zeigen wir, was aktuelle Kombi-Prozessoren zu leisten imstande sind. Allerdings wird auch demonstriert, welche Einstellungen über die Möglichkeiten der integrierten Grafik des Jahres 2013 hinausgehen.

Fertigungskosten. Viel wichtiger ist die Entwicklung geeigneter Grafik-Schaltungen, die natürlich keine bestehenden Patente verletzen dürfen, ohne dass es teuer wird. Besonders AMD hatte noch ein weiteres Problem: Die Verbesserung der einzelnen x86-Kerne ist nur noch mit extrem hohem Aufwand möglich und die Steigerung der Kernzahl zahlt(e) sich nur bedingt aus. Spätestens mit der Bulldozer-Architektur ist dies besonders augenfällig geworden.

Doch AMD hatte vorausgeplant und bereits 2005 den Grafikchiphersteller Ati übernommen. Während die (dedizierte) Grafiksparte wuchs und gedieh, fristeten die IGPs, die integrierten Grafikprozessoren, seitdem ein wenig beachtetes Dasein in AMDs Mainboard-Chipsätzen. Im Hintergrund arbeitet man jedoch fieberhaft an „Fusion" – so sollten die später als Accelerated Processing Units bekannten Kombiprozessoren eigentlich heißen. Dabei befinden sich Schaltblöcke normaler Grafikeinheiten, wie sie auch auf separaten Grafikkarten eingesetzt werden, im selben Silizium-Chip wie die x86-Kerne.

Durch die physikalische Nähe ergeben sich naturgemäß auch Vorteile. Wenn beide Prozessorteile entsprechend ausgelegt sind, können sie zum Beispiel den Systemspeicher als gemeinsamen Adressraum nutzen, aufwendiges Hin- und Herkopieren von Datenblöcken entfiele also. Mit Kaveri (s. Seite 60) sollen die Früchte dieser langen Arbeit endlich geerntet werden. Bis dahin spart man mit einer APU immerhin Platz auf dem Mainboard und kann durch den Verzicht auf Steckkarten PCs auch besonders klein gestalten.

Doch es gibt einen entscheidenden Nachteil: Bedingt durch das Sockel-Korsett gibt es zurzeit (fast) keine APU, die auch nur ansatzweise die Speicherübertragungsrate von dedizierten Steck-Grafikkarten erreicht. Und die 128-bittige DDR3-2133-Verbindung muss sich der immer hungrige Grafikpart auch noch mit den x86-Kernen teilen. Hier weisen alle derzeitigen Kombiprozessoren einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Flaschenhals auf, der die Leistungsentfaltung hemmt. Aus diesem Grunde haben wir gegen Ende des Artikels auch in zwei großen Extrakästen – je einmal mit und einmal ohne speicherfressendes Multisample-AA – untersucht, wie stark die Grafikeinheiten von erhöhtem Speichertakt profitieren.

Aktuelle APUs von AMD

Stand der Technik ist zurzeit AMDs Richland-Baureihe, die sich vom Vorgänger Trinity nur minimal unterscheidet, hauptsächlich durch den etwas höheren Takt. In ihr kommen maximal zwei x86-Module zum Einsatz, die vier weitgehend unabhängige Integer-Kerne besitzen, sich die Gleitkommaeinheit aber teilen müssen. APUs entsprechen damit weitgehend dem derzeitigen Stand der AMD-Technik im Hochleistungsegment, wo die FX-Prozessoren mit doppelter Modulanzahl und einem bis zu 8 MiByte großen L3-Cache zu Hause sind – auf beides müssen APUs verzichten.

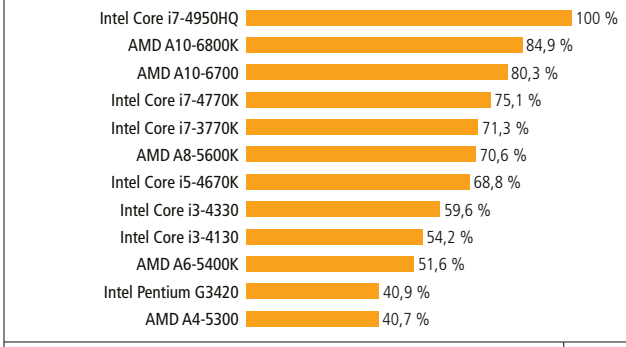
Doch dafür integriert AMD in seinen beschleunigten Prozessor – denn nichts anderes bedeutet Accelerated Processing Unit – bis zu 384 Radeon-Shader-Einheiten der HD-6900-Generation (VLIW4-Technik) – das ist nicht mehr ganz taufrische, aber immerhin voll DX11-taugliche Technik. Zwei Funktionen fehlen jedoch im Vergleich zu VLIW4-Grafikkarten: doppeltgenaue Gleitkommaberechnungen und die ROP-Funktion „EQAA", welche für schöner geglättete Kanten sorgen soll. Die Taktraten liegen für die Grafikeinheit mit maximal 844 MHz deutlich unter dem, was auf Grafikkarten möglich ist. Auf CPU-Seite gibt es taktseitig nur geringe Abstriche, aktuelle A10-6000er-CPUs erreichen Frequenzen jenseits der 4 GHz und auch sonst sind die x86-Kerne State-of-the-AMD-Art – inklusive Befehlssatzerweiterungen wie AVX, welches zum Beispiel in unserem Video-Umwandlungs-Benchmark x264 genutzt wird.

Wie heißen Intel-APUs?

Fast zur selben Zeit wie AMD hat auch der Chipgigant Intel seinen Prozessoren die Grafik beigebracht. Anfänglich noch zaghaft mit einem separaten kleinen Chip auf dem grünen Substrat, wanderte die Optik-Einheit mit der Core-i-2000-Reihe, Codename Sandy Bridge, ebenfalls in dasselbe Stück Silizium wie die CPU. Doch erst seit dem Nachfolger „Ivy Bridge" in der Core-i-3000-Reihe beherrschen die Intel-Schaltungen auch alles, was für Direct X 11 nötig ist. Doch während sie auf dem Papier alles, inklusive Open-CL-Unterstützung, erfüllen, was man unter einem beschleunigten Prozessor versteht, sind sie doch eigentlich keine, denn APU ist ein AMD-Begriff. Der Einfachheit halber bezeichnen wir jedoch auch die Intel-Angebote als APUs. Und dabei handelt es sich beinahe um das komplette Intel-Portfolio für den Mittelklasse-Desktop. Ob Celeron, Pentium, Core i3, i5 oder i7: Alle haben eine mehr

Leistungsindex APUs (Kombi-Prozessoren)

Normierter, gewichteter Index aus sieben Spielen und vier Anwendungen



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit je nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Gewichtung:** Spiele 75 % (1.366 x 768/1920 x 1080: ein Drittel zu zwei Dritteln), Anwendungen 25 %.

Index-Punkte
▶ Besser

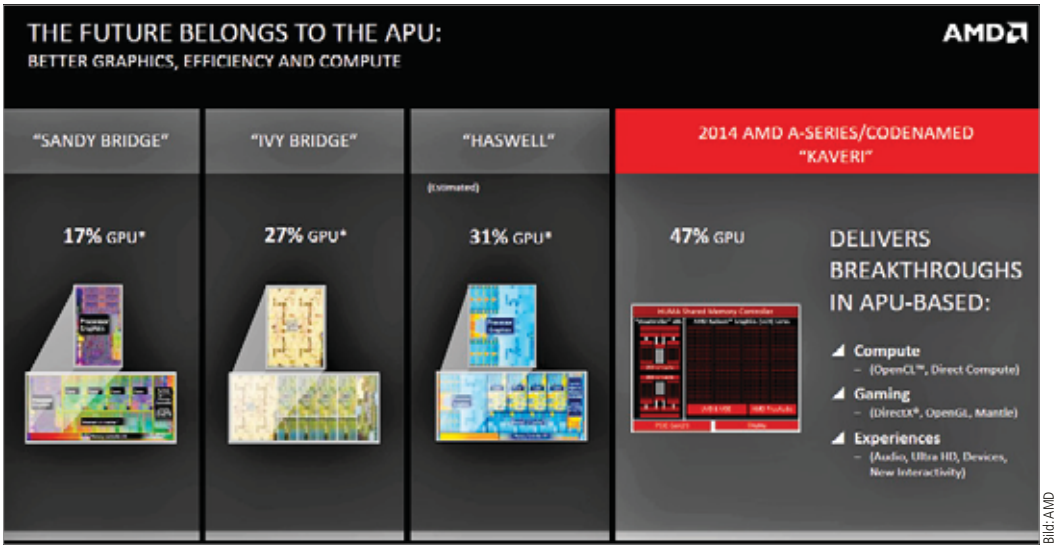


Bild: AMD

AMD setzt voll auf Accelerated Processing Units und widmet natürlich auch in der kommenden Kaveri-Generation einen größeren Teil der Chipfläche der Grafik. Allerdings wird hier nicht Intels Grafik-Vollausbau GT3 gezeigt, den wir in Form des i7-4950 HQ innerhalb eines Notebooks in unseren Benchmarks zeigen.

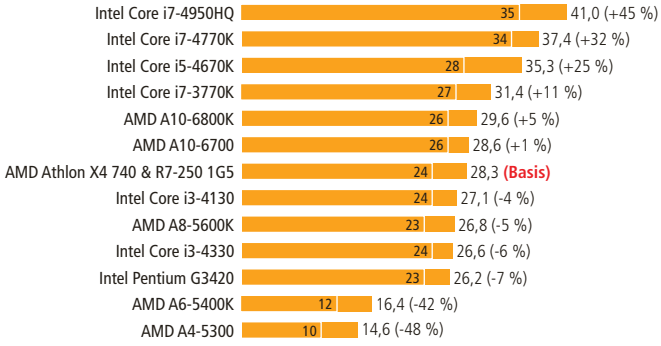
Anno 2070 Endlosspiel (DX11)

- **Gigantische Stadt:** Der Name ist Programm: Unsere Metropole hat über 200.000 Einwohner.
- **Verkürzte Szene:** Im Gegensatz zur vorigen Version testen wir nur noch 20 Sekunden ab der Einblendung „Hohe Kriminalität".

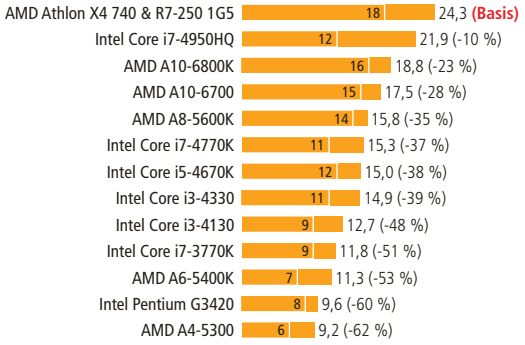


Auch mit der gigantischen Einwohnerzahl belastet *Anno 2070* noch die Grafikeinheiten. Daher nutzen wir für unsere APU-Tests nur die beiden niedrigsten Detailstufen. Die verkürzte Testdauer mit ein wenig Vorlauf (wir messen ab der Einblendung „Erhöhte Kriminalität") verstärkt die Last, aber auch die Reproduzierbarkeit unserer Benchmarkergebnisse. Den Stromverbrauch des Gesamtsystems ermitteln wir am Ende des zweiten Benchmarkdurchlaufes.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „Megacity 2013"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „Megacity 2013"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** In Anno zeigt sich, dass sogar bei IGP-Nutzung manchmal noch die CPU-Leistung limitiert.

Min. Ø Fps
▶ Besser

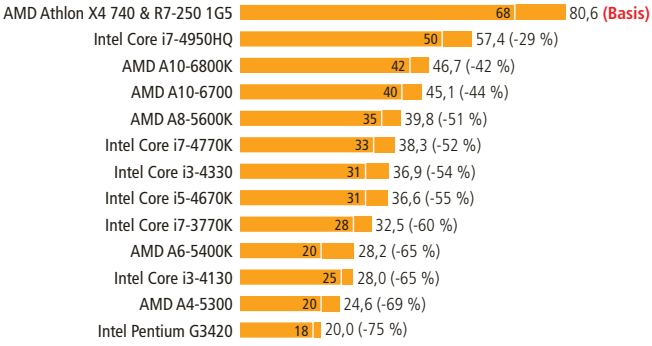
Battlefield 4 (DX11, Kampagne)

- **Einzelspieler-Modus:** Wir testen der langfristigen Reproduzierbarkeit zuliebe in der Single-Player-Kampagne.
- **Grafik auf Sparflamme:** Da BF4 grafisch sehr fordernd ist, verzichten wir auf Optikschmankerl.

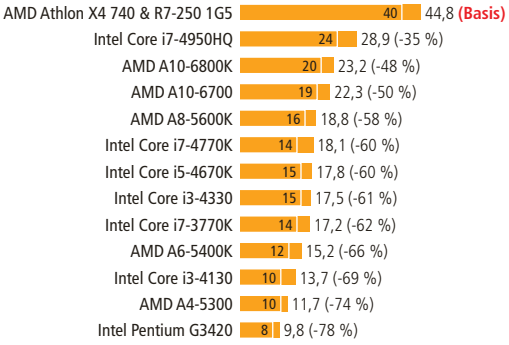


Battlefield 4 und speziell die Szene in „Fishing in Baku" nutzen wir sowohl für Grafikkarten- wie auch für CPU- und auch für APU-Tests. Auch in niedrigen und mittleren Details stresst die Frostbite-3-Engine die Grafikeinheiten der Kombi-Prozessoren. Die in der Kampagne erzielbaren Bildraten sind nicht 1:1 auf den Mehrspieler-Modus übertragbar. Dort ist das Fps-Niveau wesentlich niedriger, die Gefechte allerdings nur schwer reproduzierbar.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „Fishing in Baku"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „Fishing in Baku"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Selbst in niedrigen Details ist BF4 eigentlich ein Fall für eine separate Grafikkarte.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Anwendungsleistung: Komprimieren

7-Zip 9.30a (64 Bit)	Sekunden	Watt	Energieindex
Intel Core i7-3770K	231	77	85
Intel Core i7-4950HQ	240	63	100
Intel Core i7-4770K	243	69	90,2
Intel Core i5-4670K	305	65	76,3
AMD A10-6800K	440	107	32,1
Intel Core i3-4330	441	49	70
Intel Core i5-4570T	449	46	73,2
AMD A10-6700	455	85	39,1
Intel Core i3-4130	457	48	68,9
AMD A8-5600K	463	91	35,9
AMD Athlon X4 740 & R7-250 1G5	487	86	36,1
Intel Pentium G3420	694	40	54,5
AMD A6-5400K	1068	57	24,8
AMD A4-5300	1090	57	24,3

Anwendungsleistung: Video-Umwandlung

x264 UHD (Multithread, 64 Bit)	Fps	Watt	Energieindex
Intel Core i7-4770K	5,31	85	100
Intel Core i7-3770K	4,45	90	79,1
Intel Core i5-4670K	4,39	75	93,7
Intel Core i7-4950HQ	4,32	73	94,7
Intel Core i3-4330	2,65	54	78,6
Intel Core i3-4130	2,57	57	72,2
AMD A10-6800K	2,51	112	35,9
Intel Core i5-4570T	2,50	52	77
AMD A10-6700	2,36	83	45,5
AMD A8-5600K	2,26	107	33,8
Intel Pentium G3420	2,05	44	74,6
AMD Athlon X4 740 & R7-250 1G5	2,03	87	37,4
AMD A6-5400K	1,14	63	29
AMD A4-5300	1,09	64	27,3

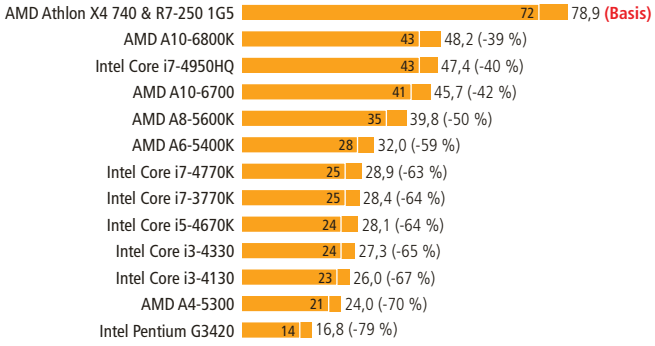
Bioshock Infinite (DX11)

- **Unreal Engine 3:** *Bioshock Infinite* nutzt eine weiterentwickelte UE3 mit DX11-Support.
- **FXAA:** Der Deferred-Renderer beherrscht weder MSAA noch SSAA, einzig der Postfilter FXAA steht bereit.

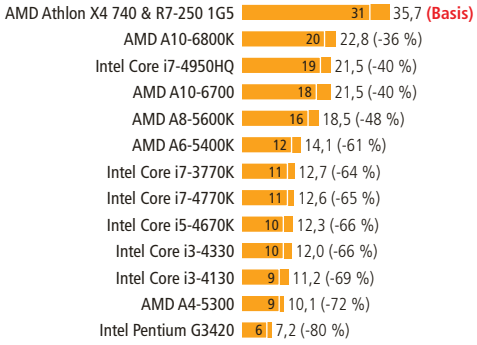


Wer noch mit Windows XP und/oder einer DX9-Grafikkarte nach Columbia aufbrechen will, schaut in die Röhre – ohne eine DX10-GPU und mindestens Windows Vista startet das Spiel nicht. Unser Benchmark findet direkt hinter dem Ausgang des „New Garden Eden" statt: Wir laufen auf die zentrale Statue zu. *Bioshock Infinite* ist für High-End-Grafikkarten zwar ein Klacks, für die APU-Grafikeinheiten jedoch auch ohne volle Details sehr anspruchsvoll.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „New Eden"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „New Eden"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Bioshock ist ein härterer Brocken als es zunächst den Anschein hatte – und liegt AMDs APU sehr gut.

Min. Ø Fps
▶ Besser

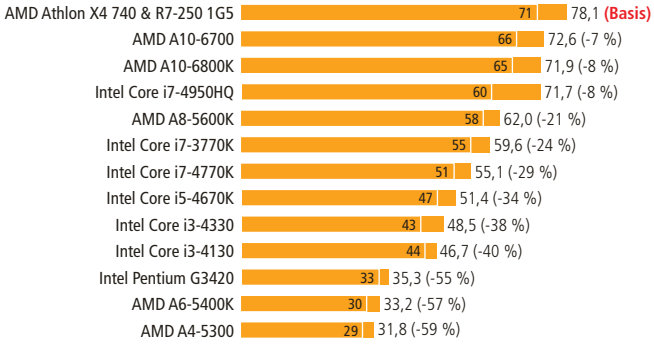
F1 2013 (DX11)

- **Mehrkern-optimierte Engine:** Das Spiel nutzt mindestens vier Kerne bis zum Anschlag aus.
- **Volllast:** In „Catalunya" sind die Fps mit 24 Boliden am geringsten.
- **Kurios:** Hyperthreading senkt die Fps und Ivy Bridge schlägt Haswell.

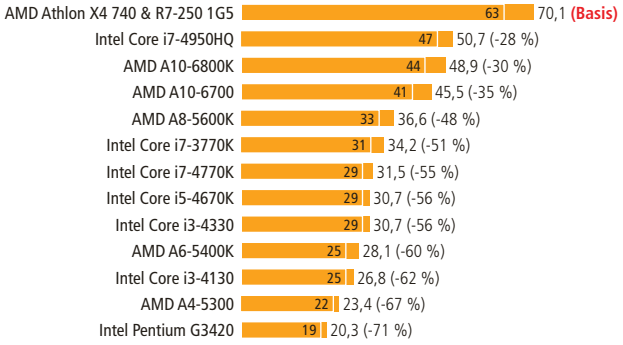


Unser brandneuer Test aus dem CPU-Parcours ist für die CPU fordernder als die Hoch-Fps-Hatz in *Grid 2*. Mit dedizierter Grafikkarte kann Hyperthreading die Leistungsentfaltung bremsen. Zweite Anomalie: Die IGP des i7-3770K ist flotter als die des eigentlich flinkeren 4770K – ob der reine Taktvorsprung oder ein Treiberproblem schuld ist, ließ sich nicht abschließend klären. Wir messen per automatischer XML-Fahrt 20 Sekunden ab Freigabe durch die Startampel.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „Catalunya"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „Catalunya"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Der Ausreißer sieht den i7-3770 vor i7-4770 und i5-4670 – ungewöhnlich, aber reproduzierbar.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Anwendungsleistung: Raytracing

Luxmark 2.0 (64 Bit, Sala-Szene)	Punkte	Watt	Energieindex
Intel Core i7-4770K	582	77	93,2
Intel Core i7-3770K	553	83	82,1
Intel Core i7-4950HQ	503	62	100
Intel Core i5-4670K	380	73	64,2
Intel Core i3-4330	299	52	70,9
Intel Core i3-4130	284	56	62,5
Intel Core i5-4570T	279	51	67,4
AMD A10-6800K	245	106	28,5
AMD A10-6700	232	86	33,3
AMD A8-5600K	225	100	27,7
AMD Athlon X4 740 & R7-250 1G5	205	91	27,8
Intel Pentium G3420	176	42	51,7
AMD A6-5400K	105	62	20,9
AMD A4-5300	101	61	20,4

Anwendungsleistung: Fotobearbeitung

Adobe Lightroom 5.3 (64 Bit)	Sekunden	Watt	Energieindex
Intel Core i7-4770K	174	75	97,2
Intel Core i7-3770K	178	84	84,9
Intel Core i5-4670K	182	74	94,2
Intel Core i7-4950HQ	208	61	100
AMD A10-6800K	279	116	39,2
AMD A10-6700	292	91	47,7
Intel Core i3-4330	293	49	88,4
Intel Core i5-4570T	296	48	89,3
AMD A8-5600K	302	111	37,8
Intel Core i3-4130	305	53	78,5
Intel Pentium G3420	313	45	90,1
AMD Athlon X4 740 & R7-250 1G5	330	91	42,3
AMD A6-5400K	525	67	36,1
AMD A4-5300	549	65	35,6

oder weniger starke Grafikeinheit an Bord. Lediglich bei den großen Sechs- und Mehrkern-Chips sind die Schaltungen nicht vorhanden und auch in einigen Xeon-E3-Prozessoren deaktiviert Intel diese.

Das Top-Modell

Bedauerlicherweise hat Intel sich im Gegensatz zu AMD entschieden, seine stärkste integrierte Grafik nicht in normalen Desktop-Prozessoren anzubieten. Die Iris- und Iris-Pro-Graphics kommen lediglich in verlöteten Spezialversionen der Intel-Chips zum Einsatz, die in wenigen All-in-One-PCs (namentlich dem I-Mac) und einigen Ultrabooks Verwendung finden. Die Iris-Chips verfügen gegenüber dem Sockel-1150-Maximum über 40 anstelle von nur 20 Ausführungseinheiten. Bei der Iris Pro ist sogar noch ein separat mit 50 Gigabyte/Sekunde angebundener, 128 MiByte großer Extra-Speicher auf dem Prozessor verlötet, welcher Grafik- und andere Zugriffe beschleunigen kann.

Das Testfeld

Unsere Probanden-Auswahl ist auch aufgrund der laut Forenumfrage sehr geringen Verbreitung, also der eher kleinen Aufrüstergemeinde, zukunftsgerichtet und beschränkt sich dank des Test-Parcours auf DX11-fähige APUs – 64 Bit und SSE2 bieten sie alle, die Windows-8.1-Treiber mitbringen. Zwischen AMDs Richland- und Trinity-Generation bestehen marginale Unterschiede hauptsächlich beim CPU-Takt, sodass wir hier auch nicht jede APU nur aufgrund ihrer Nummer einzeln getestet haben. Heute noch eine veraltete FM1-APU der Llano-Generation zu kaufen, wäre wenig ratsam. Aufseiten von Intel haben wir uns auf die Unterschiede zwischen den einzelnen Ausbaustufen der Grafik konzentriert – nicht auf 50-MHz-Taktschritte – und zum Vergleich noch das Topmodell der ausgelaufenen Ivy-Bridge-Generation, den i7-3770K, mit in den Test aufgenommen. Überhaupt: Bei Verwendung der integrierten Grafik bestimmt diese in nahezu allen unseren Spieletests die Leistung und so liegen zwischen i7-4770 und i5-4670 im Spieleindex nur magere 1,8 Indexpunkte, was knapp 3 Prozent Vorsprung für den i7-4770 entspricht.

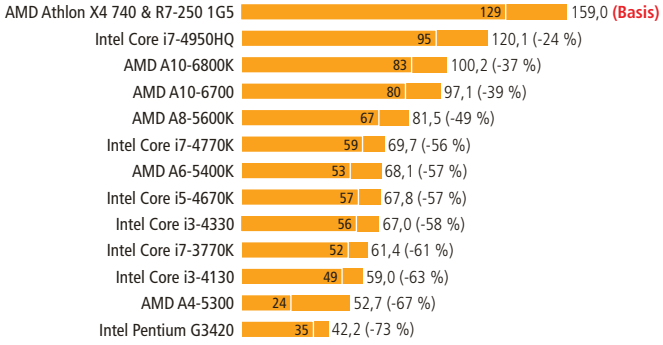
TES 5 Skyrim (DX9)

- **Dauerbrenner:** Gerade ist *Skyrim* 2 Jahre alt geworden und erfreut sich ungebrochener Beliebheit.
- **Grafik-Benchmark:** Im Gegensatz zu unseren CPU-Tests messen wir bei APUs die bewährte Grafik-Szene „Secundas Sockel".

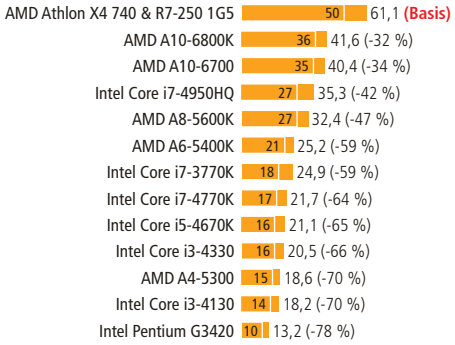


Für unseren APU-Index stellt Secundas Sockel die geeignetere Testumgebung dar, weil die getesteten Kombi-Prozessoren für das ungemoddete *Skyrim* ausreichend Leistung in ihren CPU-Kernen bereitstellen. Für die Grafikeinheiten kann man das hingegen nicht unbedingt behaupten – bereits mittlere Details machen den meisten APUs schwer zu schaffen. Und das, obwohl wir in unserer 20-Sekunden-Szene nahe Secundas Sockel auf Multisample-AA verzichten.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „Secundas Sockel"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel, kein MSAA: „Secundas Sockel"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Der Ivy-Bridge-Grafik liegen niedrige Details nicht, in 1080p überholt der 3770K den 4770K.

Min. Ø Fps
▶ Besser

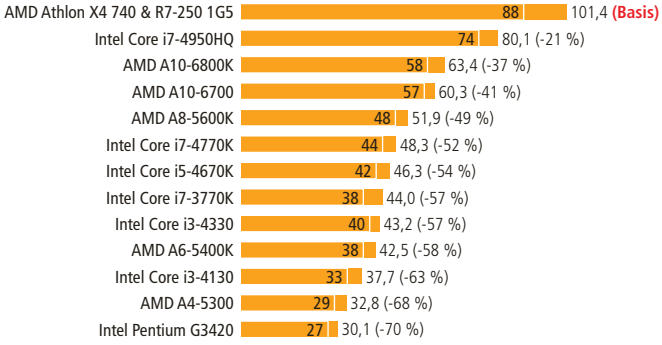
Tomb Raider (DX11)

- **Wiedergeburt:** *Tomb Raider* ist ein Reboot der Serie und bekommt eine neue DX11-Engine spendiert.
- **Detailstufen:** Wir nutzen „Niedrige" und „Normale" Details – jeweils inklusive „Bewegungsunschärfe" und „Grafik-Effekte".

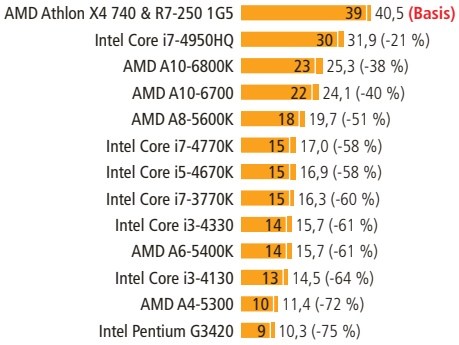


Auf unserem Benchmark-Durchlauf am Rande einer Klippe muss Lara sich am Abgrund entlangtasten, um sich schließlich an einer Felswand emporzuziehen – die 20-sekündige Szene entspricht vom Ablauf her unserem normalen Grafikkarten-Benchmark. Bei den von uns für APUs genutzten Detailstufen „Niedrig" und „Normal" aktivieren wir im Gegensatz zu den Tests separater Grafikkarten weder Supersample-Anti-Aliasing noch AMDs Haarsimulation Tress FX.

1.366 x 768, Voreinstellung Niedrig: „Cliffs"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „Cliffs"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Als Gamin-Evolved-Titel liegt Tomb Raider den AMD-APUs sehr gut.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Ähnlich gering fallen die Unterschiede zwischen dem Vierkerner i5-4670 und dem zweikernigen i3-4330 aus – beide haben eine HD-4600-Grafik mit 50 MHz Taktunterschied an Bord. Zusätzlich haben wir ein Iris-Pro-Exemplar in Form des i7-4950HQ an Bord des Schenker-Ultrabooks W740SU mit durch unsere Benchmarks gescheucht. Trotz der des Öfteren limitierenden Leistungsaufnahmegrenze (TDP) von 47 Watt (von denen die Grafik durchaus auch mal über 35 zu sich nimmt) zeigt das Modell gut, wie viel Potenzial schon heute in der Intel-Grafik noch steckt.

Das Tüpfelchen auf dem i dürfte aber der Spiele-Vergleich zu einer Desktop-Karte sein. Natürlich wird eine ausgewachsene Grafikkarte immer schneller als eine APU sein, aber wir haben uns das Ziel gesetzt, in etwa im Preisbereich der schnellsten Desktop-APU, AMDs A10-6800K, zu bleiben. Die 10 Euro Preisunterschied zwischen dieser und unserer Kombination der Wahl, einem Athlon X4 740 und einer Radeon R7-250 in der GDDR5-Version rechnen wir freizügig gegen den schnelleren DDR3-2133-Speicher auf, von dem der A10 profitieren darf. Die Kombo bildet auch die Basis unserer Benchmarks – gleichsam das Ziel, welches APUs noch in dieser Generation erreichen müssten. Doch angesichts des beinahe durchweg mehr als deutlichen Abstandes ist dieses Ziel noch in weiter Ferne. Kaveri könnte ab Januar 2014 diese Lücke schließen.

Der Testparcours

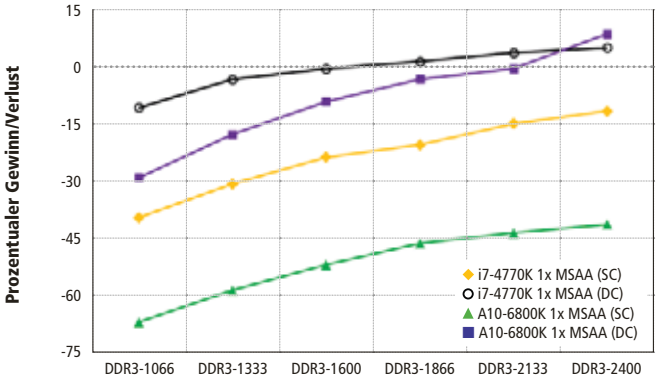
Im Anwendungsbereich nutzen wir dieselben Benchmarks wie im CPU-Test – nur muss hier die integrierte Grafik die Bildausgabe übernehmen, was zu geringfügigen Einbußen führen kann, die meist aber innerhalb der Messtoleranz bleiben. Spiele sind für APU-Käufer – zumindest unter den PCGH-Lesern – sicherlich das wichtigste Thema. Entsprechend nehmen wir mit sieben Titeln sogar einen mehr in unseren Benchmark-Parcours, wir gewichten sie mit drei Vierteln der Leistungsnote auch nochmals stärker. Doch wie spielen APU-Besitzer? Sicherlich nicht zwanghaft mit vollen Details und einstelligen Bildraten. Da APUs auch des Öfte-

Speicherskalierung 1: Skyrim ohne Anti-Aliasing

In diesem Test messen wir speziell, wie viel Leistung Sie durch den Einsatz unterschiedlich schnellen Speichers gewinnen oder verlieren. Zunächst der Test ohne Multisample-Kantenglättung.

In unserem Speicherstand „Secundas Sockel" laufen wir 20 Sekunden durch die dicht bewachsene Wildnis – ein harter Test für die Alpha-Blender der ROPs und auch für die Speicherübertragungsrate, die sich die integrierte Grafik mit der CPU teilen muss. Wie die Grafik rechts nahelegt, sollten Sie auf keinen Fall den Single-Channel-Modus, also nur ein einzelnes RAM-Modul nutzen, sofern Sie die APU zum Spielen einsetzen. Selbst der schnellste DDR3-2400-RAM kommt allein nicht an ein Pärchen DDR3-1066 heran – von einer „Normalbestückung" mit DDR3-1600 oder schneller ganz zu schweigen.

TES5: Skyrim, 1080p, Hoch, kein MSAA/AF.



	A10-6800K 1x MSAA (SC)	A10-6800K 1x MSAA (DC)	i7-4770K 1x MSAA (SC)	i7-4770K 1x MSAA (DC)
DDR3-1066	11/14,5	29,9	13,6	19,8
DDR3-1333	17,9	34,5	15,5	21,4
DDR3-1600	20,6	38,0	17,0	22,0
DDR3-1866	22,9	40,4	17,7	22,4
DDR3-2133	24,0	41,5	18,9	22,9
DDR3-2400	24,9	45,2	19,6	23,2

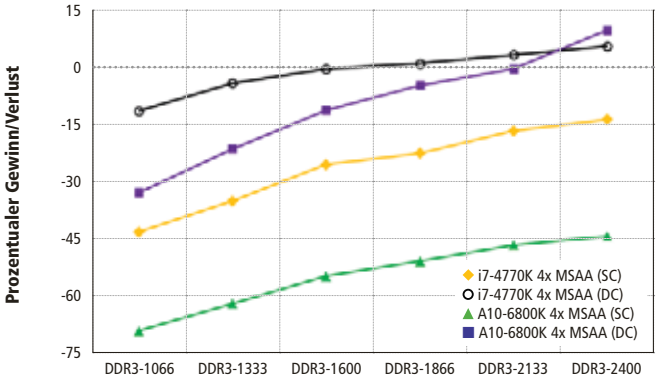
System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5
Bemerkungen: Die Standard-Speicherbestückung und damit der Schnittpunkt für die 0-Achse ist DDR3-1600 für Intel und DDR3-2133 für AMD.

Speicherskalierung 2: Skyrim mit 4x Multisample-AA

Im zweiten Benchmark fühlen wir den Unterschieden mit Multisample-Kantenglättung auf den Zahn und prüfen, ob sich die Skalierung damit nennenswert ändert. Das Diagramm zeigt die Prozentwerte, die Tabelle Fps.

Auch hier gilt: Finger weg vom Single-Channel-Modus – besonders bei AMD-APUs. Diese profitieren zwar stärker von schnellerem RAM – und die Schere geht mit 4x MSAA weiter auf als bei Verzicht auf Kantenglättung –, brechen aber gleichzeitig auch stärker ein, wenn es an Speicherübertragungsrate fehlt. Bei diesen Werten handelt es sich natürlich nur um einen Ausschnitt aus dem gesamten Performance-Bild, aber generell sollten Sie auch bedenken, dass bei AMD aufgrund der höheren Grundleistung natürlich auch mehr Bedarf an Gigabytes pro Sekunde vonseiten des Speichers besteht.

TES5: Skyrim, 1080p, Hoch, 4x MSAA, kein AF.



	A10-6800K 4x MSAA (SC)	A10-6800K 4x MSAA (DC)	i7-4770K 4x MSAA (SC)	i7-4770K 4x MSAA (DC)
DDR3-1066	10,3	21,4	8,1	12,4
DDR3-1333	12,5	24,9	9,2	13,4
DDR3-1600	14,7	28,0	10,5	13,9
DDR3-1866	15,9	30,0	10,9	14,1
DDR3-2133	17,2	31,3	11,7	14,4
DDR3-2400	17,9	34,4	12,1	14,7

System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5
Bemerkungen: Die Standard-Speicherbestückung und damit der Schnittpunkt für die 0-Achse ist DDR3-1600 für Intel und DDR3-2133 für AMD.

Leistung im Windows-Vergleich

Windows 8.1 soll besonders für Battlefield-4-Spieler Vorteile bringen – wir machen den Quervergleich mit Windows 7 und einem A10-6800K.

Battlefield 4 ist eines der ersten Spiele, welches explizit auf Windows 8.1 optimiert ist und mit einer Radeon die fortschrittlichen Direct-X-11.1-Funktionen in zusätzliche Fps umzumünzen. AMD war dieser Vorteil sogar eine eigene Präsentations-Folie wert. Im Test unserer Single-Player-Benchmarkszene konnten wir mit dem Catalyst 13.11 Beta 9.5 und der A10-APU 6800K tatsächlich einen Vorteil von rund 8 Prozent für das neuere Windows messen – sowohl im eher CPU-limitierten 1366er-Setting als auch in der grafiklastigen 1920er-Auflösung mit etwas mehr Details. Zumindest mit einem schwachbrüstigen A4-5300 lag das Plus im CPU-Limit mit 11 Prozent noch höher. Die Zugewinne liegen auch außerhalb der Meßtoleranz und sind auf Windows 8.1 oder spezielle Treiberoptimierungen zurückzuführen.

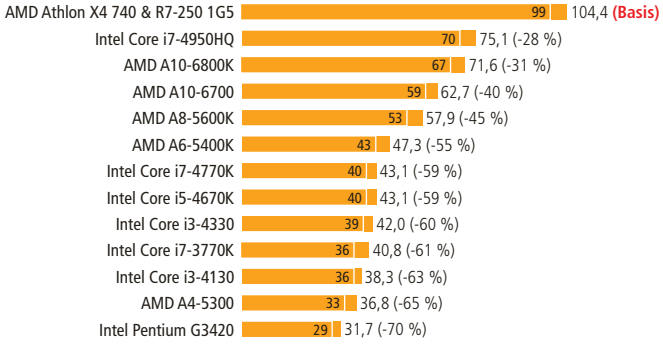
WoW: Mists of Pandaria (DX11)

- **Direct X 11:** WoW beherrscht schon lange DX11 zur beschleunigten Berechnung von Grafikeffekten, mit Mists of Pandaria kam Ambient Occlusion hinzu.
- **64-Bit:** WoW startet standardmäßig im 64-Bit-Modus.

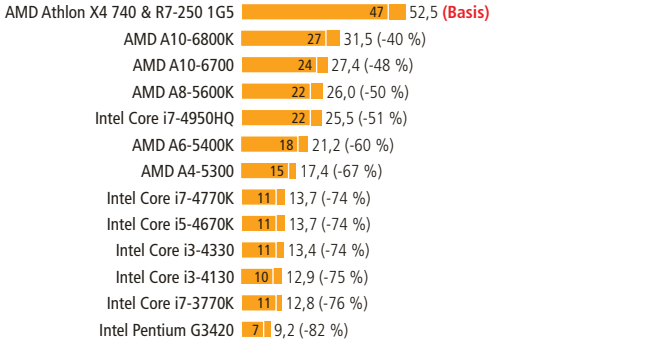


Im Kern ist die *WoW*-Engine fast neun Jahre alt und auf Direct X 8 ausgelegt. Mittlerweile startet *WoW* auf modernen Computern im 64-Bit- und Direct-X-11-Modus und bietet eine rudimentäre Multicore-Unterstützung. Wir nutzen aufgrund der hohen Fps-Raten, abweichend von unserem APU-Standard, für beide Detailstufen 1.920 x 1.080 – „Gut" erweitern wir zusätzlich um 4x Multisample-Anti-Aliasing.

1.920 x 1.080, Voreinstellung Mittel: „Wandering Isle"



1.920 x 1.080, Voreinstellung Gut, 4x MSAA: „Wandering Isle"



System: Intel Z87/Z77, AMD A85X,4 GiB DDR3 pro Speicherkanal, Geschwindigkeit nach Hst.-Vorgabe; Win 8.1 Pro, Intel 3345, AMD Cat. 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Der MMORPG-Klassiker lässt sich auf integrierter Grafik in „mittleren" Details zocken.

Min. Ø Fps
▶ Besser

ren in All-in-Ones und Mobilgeräten zum Einsatz kommen, haben wir uns daher für einen Mix aus der Notebook-Einsteiger-Auflösung von 1.366 x 768 Pixeln mit niedrigen (nicht „niedrigsten") Details und einem deutlichen Schritt nach oben entschieden, bei dem die integrierte Grafik ordentlich ackern muss. Denn auch Notebooks werden des Öfteren an einen Fernseher angeschlossen und sollen dort die native 1080p-Auflösung nach Möglichkeit auch in Spielen bedienen – zusätzlich gehen wir auch bei den Details einen Schritt nach oben und nutzen „die mittlere" Einstellung; je nach Spiel kann das auch „normal" oder ähnlich heißen. Einzelheiten dazu entnehmen Sie bitte den großen Benchmarkkästen.

Was ein Index kann …

Regelmäßige PCGH-Leser kennen unsere regelmäßig gepflegten und jährlich aktualisierten Leistungsindizes für Prozessoren und Grafikkarten. Darin fassen wir die Ergebnisse unserer praxisnahen Benchmark-Tests übersichtlich zusammen, damit Sie auf einen Blick einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit eines bestimmten Prozessors oder Grafikchips erhalten. Damit nicht ein Spiel mit besonders hohen Fps über Gebühr stark in den Indexwert eingeht, normieren wir die Werte. Das bedeutet, dass jeder einzelne Wert ins Verhältnis zum Maximum in dieser Kategorie gesetzt wird: 25 zu 100 Fps haben also dieselben Auswirkungen wie 12 zu 48 Fps.

… und was nicht.

In der Natur eines Index liegt es aber auch, Ergebnisse außerhalb des Erwarteten „glattzubügeln" und zu integrieren. Daher verzichten wir nicht auf einen Benchmark, nur weil er Ergebnisse erbringt, die von der Norm abweichen – so wie einige Tests, bei denen Ivy Bridge in Form des i7-3770K vor Haswell, repräsentiert vom i7-4770K, liegt. Hier können Grenzfälle eine Rolle spielen oder Treiber das Ergebnis beeinflussen und doch sind die Resultate Teil des praktisch zu erwartenden Alltags..

Treiberqualität – eine schwankende Größe

Generell haben die Intel-Treiber in den letzten Jahren zu den AMD-Pendants aufgeholt – allerdings hatten sie auch einen enormen Abstand zu überbrücken. Während die Intel-Hardware an sich insbesondere im Bereich des Texturfilters Referenzqualität besitzt, lässt der Treiber leider nur wenig Kontrolle über die Einstellungen zu. Nicht einmal V-Sync lässt sich explizit deaktivieren, nur der Anwendungspräferenz übergeben. Ähnlich sieht es mit Anti-Aliasing aus, lediglich den anisotropen Filter kann man erzwingen. Bei AMD stehen alle von den Desktop-Radeon-Modellen bekannten Optionen auch für die integrierte Version zur Wahl: Ob AA, AF oder die Beeinflussung von Tessellationsfaktoren: Dieses Maß an Kontrolle wünschten wir uns auch von den Intel-Treibern.

Bei einem Merkmal jedoch ist Intel derzeit führend: An die Blitz-Transkodierung von Videos via Quick Sync kommt keine shader-basierte Lösung heran. Allerdings wird die Intel-Technik zurzeit nur von wenigen Programmen unterstützt und liefert bei gleicher vorgegebener Bitrate eine sichtbar schlechtere Qualität als die Nutzung des x264-CPU-Pfades, wie unsere Tests mit einer Vorabversion des Tools Handbrake zeigten. Wir vertrauen daher erst einmal weiter auf die traditionelle x264-Transkodierung.

Analyse APUs

Auch wenn die Spieleleistung im Vordergrund steht: Ganz ohne CPU-Power geht es nicht. Eine APU mit vier Threads sollte es heute schon sein. Inwieweit sie dabei auf die maximale Grafikleistung wert legen, bestimmt ihre individuelle Leidensfähigkeit, denn auf Details verzichten müssen Sie in fast jedem modernen Spiel. *(cs)*

Fazit

APUs – endlich spieletauglich?

Die gute Nachricht: Ja, fast alle Spiele können Sie mit einer aktuellen APU spielen – besonders, wenn diese von AMD kommt, denn Intel versteckt sein Topmodell leider in All-in-Ones und Notebooks. Die schlechte Nachricht: eine vergleichbar teure Kombination aus CPU und Grafikkarte schlägt die schnellste Desktop-APU immer noch um Längen. Das Problem Speicherübertragungsrate muss gelöst werden.

KOMBI-PROZESSOREN

Auszug aus Testtabelle
mit 15 Wertungskriterien







Prozessor	AMD A10-6800K	AMD A10-6700	Intel Core i7-4770K	AMD A8-5600K	Intel Core i5-4670K
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/950987	www.pcgh.de/preis/950984	www.pcgh.de/preis/928911	www.pcgh.de/preis/805217	www.pcgh.de/preis/930960
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 120,-/Gut	Ca. € 120,-/Gut	Ca. € 290,-/Ausreichend	Ca. € 75,-/Sehr gut	Ca. € 200,-/Befriedigend
Für Mainboards mit Sockel …	FM2 (904 Kontakte)	FM2 (904 Kontakte)	LGA 1150	FM2 (904 Kontakte)	LGA 1155
Codename	Richland (Piledriver)	Richland (Piledriver)	Haswell DT	Trinity (Bulldozer)	Haswell DT
Anz. Kerne/Module (logisch), Uncore-/L3-Takt	2 (4), 1.800 MHz	2 (4), 1.800 MHz	4 (8), wie Kerntakt	2 (4), 1.800 MHz	4 (4), wie Kerntakt
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	4,1 GHz (bis 4,4 GHz)	3,7 GHz (4,0 bis 4,3 GHz)	3,5 GHz (3,7 bis 3,9 GHz)	3,6 GHz (bis 3,9 GHz)	3,4 GHz (3,6 bis 3,8 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	16 KiByte/64 KiByte	16 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte, Trace	16 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte, Trace
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	2.048 KiByte / nicht vorhanden	2.048 KiByte / nicht vorhanden	256 KiByte / 8 MiByte	2.048 KiByte / nicht vorhanden	256 KiByte / 6 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	1.303 Millionen, 32 nm, 246 mm²	1.303 Millionen, 32 nm, 246 mm²	Unbekannt, 22 nm, 177 mm²	1.303 Millionen, 32 nm, 246 mm²	Unbekannt, 22 nm, 177 mm²
Ausstattung (20 %)	**2,13**	**2,13**	**2,34**	**2,13**	**2,34**
Grafikeinheit**	Radeon HD 8670D (844 MHz)	Radeon HD 8670D (844 MHz)	HD Graph.4600 (max. 1,25 GHz)	Radeon HD 7560D (760 MHz)	HD Graphics 4600 (max. 1,2 GHz)
Befehlssatz-Erweiterungen	SSE bis 4.2, AVX, AES, XOP, FMA3/4	SSE bis 4.2, AVX, AES, XOP, FMA3/4	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX, AES, XOP, FMA3/4	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	16 x PCI-Express 2.0	16 x PCI-Express 2.1	16 x PCI-Express 3.0	16 x PCI-Express 2.1	16 x PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 %)	**2,16**	**2,20**	**1,94**	**2,23**	**2,06**
Offener Multiplikator	Ja (bis 31,5)	Nein	Ja (bis Multi 80)	Ja (bis 31,5)	Ja (bis Multi 80)
Übertaktung per Referenztakt?*	Ja	Ja	Stark eingeschränkt	Ja	Stark eingeschränkt
Speicher-Kanäle u. -Geschwindigkeit	2x DDR3-1866 (ECC)	2x DDR3-1866 (ECC)	2x DDR3-1600 (kein ECC)	2x DDR3-1866 (ECC)	2x DDR3-1600 (kein ECC)
TDP laut Hersteller	100 Watt	65 Watt	84 Watt	100 Watt	84 Watt
Leistungsaufn. (Leerlauf/BF4/TR/x264)**	26/124/110/112 Watt	26/73/72/83 Watt	23/75/64/85 Watt	25/108/92/107 Watt	24/76/64/75 Watt
Energieeffizienz-Index Battlefield 4**	57,6%	94,1%	74,3%	53,6%	72,1%
Energieeffizienz-Index Tomb Raider**	60,4%	90,2%	79,0%	55,3%	71,2%
Energieeffizienz-Index x264 MT UHD**	35,9%	45,5%	100,0%	33,8%	93,7%
Leistung (60 %)* **	**1,50**	**1,65**	**1,83**	**1,98**	**2,04**
Index Spiele (1080p, Mittel)	96,0%	89,9%	60,8%	76,7%	59,7%
Index Spiele (768p, Niedrig)	86,9%	83,2%	68,9%	73,2%	66,0%
Index Anwendungen	51,7%	49,3%	100,0%	47,8%	80,8%
FAZIT	⊕ Höchste Spieleleistung bei Desktop-APUs ⊖ Sehr hohe Leistungsaufnahme	⊕ Sehr gute Spieleleistung ⊕ Gute Effizienz ⊖ Nicht günstiger als A10-6800K	⊕ Sehr gute Anwendungsleistung ⊕ Gute Effizienz ⊖ Sehr hoher Preis	⊕ Gute Spieleleistung ⊕ Günstiger Preis ⊖ Hohe Leistungsaufnahme	⊕ Gute Allroundleistung ⊕ Gute Effizienzwerte ⊖ Hoher Preis
	Wertung: **1,76**	Wertung: **1,86**	Wertung: **1,95**	Wertung: **2,06**	Wertung: **2,10**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird über alle Spiele und Anwendungen. ***Gewichtet!

KOMBI-PROZESSOREN

Auszug aus Testtabelle
mit 15 Wertungskriterien







Prozessor	Intel Core i7-3770K	Intel Core i3-4330	AMD A6-5400K	AMD A4-5300	Intel Pentium G3420
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/761779	www.pcgh.de/preis/993697	www.pcgh.de/preis/805224	www.pcgh.de/preis/844447	www.pcgh.de/preis/993714
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 280,-/Ausreichend	Ca. € 110.-/Befriedigend	Ca. € 50,-/Gut	Ca. € 35,-/Gut	Ca. € 55.-/Befriedigend
Für Mainboards mit Sockel …	LGA 1155	LGA 1150	FM2 (904 Kontakte)	FM2 (904 Kontakte)	LGA 1150
Codename	Ivy Bridge DT	Haswell DT	Trinity (Bulldozer)	Trinity (Bulldozer)	Haswell DT
Anz. Kerne/Module (logisch), Uncore-/L3-Takt	4 (8), wie Kerntakt	2 (4), wie Kerntakt	1 (2), 1.800 MHz	1 (2), 1.800 MHz	2, wie Kerntakt
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3,5 GHz (3,7 bis 3,9 GHz)	3,5 GHz	3,6 GHz (bis 3,8 GHz)	3,4 GHz (bis 3,7 GHz)	3,2 GHz
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/32 KiByte, Trace	32 KiByte/32 KiByte, Trace	16 KiByte/64 KiByte	16 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte, Trace
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	256 KiByte / 8 MiByte	256 KiByte / 4 MiByte	2.048 KiByte / nicht vorhanden	2.048 KiByte / nicht vorhanden	256 KiByte / 3 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	1.400 Millionen, 22 nm, 160 mm²	Unbekannt, 22 nm,~110 mm²	1.303 Millionen, 32 nm, 246 mm²	1.303 Millionen, 32 nm, 246 mm²	Unbekannt, 22 nm,~110 mm²
Ausstattung (20 %)	**2,54**	**2,34**	**2,13**	**2,13**	**2,69**
Grafikeinheit**	HD Graphics 4000 (max. 1,35 GHz)	HD Graphics 4600 (max. 1,15 GHz)	Radeon HD 7540D (760 MHz)	Radeon HD 7480D (723 MHz)	HD Graphics (max. 1,1 GHz)
Befehlssatz-Erweiterungen	SSE bis 4.2, AVX, AES	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX, AES, XOP, FMA3/4	SSE bis 4.2, AVX, AES, XOP, FMA3/4	SSE bis 4.2
Integrierte PCI-Express-Lanes	16 x PCI-Express 3.0	16 x PCI-Express 3.0	16 x PCI-Express 2.1	16 x PCI-Express 2.1	16 x PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 %)	**2,33**	**2,55**	**2,19**	**3,40**	**3,08**
Offener Multiplikator	Ja (bis Multi 63)	Nein	Ja (bis 31,5)	Nein	Nein
Übertaktung per Referenztakt?*	Stark eingeschränkt	Stark eingeschränkt	Ja	Ja	Stark eingeschränkt
Speicher-Kanäle u. -Geschwindigkeit	2x DDR3-1600 (kein ECC)	2x DDR3-1600 (ECC)	2x DDR3-1866 (ECC)	2x DDR3-1866 (ECC)	2x DDR3-1600 (kein ECC)
TDP laut Hersteller	77 Watt	54 Watt	65 Watt	65 Watt	54 Watt
Leistungsaufn. (Leerlauf/BF4/TR/x264)**	25/87/74/90 Watt	25/63/57/54 Watt	25/79/78/63 Watt	25/75/72/64 Watt	24/57/51/44 Watt
Energieeffizienz-Index Battlefield 4**	60,9%	85,5%	59,3%	48,0%	52,9%
Energieeffizienz-Index Tomb Raider**	68,7%	81,4%	54,3%	40,4%	59,1%
Energieeffizienz-Index x264 MT UHD**	79,1%	78,6%	29,0%	27,3%	74,6%
Leistung (60 %)* **	**1,95**	**2,34**	**2,66**	**2,97**	**2,97**
Index Spiele (1080p, Mittel)	58,6%	58,4%	59,4%	46,0%	37,1%
Index Spiele (768p, Niedrig)	63,7%	60,5%	52,4%	43,3%	44,0%
Index Anwendungen	95,3%	53,9%	23,9%	23,0%	39,9%
FAZIT	⊕ Sehr gute Anwendungsleistung ⊕ Befriedigende Effizienz ⊖ Sehr hoher Preis	⊕ Gute Stromverbrauchs- und Effizienzwerte allgemein ⊖ Nur Durchschnitt in Anwdg.	⊕ Günstiger Preis ⊖ Mäßige Spieleleistung ⊖ Sehr schwach in Anwendungen	⊕ Extrem günstiger Preis ⊖ Schwach in Spielen, sehr schwach in Anwendungen	⊕ Günstiger Preis, sparsam ⊖ Schwach in Anwendungen und Spielen
	Wertung: **2,15**	Wertung: **2,38**	Wertung: **2,48**	Wertung: **2,89**	Wertung: **2,93**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird über alle Spiele und Anwendungen. ***Gewichtet!

Beschleunigter Prozessor als Technologie- und Hoffnungsträger

AMDs A10-7000-Reihe

Spät kommt er, aber er kommt: Der lang erwartete Kaveri. So lautet der Codename, unter dem AMD die neue APU-7000-Reihe mit Steamroller-CPU-Kernen und Radeon-GCN-Grafik herausbringt.

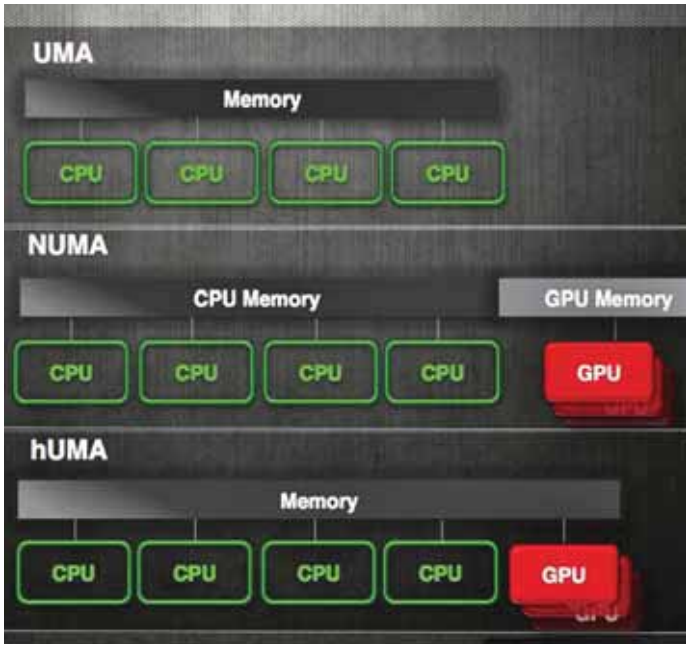


Bild: AMD

Der Codename klingt fast ein wenig prophetisch, muss doch in diversen Filmen auch die Kavallerie als Deus ex Machina in letzter Sekunde rettend eingreifen. Ähnliches erhofft sich AMD wohl auch von Kaveri, der Next-Gen-APU, in der die überarbeiteten Steamroller-CPU-Kerne debütieren und gemeinsam mit der GCN-basierten Radeon-Grafik erstmals auch über HSA-Features verfügen, die zum Beispiel in Form von hUMA CPU und GPU gemeinsamen, direkten Zugriff auf den kompletten Speicher gewähren. Wir geben einen Ausblick auf die voraussichtlich Mitte Januar komplett enthüllte Plattform.

Kraftvoll und kraftlos?

AMDs ursprüngliche Planungen sahen vor, mit Kaveri die TFLOPS-Marke zu knacken – was bei reinen GPUs bereits vor fünf Jahren in Form der HD 4870 gelang, sollte nun den Kombiprozessoren möglich sein. Das Kaveri-Modell A10-7850K, welches AMD bereits auf der APU13 im November vorab präsentierte, berechnet jedoch pro Sekunde lediglich 856 Millionen Operationen. Vier Steamroller-Kerne mit 3,7 GHz zu je 8 FLOPS und 8 GCN-Compute-Units mit insgesamt 512 Shader-ALUs bei 720 MHz tragen dazu bei. Zum Vergleich: Das aktuelle Richland-Topmodell, der A10-6800K, bietet hier schon bis zu 789 GFLOPs (inkl. Turbo).

Doch grau ist alle Theorie. Denn erstens war ein Modell mit der Endnummer 50 bei AMD nur selten das Ende der Fahnenstange und zweitens zeigen unsere Vergleichsmes-

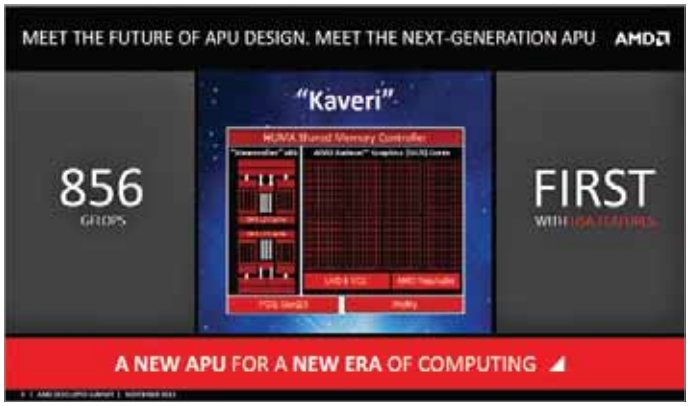


Bild: AMD

Hinter dieser Kaveri-Ankündigung von AMDs APU13-Veranstaltung mit 856 GFLOPS verbirgt sich der A10-7850K – ob er auch das Topmodell sein wird, ist noch offen.

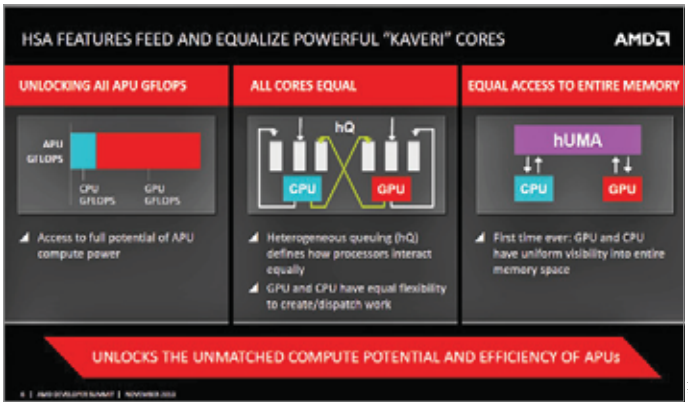


Bild: AMD

Mit Kaveri halten erstmals weitergehende HSA-Features – Techniken zur gemeinsamen Nutzung von CPU und GPU – in eine APU Einzug.

Integrierte Grafik: Eine Frage der Effizienz (Luxmark 2.0 x64)

Prozessor (Arbeitsspeicher)	Einheiten/Takt (GPU-Technik)	Theoretische Rechenleistung	Theoretisches Leistungsplus	Luxball HDR (Punkte)	Prozentual	Sala (Punkte)	Prozentual	Room (Punkte)	Prozentual
A4-5000 (2x DDR3-1333)	128 x 496 x 2 (GCN)	126,98 GFLOPS	+/– 0 %	723	+/– 0 %	95	+/– 0 %	45	+/– 0 %
A4-5300 (2x DDR3-1600)	128 x 724 x 2 (VLIW4)	185,34 GFLOPS	+ 46 %	841	+ 16 %	84	–12 %	41	–9 %
A6-5400K (2x DDR3-1866)	192 x 760 x 2 (VLIW4)	291,84 GFLOPS	+ 130 %	1.236	+ 71 %	125	+ 32 %	61	+ 36 %
A8-5600K (2x DDR3-1866)	256 x 760 x 2 (VLIW4)	389,12 GFLOPS	+ 206 %	1.590	+ 119 %	161	+ 69 %	78	+ 73 %

sungen mithilfe einer Kabini-APU, dass es nicht allein auf die Rohleistung ankommt.

Effizientes Zusammenspiel

Bereits die genannte Mobil-APU Kabini kombiniert die eher schwachen Jaguar-Kerne mit aktueller GCN-Grafik – schon Richland bietet hier eine leistungsstärkere Architektur und Kaveri legt mit den Steamroller-Kernen noch mal einen drauf. Zumindest, wenn AMD seine Pläne dieses Mal umsetzen konnte – denn angekündigt ist eine 30-prozentige Verbesserung gegenüber dem (nicht näher spezifizierten Vorgänger) bei der wichtigen Pro-MHz-Leistung (auch bekannt als Instructions per Clock oder kurz IPC).

Im Luxmark haben wir daher lediglich den GPU-Teil vermessen und primär den Vergleich A4-5000 (mit 2 GCN-CUs) gegen A4-5300 (mit 2 VLIW4-CUs) angestellt. Letzterer läuft als Desktop-Modell mit weit höherem Takt und erreicht daher eine 46 Prozent höhere, theoretische GFLOPS-Leistung. Im Luxmark 2.0 kann der A4-5300 jedoch im anspruchslosesten der drei Tests einen geringen Teil dieses Vorsprunges ins Ziel retten. Die beiden komplexeren Szenen berechnet die GCN-basierte Grafikeinheit im A4-5000 10 bis 13 Prozent flinker; und das obwohl er darüber hinaus noch mit langsamerem DDR3-1333-RAM anstelle von DDR3-1600 auskommen muss. Im GPU-beschleunigten Luxmark-2.0-Raytracer bringt die GCN-Grafik ihre Rohleistung also deutlich effizienter auf die Strecke.

Was genau das für Kaveri in der Praxis bedeutet, lässt sich schwer in konkrete Zahlen fassen. Denn unsere weiteren Messungen wurden augenscheinlich vom niedrigen 15-Watt-TDP-Limit der A4-5000-APU gebremst, sodass unser Muster bei der parallelen Berechnung auf CPU- und GPU-Teil nicht durchweg mit vollem Takt arbeiten konnte und die Skalierung im Vergleich zur Summe der jeweiligen Einzelleistungen von x86-Prozessor und GCN-Grafik niedriger als erhofft ausfiel.

Auf Spiele-Tests haben wir angesichts der wesentlich geringeren Aussagekraft verzichtet – hierbei hätten wir drei verschiedene CPU-Architekturen miteinander vermischen müssen – und die HSA-Merkmale wie der gemeinsame Adressraum sind ebenfalls nicht per Hochrechnung zu erfassen.

Trotz der auf den ersten Blick enttäuschend niedrigen Zahl von 856 theoretischen GFLOPS dürfen wir von Kaveri also mehr erwarten, als es die reinen Zahlenspielereien zeigen. Zudem könnte AMD einen großen Nachteil angehen und den hohen Stromverbrauch aktueller APUs verringern, indem man die IPC-Vorteile der Steamroller-Kerne dazu nutzt, den Takt nicht ganz so hoch wie bei Richland und Trinity zu schrauben und so mit einer deutlich niedrigeren Kernspannung auszukommen.

Und sonst noch?

Doch das ist noch nicht alles. Für den Desktop-Einsatz bringt Kaveri nun auch PCI-Express in Version 3.0 mit, sodass angeschlossene Desktop-Grafikkarten ihre volle Leistung entfalten können. Der Einsatz als HT- und Media-PC profitiert von der Integration der Video-Codec-Engine. Diese erlaubt es mithilfe fest verdrahteter Schaltkreise, ähnlich Intels Quicksync, Filme ohne die Zuhilfenahme von CPU- oder Shaderkernen in zigfacher Echtzeit-Geschwindigkeit zum Beispiel für den Einsatz auf dem Smartphone oder Tablet umzuwandeln. Ebenfalls mit an Bord ist True Audio, welches zwar vom Programmierer explizit angesprochen werden muss, aber dafür CPU-unabhängig Audio-Effekte berechnen und etliche Kanäle zusammenmischen kann.

Fazit Kaveri

Die neue APU-Generation könnte der Durchbruch in diesem Bereich sein, auf den AMD so lange gewartet hat und der für die Firma inzwischen auch bitter nötig ist. *(cs)*

DER NEUE
LANG
LÄUFER



© Enermax 2014. Alle Rechte vorbehalten. Alle Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

TRIATHLOR ECO
DIE ZWEITE GENERATION
der erfolgreichen Triathlor-Serie mit
350 | 450 | 550 | 650 Watt

- Effizienter Betrieb mit 80 PLUS® Bronze & ErP Lot 6 2013
- Über 90% der Gesamtleistung allein über die 12V-Leitung
- Haswell-Support dank Load-Balancer-Technologie
- Langlebige Qualitätsbauteile für 24/7 @ 40°C
- 3 Jahre Garantie und direkter Kundenservice in Deutschland

ENERMAX
POWER. INNOVATION. DESIGN.

WWW.ENERMAX.DE/TRIATHLOR-ECO

ALTERNATE amazon.de ARLT COMPUTER ATELCO Computer
BORA DiTech K&M Elektronik AG Mindfactory

Infrastruktur



Tom Loske
Fachbereich Mainboards
E-Mail: tl@pcgh.de

Kommentar

Das Ende einer Ära naht: 2014 steht Haswell-E vor der Tür.

In dieser Ausgabe lesen Sie einen umfangreichen Test von zwei echten Luxus-Platinen für den Sockel 2011, der Enthusiasten-Plattform von Intel. Damit sprechen die Amerikaner vor allem extrem anspruchsvolle Spieler und Extrem-Übertakter an, die ständig auf der Suche nach der leistungsstärksten Hardware sind.

Wie der Test zeigt, handelt es sich – ohne zuviel vorwegzunehmen – um zwei erstklassige Hauptplatinen. Dennoch stellt sich mir persönlich die Frage, wieso Anfang 2014 noch jemand über 300 Euro in ein Sockel-2011-Mainboard investieren sollte. Zugegeben, das MSI Big Bang Xpower II ist bereits länger verfügbar, das Rampage IV Black Edition jedoch hat erst vor wenigen Wochen den Weg auf den Markt gefunden. Und bereits im Dezember sind erste Samples der kommenden Haswell-E-Generation aufgetaucht. Diese wird aber auf den neuen Sockel 2011-3 setzen, der inkompatibel zum bekannten LGA 2011 ist. Das bedeutet wiederum: Wer jetzt auf Ivy Bridge-E setzt, wird bereits in wenigen Monaten eine veraltete Prozessorgeneraton im Rechner stecken haben. Klar, Plattformwechsel geschehen regelmäßig, aber wer unbedingt auf High End setzen möchte, sollte aktuell besser abwarten. Oder aber die unwesentlich langsamere, jedoch deutlich günstigere Sockel-1150-Lösung wählen.



Logitech G602: Funkmaus für Spieler?

Mit ihrer stromsparenden Laserabtastung und speziellen Ergonomie will die drahtlose G602 bei Spielern punkten. Kommt das bei der Zielgruppe an?

Die G602 bietet eine gute Ausstattung: Insgesamt acht frei programmierbare Extratasten (G-Knöpfe) stehen zur Verfügung. Mit den beiden G-Tasten an der Außenseite der linken Haupttaste stellen Sie die Dpi-Rate des verbrauchsoptimierten Delta-Zero-Lasersensors von 250 bis 2.500 in 250-Dpi-Schritten ein. Sechs weitere G-Knöpfe sind im Bereich oberhalb der Daumenablage zu finden. Wie alle Zusatztasten lassen sich auch diese nur mit einer Tastenfunktion belegen, Makros sind nicht möglich. Außerdem können Sie die in den Profilen angelegten Einstellungen nur extern, nicht in der Maus speichern. Der 2,4-GHz-Nano-Empfänger nimmt im Batteriefach Platz, ein USB-Verbindungskabel liefert Logitech ebenfalls mit.

Die Ergonomie der Rechtshändermaus ist sehr gut. Die angeraute Daumenablage garantiert einen sehr guten Grip, die an die Länge des Zeigerespektive Mittelfingers angepassten Haupttasten sorgen dafür, dass der jeweilige Finger optimal auf der Taste liegt. Die Daumentasten laufen spitz zu, dank ihrer kleinen Druckfläche lassen sie sich bequem mit den verschiedenen Partien des Daumens auslösen. Während der Druckpunkt der beiden Haupttasten sehr gut ist, könnte der Druckpunkt der G-Tasten etwas knackiger ausfallen. Trotz Stromsparfunktion tastet der Sensor mit maximal 500 Hz Polling-Rate (u. a. wegen Ausdauermodus) präzise und ohne Verzögerung ab. Die Lift-off-Distanz ist mit ca. 3 mm zu hoch. *(fs)*

G602 Wireless Gaming Mouse

Fazit: Obwohl die G602 mit nur 2.500 Dpi abtastet, die Polling-Rate bei 500 Hz liegt und die Lift-off-Distanz hoch ist, kann man dank präziser, latenzfreier Abtastung und sehr guter Ergonomie mit der Funkmaus auf jeden Fall spielen.

Hersteller: **Logitech**
Web: **www.logitech.de**
Preis: **Ca. € 60,-** | Preis-Leistung: **Befriedigend bis gut**

⊕ Ergonomie	Ausstattung	2,68
⊕ Stromsparfunktion	Eigenschaften	2,23
⊖ Keine Makrofunktion/Speicher	Leistung	1,43
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/996875	
WERTUNG	**1,84**	



NUC: Kleinst-PC auf Haswell-Basis im Hands-on

Mini-PCs wie Raspberry Pi sind in aller Munde. Auch Intel ist mit der NUC-Reihe in diesem Feld aktiv. Wir sehen uns das Haswell-Topmodell an.





Mini-PCs sind aktuell sehr beliebt, lassen sich damit doch viele Aufgaben kostengünstig erledigen, für die ein normaler PC zu groß oder zu teuer im Unterhalt wäre. Aber vor allem im Mediacenter-Bereich dominieren aktuell Geräte mit ARM-CPUs. Intel setzt dem das Konzept des „NUC" (für „Next Unit of Computing") entgegen. Diese haben einen großen Vorteil: Dank der x86-CPU lassen sich NUCs mit einem normalen Windows betreiben und so wie vom PC gewohnt nutzen. Wir haben uns das aktuelle Topmodell mit einer Haswell-CPU angesehen.

Der verbaute zweikernige Core i5-4250U kommt auch bei Ultrabooks zum Einsatz und taktet mit 1,3 GHz. Sollte das nicht ausreichen, kann er sich auf bis zu 2,6 GHz übertakten. Ihm zur Seite stehen 8 GiByte DDR3-1600-RAM im DDR3-SODIMM-Format, wobei die Kompatibilitätsliste der passenden Module sehr kurz ist. Als Festplatte ist eine mSATA-SSD mit 180 GB Kapazität von Intel verbaut. Der Bildschirm wird entweder per Display-Port oder Mini-HDMI angeschlossen.

Im Windows-Betrieb arbeitet das Gerät sehr zügig und reaktionsschnell, dem Einsatz als kompakten Office-PC sind also keine Grenzen gesetzt. Da der NUC nur auf die integrierte Intel-HD-Grafik setzt, ist die Spieleleistung des Systems natürlich begrenzt: In *Crysis Warhead* messen wir 4,4 Fps bei Enthusiast-Einstellungen und Full HD. Erst das Senken der Details auf minimale Details bringt mit durchschnittlich 26 Fps annähernd spielbare Bildraten. Im Spielebetrieb wird das Gerät ansonsten auch erstmals akustisch wahrnehmbar: Im Leerlauf dreht der leise Lüfter nur mit einer niedrigen, kaum hörbaren Drehzahl. Unter Last steigt das Betriebsgeräusch auf ein deutlich hörbares Niveau an. Damit eignet sich der NUC vor allem als Media-PC oder als Dateiserver mit Nebenaufgaben. *(rs)*

Speedlink Decus: Günstig und gut?

Mit der Decus präsentiert Speedlink den Nachfolger der bei preisbewussten Spielern sehr beliebten Kudos RS. Stimmen auch hier Preis und Leistung?

An der Ausstattung, die Speedlink dem mit einem Preis von 35 Euro günstigen Kudos-RS-Nachfolger spendiert, gibt es nichts zu meckern. Sieben, per anwenderfreundlicher Software frei sowie mit Makros programmierbaren Tasten stehen zur Verfügung, Schnelllfeuer-Funktion inklusive. Der 128 kBit große Speicher der Decus nimmt bis zu fünf Profile auf, wobei den Profilen auch eine der sechs Farben der LED-Belechtung (Pulsier- und Leuchtmodus) zugeordnet werden kann. Lediglich ein Gewichtssystem fehlt der mit einem von 400 Dpi bis 5.000 Dpi abtastenden Lasersensor bestückten (100-Dpi-Schritte, 1.000 Hz Polling-Rate) und ergonomisch konsequent auf Rechtshänder getrimmten Spielermaus.

Dank gummierter Ablagen für Daumen, Ring- und Zeigefinger liegt die Decus, die auch an Teilen des Hecks sowie den Haupttasten mit einer angerauhten Oberfläche versehen ist, sehr gut in der Hand. Sie bietet vor allem Spielern, die den Palm-Grip bevorzugen, eine otimale Ergonomie. Die Druckpunkte der Haupttasten sind direkt und knacking, die Extratasten sind zwar leichtgängig, ihr Druckpunkt fällt jedoch weniger definiert aus. Auch das gummierte Scrollrad rastet nicht spürbar genug ein. Dafür tastet der Sensor auch bei 5.000 Dpi noch präzise und ohne Aussetzer ab, selbst dann, wenn die Decus auf glatten Hartplastik-Pads zum Einsatz kommt. *(fs)*



Decus Gaming Mouse		
Fazit: In puncto Leistung und Ausstattung ist die Decus von Speedlink mit ihrem geringen Preis auf jeden Fall empfehlenswert. Mögliche Käufer sollten beim Spielen den Palm-Grip sowie eine Ergonomie mit Fingerablagen bevorzugen.		
Hersteller: **Speedlink** Web: **www.speedlink.com** Preis: **Ca. € 35,-** | Preis-Leistung: **Gut bis sehr gut**		
⊕ Ergonomie (Palm-Grip-Spieler)	Ausstattung	2,65
⊕ Preis-Leistungs-Verhältnis	Eigenschaften	2,20
⊖ Rasterung des Scrollrads	Leistung	1,56
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/996426	
WERTUNG	**1,90**	

Dells UP3214Q

Der 31,5-Zoll-UHD-LCD von Dell ist bei uns eingetroffen. Wir haben den Monitor angetestet. Dabei ist uns der hohe Stromverbrauch aufgefallen.



Der UP3214Q ist ein UHD-LCD mit 3.840 x 2.160 Pixeln und ab sofort für rund 2.400 Euro erhältlich. Bei maximaler Helligkeit (343 cd/m²) haben wir 101,4 Watt Energieaufnahme gemessen. Besser schlägt sich der Monitor hinsichtlich der Interpolation: Das Schriftbild und die Symbole sind stets scharf zu erkennen und wirken nicht verschwommen. Das hochwertig verbaute IGZO-LED-Display ermöglicht ein klares Bild. Auch die sehr geringe Korona-Bildung ist ein großer Pluspunkt für den UP3214Q. Die Reaktionszeit liegt bei 7 und der Inputlag bei 20 Millisekunden, damit ist das UHD-LCD bedingt spieletauglich. *(dn)*



Bild: Aidbox

Festplatten-Laufwerke mit 2 und 4 TByte im Test

Totgesagte leben länger

Mit dem Aufkommen der SSDs wurde schon das Ende der guten alten Magnetfestplatte heraufbeschworen. Unser Test zeigt aber: Die rotierenden Metallscheiben sind fitter denn je.

Festplatten führen inzwischen ein Schattendasein. Während jedermann über SSDs spricht, verlieren wir über Festplatten kaum noch ein Wort. Das liegt wohl daran, dass die Speichergattung im Vergleich zu SSDs als langweilig und überholt gilt. Dabei haben Festplatten in den letzten Jahren riesige Fortschritte bei der Geschwindigkeit gemacht und sind leistungsfähiger denn je.

Wozu noch Festplatten?

SSDs haben zuletzt bei der Kapazität stark zugelegt, 2013 wurde erstmals die Terabyte-Grenze erreicht. Jedoch will nicht jeder Geld im Gegenwert einer High-End-Grafikkarte für ein Terabyte Speicher ausgeben. Damit ist auch schon die Kapazitätsgrenze eines einzelnen Laufwerkes erreicht. Mehr Speicherplatz lässt sich aktuell nicht über eine einzelne SSD realisieren.

Eine herkömmliche Festplatte bietet aktuell bis zu 4 TByte in einem Gehäuse, und das für einen Bruchteil der Kosten einer 1-TByte-SSD. Im Serverumfeld sind bereits Festplatten mit einer Kapazität von 6 TByte erhältlich. Diese werden aktuell nur von HGST gefertigt und nutzen als erste Festplatten eine Gasfüllung aus Helium, wodurch die Verwirbelungen im Inneren reduziert und so zusätzliche Scheiben im Gehäuse untergebracht werden können.

Durch die steigenden Datendichten erfuhren die Festplatten nicht nur enorme Kapazitätssprünge, auch der Datendurchsatz erlebte ansehnliche Steigerungen. An den Außenbereichen der Festplatten messen wir inzwischen Geschwindigkeiten von bis zu 180 MByte/s – ein Wert, der teils nicht einmal von älteren SSDs erreicht wird. Im Mittel sind es meist Werte zwischen 120 und 150 MByte/s. SSDs sind deutlich schneller, aber eben auch deutlich teurer. Allerdings sind bei Festplatten auch zukünftig noch höhere Geschwindigkeiten möglich, sobald Techniken wie HAMR („Heat Assisted Magnetic Recording“) Anwendung finden.

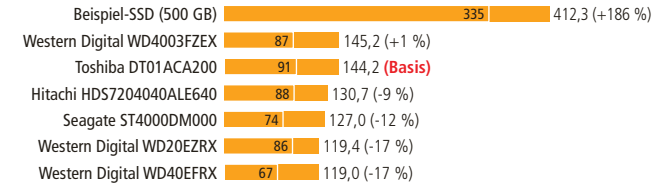
Die durch die mechanische Technik bedingten Zugriffszeiten lassen sich hingegen kaum beschleunigen. Im Schnitt vergehen rund 16 ms für einen Zugriff. Hier ist eine Verbesserung schwerlich möglich, da mehrere physische Gegebenheiten Grenzen setzen. Zum einen die Drehzahl der Festplatte: Diese kann nicht beliebig weit erhöht werden, wenn die HDD halbwegs leise bleiben soll. Deshalb benötigt es bei einer 7.200-U/min-HDD durchschnittlich 8,3 ms, also eine halbe Umdrehung, bis sich das passende Datum unter dem Schreib-Lesekopf befindet. Dieser muss zuvor auch noch passend ausgerichtet werden.

Sechs Festplatten im Test

Trotz ihrer Schwächen sind die Festplatten für ihren vornehmlichen Zweck, das kostengünstige Lagern von großen Datenmengen, immer noch die beste und kosteneffizienteste Möglichkeit. Deshalb widmen wir den Magnetspeichern, die auf

Hwbench 3.15 Lesen: Festplatten sehr schnell

H2benchw 3.16

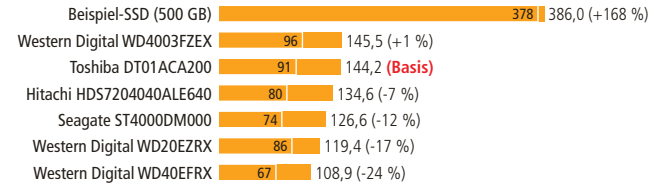


System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.25 **Bemerkungen:** Das WD-Green-Laufwerk schreibt sehr langsam.

Min. MB/s
▶ Besser

Hwbench 3.15 Schreiben: Min-Werte niedriger

H2benchw 3.16



System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.25 **Bemerkungen:** Das Schreiben verläuft im Schnitt langsamer als das Lesen.

Min. MB/s
▶ Besser

einem 50 Jahre alten Funktionsprinzip basieren, wieder einen Test und prüfen sechs Festplatten auf ihre Eigenschaften. Hierbei decken wir zum einen die preislich attraktive Größe von 2 TByte ab, zum anderen testen wir auch aktuelle 4 TByte-Laufwerke für jene, die möglichst viel Speicher brauchen. Da uns einige Laufwerke aus dem 2-TByte-Segment nicht rechtzeitig erreichen, planen wir, diese in einem Test in einer der nächsten Ausgaben unterzubringen.

Toshiba DT01ACA200: Schneller Allrounder. Mit einer Kapazität von 2 TByte und einem Preis von 70 Euro ist die Festplatte von Toshiba gleichermaßen erschwinglich und groß genug, um auch größere Datenarchive zu beherbergen. Die DT01ACA200 bietet mit 144 MByte pro Sekunde (Lesen und Schreiben) die annähernd höchste Arbeitsgeschwindigkeit im Test. Das verdankt sie vor allem ihren 1-TByte-Platten, die mit 7.200 Umdrehungen pro Sekunde rotieren. In den äußeren Randbereichen liest die Festplatte sogar mehr als 180 MByte/s. Mit maximal 0,6 Sone im Zugriff und 0,4 Sone im Leerlauf ist die Festplatte relativ leise. Zudem sind auch die Verbrauchswerte niedrig. Bei der Garantie bietet Toshiba leider nur die Minimalausstattung: Die Laufzeit von zwei Jahren hält sich an die gesetzlichen Mindestvorgaben. Gerade bei Komponenten wie Festplatten, bei denen ein Ausfall besonders schmerzhaft ist, gibt die Garantie auch ein Stück weit das Vertrauen des Herstellers in sein Produkt wieder.

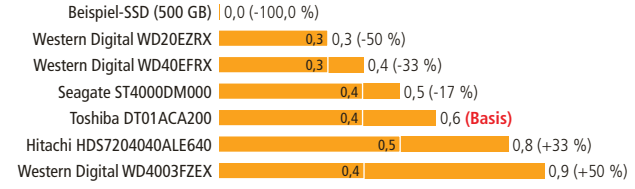
Aber auch mit der kleinen Garantie-Schwäche ist das Laufwerk von Toshiba insgesamt immer noch eine sehr gute Festplatte. Für die rund 70 Euro erhalten Sie ein schnelles Laufwerk, das in keinem Bereich unangenehm auffällt.

Western Digital Black 4.0 TB WD4003FZEX: Groß, flott und hörbar. Wenn wir das WD4003FZEX mit einem Auto vergleichen würden, wäre wohl ein Sportwagen die richtige Analogie: Das neueste Laufwerk aus Western Digitals Black-Serie ist mit durchschnittlich mehr als 145 MByte/s das schnellste Laufwerk im Test. Zudem sind die Zugriffszeiten des Laufwerks die besten des Tests – im Schnitt nur etwa 13 ms nach der Anfrage beginnt die Festplatte mit der Arbeit. Im Kopiertest arbeitet das Laufwerk etwas langsamer als die Toshiba DT01ACA200, auch wenn die sequenziellen Lese- und Schreibraten des Laufwerks nominell besser sind.

Ein Sportwagen ist aber nicht nur schnell und leistungsfähig, sondern hat auch Nachteile. Diese äußern sich vor allem beim Verbrauch und bei den Unterhaltskosten. Das gilt auch für die WD4003FZEX: Im Leerlauf verbraucht sie etwa 8 Watt, unter Last sind es 13,4 Watt. Bei einem speziell für Desktops ausgelegten Laufwerk ist das nicht weiter tragisch, von einem Einsatz in einem NAS oder Server sollten Sie absehen, wenn Sie die Energiekosten möglichst niedrig halten möchten. Im Leerlauf fällt das Laufwerk mit 0,4 Sone kaum auf, mit 0,9 Sone während eines Zugriffs ist es aber das lauteste in dieser Übersicht. Insgesamt ist der Wert aber dennoch unkritisch: Eine Velociraptor vom gleichen Hersteller bringt es auf bis zu 1,6 Sone. Sehr positiv fallen die fünf Jahre Garantie auf, die WD dem Laufwerk gibt. Einen so langen Garantiezeitraum bietet kein anderes Laufwerk im Test.

Lautheit: Alle Probanden bleiben im Rahmen

NCI Psychoacoustic Audio Analyzer NC10: Messabstand 50 cm, entkoppelt



System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.25 **Bemerkungen:** Die WD20EZRX arbeitet stets leise.

Sone
◀ Besser

Wenn der Platz nicht reicht

Seit Kurzem gibt es von Western Digital das Black 2 Dual Drive. Dieses kombiniert wie die Seagate Desktop SSHD Flash- und Magnet-Speicher, aber anders als das Laufwerk von Seagate.

Liest man sich durch die Foren, merkt man schnell, dass SSHDs nicht so gut bei den Kunden ankommen, wie man es aufgrund ihrer Leistung eigentlich erwarten würde. Viele potenzielle Interessenten missverstehen die Funktionsweise des Flash-Speichers auf der SSHD und denken, dass das Hybridlaufwerk nur die 8 GiByte der am häufigsten genutzten Daten schnell zur Verfügung stellt. In der Folge wünschen sich viele Kunden einen größeren Flash-Speicheranteil.

Western Digital sieht hierbei die Chance, mit einer eigenen „SSHD" zu punkten. Diese arbeitet nicht wie ein übliches Hybridlaufwerk, sondern stellt eine Sonderform dar: Im 2,5-Zoll-Laufwerk befinden sich nämlich eine SSD und HDD mit einer Gesamtkapazität von 1.120 GByte. Beide Komponenten sind getrennt ansprechbar, wobei zu Beginn aber nur der SSD-Teil – etwa für die Betriebssystem-Installation – sichtbar ist. Für die Nutzung der HDD brauchen Sie einen Treiber. Die Leistungsdaten der SSD sind dabei nicht besonders ansprechend: Wir messen 410/136 MByte/s mit dem AS-SSD-Benchmark (Lesen/Schreiben) bei einer IOPS-Leistung von 31.000 (4K Random Writes). Die Festplatte schafft dagegen ansehnliche 114/113 MByte/s (AS-SSD). Für das Gebotene ist das Dual Drive also zu teuer. Sofern Ihr Notebook aber nur über einen 2,5-Zoll-Slot verfügt, ist das Laufwerk durchaus lohnenswert.



FESTPLATTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 18 Wertungskriterien





Produkt	Toshiba DT01ACA200	Western Digital Black 4.0 TB	Hitachi Deskstar 7K4000
Modellnummer	-	WD4003FZEX	HDS724040ALE640
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/833755	www.pcgh.de/preis/1010394	www.pcgh.de/preis/682487
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 70,-/gut	Ca. € 220,-/ausreichend	Ca. € 170,-/befriedigend
Speicherplatzkosten	0,04 €/GiByte	0,06 €/GiByte	0,05 €/GiByte
Bauform	Intern, 3,5 Zoll	Intern, 3,5 Zoll	Intern, 3,5 Zoll
Anzahl der Platter	2 (à 1.000 GByte)	5 (à 800 GByte)	5 (à 800 GByte)
Umdrehungen pro Minute	7.200 U/min	7.200 U/min	7.200 U/min
Ausstattung (20 %)	**1,65**	**1,30**	**1,40**
Kapazität dezimal/binär	2.000 GiByte/1.863 GByte	4.000 GiByte/3.726 GByte	4.000 GiByte/3.726 GByte
Cache	64 MiB	64 MiB	64 MiB
Herstellergarantie	2 Jahre	5 Jahre	3 Jahre
Eigenschaften (20 %)	**1,98**	**2,59**	**2,24**
Schnittstelle	SATA 6,0 GBit/s	SATA 6,0 GBit/s	SATA 6,0 GBit/s
AAM/NCQ	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja
Lautheit im Leerlauf*	0,4 Sone	0,4 Sone	0,5 Sone
Lautheit (Zugriff, max.)*	0,6 Sone	0,9 Sone	0,6 Sone
Stromverbrauch (Leerlauf)	3,8 Watt	8,2 Watt	4,7 Watt
Stromverbrauch (max.)	7,8 Watt	13,4 Watt	9,5 Watt
Leistung (60 %)	**1,95**	**2,00**	**2,10**
Mittlere Leseleistung	144,3 MByte/s	145,2 MByte/s	130,7 MByte/s
Mittlere Schreibleistung	144,2 MByte/s	145,5 MByte/s	134,6 MByte/s
Mittlerer Lesezugriff	15,7 ms	12,5 ms	16,3 ms
Mittlerer Schreibzugriff	15,4 ms	12,9 ms	14,8 ms
Kopieren 1 (1 Datei, 5 GiB)	58 Sek.	72 Sek.	68 Sek.
Kopieren 2 (25.000 Dat., 5 GiB)	93 Sek.	102 Sek.	95 Sek.
FAZIT	⊕ Arbeitet sehr flott ⊕ Relativ günstig in der Anschaffung ⊖ Kurze Garantielaufzeit	⊕ Schnellstes Laufwerk im Test ⊕ Sehr kurze Zugriffszeiten und lange Garantielaufzeit ⊖ Teuer und hoher Verbrauch	⊕ Gutes und dennoch günstiges 4-TByte-Laufwerk ⊕ Relativ niedriger Verbrauch ⊖ Nur durchschnittliche Garantielaufzeit
	Wertung: **1,90**	Wertung: **1,98**	Wertung: **1,99**

FESTPLATTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 18 Wertungskriterien





Produkt	Western Digital Red 4.0 TB	Seagate Desktop HDD.15 4000GB	Western Digital Green 2.0 TB
Modellnummer	WD40EFRX	ST4000DM000	WD20EZRX
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/992027	www.pcgh.de/preis/903248	www.pcgh.de/preis/828732
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 160,-/befriedigend	Ca. € 140,-/gut	Ca. € 75,-/befriedigend
Speicherplatzkosten	0,04 €/GiByte	0,04 €/GiByte	0,04 €/GiByte
Bauform	Intern, 3,5 Zoll	Intern, 3,5 Zoll	Intern, 3,5 Zoll
Anzahl der Platter	4 (à 1.000 GByte)	5 (à 800 GByte)	2 (à 1.000 GByte)
Umdrehungen pro Minute	5.400 U/min	5.900 U/min	5.400 U/min
Ausstattung (20 %)	**1,40**	**1,50**	**1,65**
Kapazität dezimal/binär	4.000 GiByte/3.726 GByte	4.000 GiByte/3.726 GByte	2.000 GiByte/1.863 GByte
Cache	64 MiB	64 MiB	64 MiB
Herstellergarantie	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Eigenschaften (20 %)	**1,64**	**1,91**	**1,85**
Schnittstelle	SATA 6,0 GBit/s	SATA 6,0 GBit/s	SATA 6,0 GBit/s
AAM/NCQ	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja
Lautheit im Leerlauf*	0,3 Sone	0,4 Sone	0,3 Sone
Lautheit (Zugriff, max.)*	0,4 Sone	0,5 Sone	0,3 Sone
Stromverbrauch (Leerlauf)	1,5 Watt	3,9 Watt	2,6 Watt
Stromverbrauch (max.)	6,7 Watt	5,04 Watt	8,7 Watt
Leistung (60 %)	**2,43**	**2,43**	**2,58**
Mittlere Leseleistung	119 MByte/s	127 MByte/s	119,4 MByte/s
Mittlere Schreibleistung	108,9 MByte/s	126,5 MByte/s	85,9 MByte/s
Mittlerer Lesezugriff	16,6 ms	17,1 ms	14,9 ms
Mittlerer Schreibzugriff	18,5 ms	20,7 ms	17,9 ms
Kopieren 1 (1 Datei, 5 GiB)	87 Sek.	92 Sek.	92 Sek.
Kopieren 2 (25.000 Dat., 5 GiB)	118 Sek.	112 Sek.	124 Sek.
FAZIT	⊕ Besonders stromsparend ⊕ Sehr leise im Leerlauf und Zugriff ⊖ Gemächliche Arbeitsgeschwindigkeit	⊕ Günstigstes 4-TByte-Laufwerk auf dem Markt ⊕ Immer noch leise ⊖ Hohe Zugriffszeiten, niedrige Arbeitsgeschwindigkeit	⊕ Sehr leise beim Zugriff und im Leerlauf ⊕ Niedriger Stromverbrauch im Leerlauf ⊖ Arbeitet relativ langsam
	Wertung: **2,06**	Wertung: **2,14**	Wertung: **2,25**

Hitachi Deskstar 7K4000 HDS724040ALE640: 4-TByte-Laufwerk aus der Vernunftsklasse. Wem 220 Euro für die sehr leistungsfähige WD Black 4.0 TB zu teuer sind, für den ist vielleicht die Deskstar 7K4000 das richtige Laufwerk. Dieses ist mit einem Preis von 170 Euro und einem Verbrauch von 4,7 Watt im Leerlauf sowie 9,5 Watt unter Last sowohl günstiger in der Anschaffung als auch im Unterhalt. Die Leistungswerte des Laufwerks leiden kaum unter dem niedrigeren Preis: Es schreibt mit 135 MByte/s, Lesevorgänge finden mit 130 MByte/s statt. Im Ausgleich zur niedrigeren Arbeitsgeschwindigkeit bietet die Festplatte eine im Vergleich zur WD Black 4.0TB etwas niedrigere Spitzenlautheit von 0,6 Sone. Im Leerlauf dagegen ist das Hitachi-Laufwerk mit 0,5 Sone minimal lauter.

Abstriche müssen Sie auch bei der Garantielaufzeit in Kauf nehmen: Statt fünf wie beim Spitzenmodell von Western Digital bietet Hitachi nur drei Jahre Garantie. Das stellt aber auch schon den einzigen wirklichen Nachteil zur WD Black dar. Aufgrund des niedrigeren Preises ist die Fesplatte von Hitachi für viele deshalb wohl die interessantere Option.

Western Digital Red 4.0 TB WD40EFRX: Sparsames Laufwerk für Server und NAS. Falls die maximale Leistung im Hintergrund steht, beispielsweise weil ein Netzwerk die Leistung sowieso auf theoretische 125 MByte/s beschränkt, die in der Praxis dann oft nicht erreicht werden, bietet sich die Red-Reihe von Western Digital an. Die Laufwerke nutzen die sogenannte Intellipower-Technologie. Dabei handelt es sich aber nicht wie suggeriert um eine variable, sondern um eine feste Drehzahl im Bereich zwischen 5.400 und 7.200 U/min, die sich meist deutlich näher an der unteren Marke befindet.

Die Arbeitsgeschwindigkeit des Laufwerks ist deshalb merklich niedriger, was jedoch dem Stromverbauch und der Lautheit zugutekommt. Mit einem Kaufpreis von rund 160 Euro ist das Laufwerk auch wesentlich günstiger als der Vertreter aus der Black-Serie. Allerdings mit dem Nachteil der wesentlich kürzeren Garantielaufzeit.

Seagate Desktop HDD.15 4000 GB ST4000DM000: Günstiger Einstieg in die 4-TByte-Klasse. Das Laufwerk von Seagate ist die Wahl, wenn der Einstieg in die 4-TByte-Klasse möglichst günstig sein soll – 4 TByte in einem Gehäuse gibt es laut dem PCGH-Preisvergleich nirgendwo günstiger. Für rund 140 Euro erhalten Sie ein relativ schnelles Laufwerk, das mit seinen 5.900 U/min auch bei Zugriffen (0,5 Sone) leise arbeitet. Durch den niedrigen Preis hat das Laufwerk aber auch einige Nachteile: Die durchschnittliche Lese- und Schreibgeschwindigkeit liegt unter der anderer 4-TByte-Laufwerke, außerdem gibt Seagate nur zwei Jahre Garantie. Die Zugriffszeiten liegen merklich über denen der anderen Laufwerke im Test.

Western Digital Green 2.0 TB WD20EZRX: Leise und sparsam. Die Green-Serie eignet sich wie die Red-Serie ebenfalls für Bereiche, wo Sparsamkeit oder Laufruhe wichtiger als eine möglichst hohe Leistung ist. Die WD Green 2.0 TB ist im Schnitt das langsamste Laufwerk im Test, aber jederzeit besonders leise und zumindest im Leerlauf das sparsamste Laufwerk in der Übersicht. Daher eignet sich die WD Green 2.0 TB als Archivierungsfestplatte, die nur selten arbeitet. Für die Green-Serie gibt Western Digital nur zwei Jahre Garantie. *(rs)*

Fazit — PCGH Hardware

Neue Festplatten

Bei den Festplatten ist das Modell von Toshiba sehr empfehlenswert – dieses arbeitet schnell und ist dennoch günstig. Nur die WD Black 4.0 TB arbeitet noch zügiger. Die restlichen Laufwerke von WD zeigen sich besonders stromsparend, während die Seagate-HDD viel Speicher für wenig Geld bietet.

DAS IST EIN NETZTEIL.

Ohne billige Attitüde.



© Enermax 2014. Alle Rechte vorbehalten. Alle Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

NAXN ADVANCED
450 | 550 | 650W

- Sparsamer Betrieb mit 80-PLUS®-Bronze-Zertifizierung
- Schwarze Flachbandkabel mit mind. zwei PCI-E-Steckern
- Lediglich 14 cm tiefes, pulverbeschichtetes Gehäuse
- 24/7-Dauerbetrieb bei 40°C Umgebungstemperatur
- Unterstützt alle aktuellen Prozessoren inkl. Intel Haswell
- 3 Jahre Garantie und direkter Kundenservice in Deutschland

ENERMAX
POWER. INNOVATION. DESIGN.

WWW.ENERMAX.DE/NAXN-ADV

ALTERNATE amazon.de ARLT COMPUTER ATELCO Computer
BORA DiTech K&M Elektronik AG www.kmelektronik.de Mindfactory



Neue SSDs

Fünf SSDs auf Herz und Nieren geprüft

Mit der Vector 150 hat OCZ die eigene SSD-Serie für Enthusiasten neu aufgelegt. Wir testen zwei Modelle dieser Reihe sowie drei SSDs weiterer Hersteller.

Der SSD-Markt ist heiß umkämpft. Das merkt man auch daran, dass ein großer Anteil der SSD-Hersteller den flotten Speicher nicht selbst entwickelt und baut, sondern einfach einen Aufkleber mit dem eigenen Firmenlogo auf das Produkt setzt. Wenn einer der letzteren Anbieter vom Markt verschwindet, wird das in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen.

Markt im Umbruch

Nun hat es mit OCZ aber einen großen und eigentlich relativ erfolgreichen Anbieter erwischt, der seine SSD selbst entwickelt und seit einiger Zeit mit dem Indilinx Barefoot auch einen eigenen Controller im Angebot hat. Der Grund für die Insolvenz ist laut Firmenangabe die zu geringe lieferbare Menge an Flash-Speicher, sodass die inzwischen anscheinend schon margenschwachen SSD-Laufwerke nicht mehr in ausreichender Anzahl gebaut und verkauft werden konnten.

Zudem litt OCZ immer noch unter dem Ruf, unzuverlässige Laufwerke zu bauen. Der Hersteller drückte zu Zeiten des Sandforce SF-1xxx-Controllers stark in den SSD-Markt und wurde von den Firmware-Schwächen des Controllers kalt erwischt. Die betroffenen Kunden lasteten die Schwächen der Controller-Firmware dem Hersteller an und griffen beim Neukauf oft zu Produkten anderer Anbieter. In Folge dessen musste OCZ am 28. November Insolvenz vermelden. Die Geschäfte laufen nach bisherigem Stand der Dinge aber weiter wie bisher.

Toshiba als Retter in der Not?

Aktuell stützt Toshiba den schwächelnden Hersteller finanziell, sodass OCZ seinen Tagesbetrieb aufrechterhalten kann. Der japanische Elektronikkonzern will im Anschluss die Betriebsmittel von OCZ kaufen, während die Rechtshülle nicht übernommen wird – mehr dazu im Kasten auf der folgenden Seite. Die Übernahme von OCZ ist sinnvoll, da Toshiba als großer NAND-Speicher-Hersteller so an den Indilinx Barefoot-Controller kommt. Zwar besitzt Toshiba bereits eigene Controller-Chips, diese sind aber vor allem beim Schreiben relativ IOPS-schwach. Der Barefoot wäre also eine gute Ergänzung für die Toshiba-SSDs, sodass diese in Zukunft deutlich schneller werden dürften.

Fünf SSDs im Test

Noch sind Toshiba und OCZ aber getrennte Unternehmen. Und beide sind sie mit Laufwerken in unserer Marktübersicht vertreten. Kurz vor der Bekanntgabe der Insolvenz startet OCZ nämlich mit der Vector 150 eine Neuauflage der SSD-Reihe für Enthusiasten, wovon wir das 120- und das 240-GB-Modell testen. Von Toshiba prüfen wir die Q-Series Pro, die Premium-Ausgabe der Q-Series aus dem letzten Test. Des Weiteren sind auch Adata und der Einsteiger-SSD-Hersteller Team Group im Test vertreten.

OCZ Vector 150 (240 GB): High-End-SSD mit langem Atem. Die neue Vector-150-Serie ist aktuell in den Größen 120, 240 und 500 GByte erhältlich. Wie auch beim Vorgän-

ger wird von der Vector-150 kein 1-TByte-Modell erhältlich sein. Das liegt auch am Toshiba-NAND, welches bisher pro Chip eine Kapazität von maximal 256 GBit aufweist und mit 16 Chips fast die gesamte Platine ausfüllt. Für die Koordinierung der Arbeit ist der hauseigene Indilinx-Controller verantwortlich. Im Gegensatz zum Vorgänger wurde zugunsten der Zuverlässigkeit außerdem der Bereich für das Overprovisioning vergrößert, weshalb die unrunde Größenangabe bei der Kapazität wegfällt.

Die Leistungsdaten der SSD wurden behutsam optimiert. Die Vector 150 bringt mit 89.000 IOPS bei „4k Random Writes" eine sehr gute Leistung und scheitert nur knapp an der Marke von 90.000. OZC hebt außerdem hervor, dass die Vector 150 in der Lage ist, eine höhere IOPS-Leistung über einen langen Zeitraum zu erbringen. Das haben wir mit Iometer selbst überprüft und können es bestätigen: Ab einer gewissen Laufzeit liegt die IO-Leistung der Vector 150 etwa 15.000 IOPS über der einer gleich großen Samsung SSD 840 Pro. Die sequenzielle Lese- und Schreibleistung der Vector 150 (240 GB) ist im AS-SSD-Benchmark mit 515 MByte/s beim Lesen und 495 MByte/s beim Schreiben ebenfalls sehr gut. Gleiches gilt für die Leistung mit dem Atto Disk Benchmark: Hier sind es 557 MByte/s, die gelesen werden, sequenzielle Schreibvorgänge laufen mit 528 MByte/s ab. Die durchschnittlichen Zugriffszeiten liegen bei 0,05 (Lesen) und 0,04 ms (Schreiben).

Die SSD ist in einem sehr stabilen Gehäuse aus dickem Aluminium untergebracht. Die Dauer der Garantie für die Vector 150 liegt bei, wie für SSDs im Premium-Segment üblich, fünf Jahren. Zusätzlich zur zeitlichen Befristung gibt es auch eine Volumenbegrenzung von 50 GByte pro Tag. Hochgerechnet auf die fünf Jahre Garantielaufzeit entspricht das einem Datenvolumen von 89 TByte. Neben der SSD legt OCZ noch reichlich Zubehör in den Karton: Dazu gehören ein Adapter auf die 3,5-Zoll-Bauform, Schrauben sowie ein Sticker, mit dem man auf die im Rechner verbaute SSD aufmerksam machen kann. Des Weiteren gibt es noch einige Dreingaben in Software-Form zum Download. Dazu gehören die OCZ-Toolbox, die unter anderem einen einfachen Secure Reset ermöglicht, sowie Acronis True Image 2013, das aber erst nach der Eingabe eines 64-stelligen Schlüssels freigeschaltet wird.

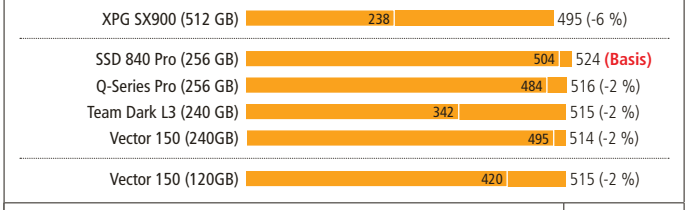
Insgesamt ist die OCZ Vector 150 (240 GB) ein würdiger Mitspieler im Premium-Bereich. Vor allem unter Last beweist die SSD einen langen Atem, indem sie bei der IOPS-Leistung nach einem anfänglichem Gleichstand konstant 15.000 IOPS höher als beispielsweise die der Samsung SSD 840 Pro liegt. In einem Gaming-PC wird dieses Lastszenario aber kaum anzutreffen sein. Auch sonst zeigt die Vector keine großen Schwächen. Die Ausstattung ist gut und die Leistung auf Augenhöhe mit der Premium-Konkurrenz. Einzig der Verbrauch liegt etwas über dem Durchschnitt.

OCZ Vector 150 (120 GB): Kleinste Ausgabe der Vector 150. Die 120-GByte-Variante ist die kleinste Version der Vector 150. Äußerlich ist sie nicht von den großen Modellen zu unterscheiden – auch sie befindet sich im gleichen stabilen Aluminium-Gehäuse. Die sonstigen Ausstattungsmerkmale wie das Zubehör, die Garantie und Software bleiben ebenfalls gleich.

Abgesehen von der Kapazität lassen sich vor allem bei der Leistung Abweichungen feststellen. So beginnt das Laufwerk die Messung mit Iometer ähnlich performant wie das 250 GByte große Laufwerk, bricht aber naturgemäß wesentlich schneller ein. Nach fünf Minuten Schreibbelastung mit „4K Random Writes" erreicht das 120-GByte-Laufwerk nur noch rund 36.000 IOPS. Zudem ist die sequenzielle Schreibgeschwindigkeit der kleinen Vector 150 deutlich niedriger: Mit AS-SSD messen wir statt 495 nur rund 420 MByte/s. Die Lesegeschwindigkeit bleibt aber unberührt. Mit 110 Euro für 120 GByte ist der Pro-Gigabyte-Preis etwas höher als bei der 240-GByte-Version. Fall es Ihr Budget zulässt, sollten Sie also zur größeren Variante greifen. Diese ist auf das Gigabyte gerechnet nicht nur günstiger, sondern arbeitet auch mit der vollen Geschwindigkeit.

AS-SSD: Kleine Vector langsamer

AS-SSD, sequenzielles Lesen und Schreiben

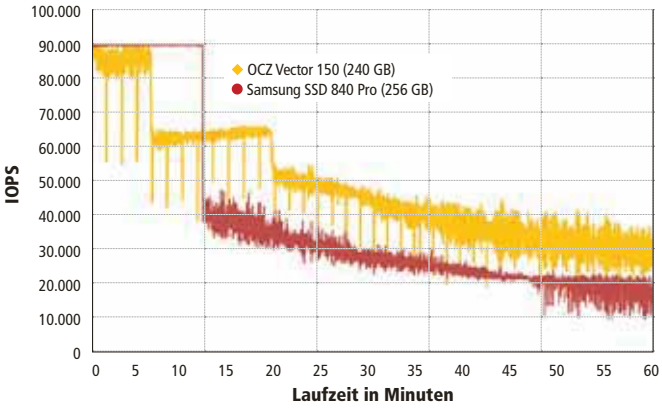


System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251 **Bemerkungen:** Alte und günstige SSDs sind im Nachteil.

MB/s Schr. Lesen ▶ Besser

IOPS-Leistung über Zeit: Vector im Vorteil

Iometer, 4k Random Writes



System: Core i7-3450 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251 **Bemerkungen:** OCZ hat die Vector-150-Serie speziell auf die IOPS-Ausdauer bei längeren Schreibvorgängen optimiert.

OCZ und die Insolvenz: Was passiert mit der Garantie?

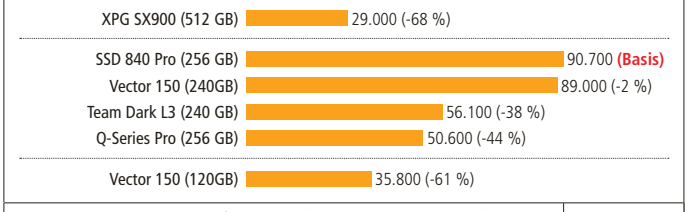
OCZ gehört zu den Herstellern, dessen Laufwerke oft mit einer Garantielaufzeit ausgestattet sind, die deutlich über die gesetzliche Gewährleistungspflicht hinausgeht. Bleibt diese nun gültig?

Eine Frage, deren Antwort die Besitzer von OCZ-Laufwerken brennend interessiert, dreht sich wohl um die vom Hersteller gewährte Garantie. Wir haben bei OCZ nachgefragt und Joost van Leuwen, Marketing Director bei OCZ, bestätigte, dass vorerst alles wie bisher weiter seinen Weg gehen wird. Falls bei Ihrem OCZ-Laufwerk ein Schaden auftritt, können Sie sich wie bisher beim Kundendienst von OCZ melden, der weiterhin in Foren per Mail zu Verfügung steht. OCZ wird den eingegangenen Verpflichtungen nachkommen.

Ungeklärt ist allerdings, was mit den Garantieforderungen passiert, wenn OCZ in Toshiba integriert wird. Die Garantieforderungen bestehen nämlich gegenüber OCZ und nicht Toshiba. Toshiba müsste dazu auch die Garantieansprüche der Kunden gegenüber OCZ mit übernehmen. Für was sich der japanische Konzern in dieser Frage entschieden hat, ist zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht bekannt. Um unter den neu gewonnenen Kunden gar nicht erst Unmut aufkommen zu lassen, sollte sich Toshiba hierbei den OCZ-Käufern zuliebe kulant zeigen.

IOPS: XGP SX900 mit niedriger Leistung

Iometer, IO-Operationen pro Sekunde nach 5 Minuten

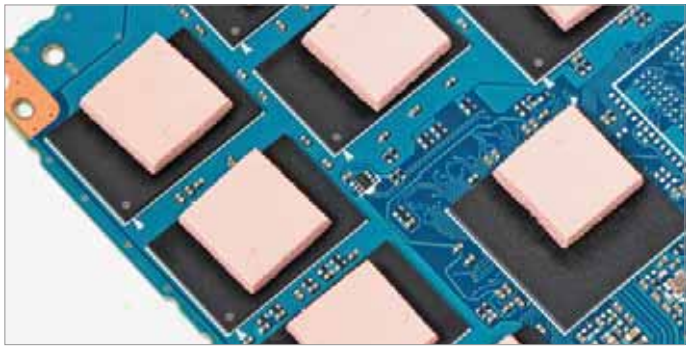


System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.25 **Bemerkungen:** Die IOPS der kleinen Vector brechen erst nach einiger Zeit ein.

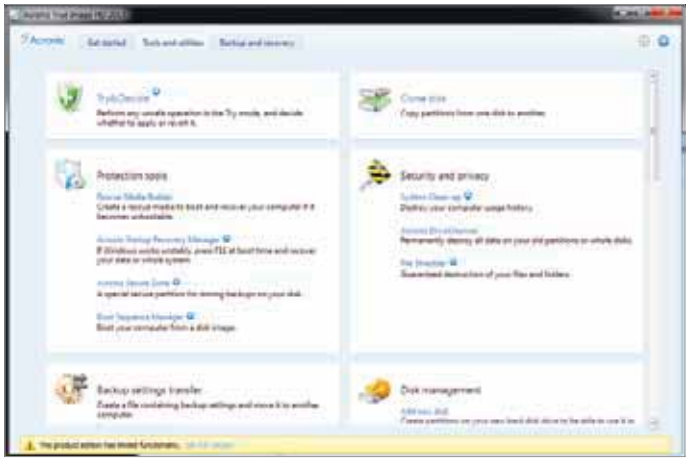
IOPS
▶ Besser



Bei Toshiba-SSDs gehörte bisher die IOPS-Leistung beim Schreiben zu den Schwächen. Mit dem Indilinx Barefoot könnte sich das ändern.



Auch Speicherchips brauchen Kühlung: Bei einigen Herstellern sind die Flash-Chips mit Wärmeleitpads bedeckt, welche die Wärme an das Gehäuse abgeben.



Acronis True Image 2013 gehört zu den umfangreichsten Software-Suiten, die aktuellen SSDs beiliegen. Dazu gehören unter anderem die SSDs von OCZ und Adata.

Toshiba Q-Series Pro (256 GB): Leicht leistungsfähigere Variante der Q-Series. Die Q-Series von Toshiba hatten wir bereits im letzten Test an Bord. Die Q-Series Pro soll leistungsfähiger als die Non-Pro sein, was sich in unseren Messungen bestätigt. Vor allem bei den IOPS macht die Q-Series Pro einen Sprung nach oben. Im Vergleich zur Q-Series (250GB), die es in der Ausgabe 12/2013 auf etwa 43.000 IOPS brachte, erreicht die Pro mit 50.600 beinahe ein Plus von 20 Prozent. Toshiba gibt die Nennleistung der SSD wie auch beim kleinen Modell mit 35.000 IOPS an, womit das Laufwerk in diesem Bereich also deutlich schneller als versprochen arbeitet. Insgesamt bewegt sich die SSD trotzdem nur ungefähr im SSD-Mittelfeld, die aktuelle Schallmauer liegt bei High-End-SSDs bei ungefähr 90.000 IOPS, welche das Modell von Toshiba immerhin beim Lesen erreicht. Eine kleine Leistungssteigerung bemerken wir auch bei den sequenziellen Schreib- und Leseraten. Die teurere Variante der Toshiba-SSD erreicht 495 MByte/s beim Schreiben, Lesevorgänge laufen mit 516 MByte/s ab. Bei den Messungen mit dem Atto Disk Benchmark sind es 555 und 519 MByte/s beim Lesen beziehungsweise Schreiben.

Im Vergleich zur günstigen Variante ist der Bereich für das Overprovisioning etwas weniger groß ausgelegt, sodass die SSD auf eine Kapazität von 256 GByte kommt. Toshiba ist hierbei auf einer Linie mit den meisten Mitbewerbern, die ihre Laufwerke aus dem Premium-Segment ebenfalls mit den unrunden Kapazitätswerten auf den Markt bringen.

Ein sehr positiver Punkt, der uns schon im letzten Test bei der normalen Q-Series auffiel, ist der überaus geringe Energieverbrauch der Toshiba-SSDs: Beim Schreiben sind es gute 2,6 Watt, beim Lesen sogar nur 2,1 Watt, die das Laufwerk benötigt. Damit ist die sparsame SSD ideal für Notebooks, wo es im Zweifel eher auf eine lange Akkulaufzeit als das letzte Quäntchen Leistung ankommt. Zudem spricht auch das Zubehör für die teurere Toshiba-SSD: Während die Non-Pro fast nackt daherkommt, gibt es bei der Pro-Serie einen Adapter auf die Bauhöhe von 9,5 mm sowie eine Migrationssoftware von NTI. Mit der Q-Series Pro bietet Toshiba also ein leistungsfähigeres und besser ausgestattetes Laufwerk ergänzend zur Basis-Serie. Auf die reine Leistung reduziert gibt es zwar bessere SSDs, jedoch gibt es kaum andere Flashspeicher-Laufwerke, die niedrigere Verbrauchswerte erreichen.

Adata XGP SX900 (512 GB): Gemächlich arbeitende Sandforce-SSD mit guter Ausstattung. Die XPG SX900 ist die 512-GByte-Variante der schon länger erhältlichen XPG-Reihe. Adata setzt dabei durchgehend auf den Sandforce-SF2281-Controller. Während die SX910-Reihe auf großzügigeres Overprovisioning zurückgreift, verzichtet Adata bei der SX900 darauf und bietet die SSDs mit den durch Zweierpotenzen bedingten Kapazitäten an.

Der Controller in der XPG SX900 arbeitet selbst für Sandforce-Verhältnisse ziemlich gemächlich. Der IOPS-Wert von etwa 29.000 ist der niedrigste im Testfeld. Aktuelle Top-SSDs bieten beim Schreiben von zufälligen 4k-Blöcken die dreifache Geschwindigkeit. Die Leseleistung im AS-SSD ist recht ordentlich, beim Schreiben leidet die SSD aber unter der bekannten Sandforce-Schwäche, die sich bei allen SSDs mit diesem Controller beobachten lässt: Da die zufallsgenerierten Testdaten von AS-SSD nicht komprimierbar sind, der Controller für seine Maximalleistung jedoch komprimierbare Daten braucht, bricht die Schreibleistung der XPG SX900 auf rund 240 MByte/s ein. Ein anderes Bild zeigt sich im Atto Disk Benchmark, dessen Daten sich sehr gut komprimieren lassen. Beim Lesen erreicht die SSD hier stolze 539 MByte/s, beim Schreiben sind es noch relativ gute 504 MBytes/s. Was bei der Adata XPG SX900 noch auffällt, ist der hohe Stromverbrauch, der bei fast fünf Watt liegt.

Punkten kann die XGP SX900 bei der Ausstattung: Der SSD liegt ein Adapter auf 9,5 mm bei, zudem gibt es einen Einbaurahmen für den 3,5-Zoll-Formfaktor. Auch die Schrauben für die Montage sind in ausreichender Anzahl vorhanden. Verkauft wird die SSD aktuell für stattliche 310 Euro, womit sie sich

gegen gleich teure Produkte angesichts der Leistungsdaten relativ schwertun dürfte.

Team Group Team Dark L3 (240 GB): Einsteiger-SSD ohne Zubehör. Die Team Dark L3 ist das größte Modell aus der für Einsteiger gedachten L3-Serie, die auch noch in den Größen von 120 und 60 GByte angeboten wird. Das Herzstück der SSD ist ein Phison-PS3108-Controller, der bei unserem Modell 256 GByte eines nicht näher identifizierbaren MLC-Speichers verwaltet. Damit ist das Produkt sehr ähnlich zur Force Series LS von Corsair aus dem letzten SSD-Test.

Die Lese-Performance der SSD im AS-SSD-Benchmark ist mit 515 MByte/s über jeden Zweifel erhaben. Schwächen zeigen sich allerdings beim Schreiben: Daten landen nur mit etwa 340 MByte/s auf dem Laufwerk. Das ist zwar der zweitniedrigste Wert im Testfeld, aber immer noch deutlich schneller als beim Laufwerk von Adata. Allerdings kann die Team Group Team Dark L3 diesen Nachteil nicht ausgleichen: Abgesehen von einem Faltblättchen mit Einbaueinweisungen sowie einem Garantieschein gibt es außer der SSD kein weiteres Zubehör in der Packung. Auch um eine Migrationssoftware muss sich der Nutzer selbst kümmern. Zudem ist der Stromverbrauch des Laufwerks hoch: Mit bis zu 5,2 Watt beim Schreiben überbietet es so manche Magnetfestplatte im 2,5-Zoll-Format.

Angeboten wird die Team Dark L3 für aktuell 140 Euro. Da es für das gleiche Geld aktuell leistungsfähigere und besser ausgestattete SSDs gibt, muss der Preis noch merklich sinken, damit die Team Dark L3 konkurrenzfähig wird. *(rs)*

Fazit

Neue SSDs

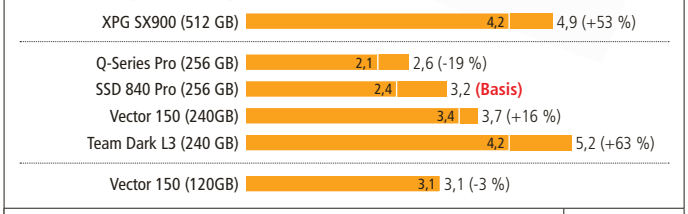
Wenn Sie die möglichen Unsicherheiten bei den zukünftigen Garantieforderungen nicht stört, sind die Vector-150-Laufwerke von OCZ beide empfehlenswert. Eine ähnlich gute Ausstattung, aber zu einem hohen Preis finden Sie bei der Adata XGP SX900. Die Toshiba Q-Series Pro ist für Notebooks empfehlenswert. Für die Team Dark L3 muss erst der Preis fallen.



Wie bei Sandforce-SSDs üblich ist bei der XGP SX900 kein DRAM-Cache vorgesehen.

Stromverbrauch: Auch SSDs schaffen 5 Watt

Iometer, IO-Operationen pro Sekunde nach 5 Minuten



System: Core i5-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251 **Bemerkungen:** Das SSD-Laufwerk von Toshiba ist sehr sparsam.

MB/s Schr. Lesen
▶ Besser

SOLID STATE DRIVES

Auszug aus Testtabelle mit 18 Wertungskriterien

	SSDs bis 256 GByte	SSDs bis 128 GByte	SSDs bis 256 GByte	SSDs bis 512 GByte	SSDs bis 256 GByte
					
Produktinfo/-name	**Vector 150 (240 GB)**	**Vector 150 (120 GB)**	**Q-Series Pro (256 GB)**	**XPG SX900 (512G)**	**Team Dark L3 (240G)**
Modellbezeichnung	VTR150-25SAT3-240G	VTR150-25SAT3-120G	HDTS325EZSTA	ASX900S3	T253L3240GMC101
Hersteller/Webseite	OCZ (octechnology.de)	OCZ (octechnology.de)	Toshiba (toshiba.de)	Adata (de.adata-group.com/)	Team Group (teamgroup.com.tw)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1024733	www.pcgh.de/preis/1024734	Noch nicht gelistet	www.pcgh.de/preis/741139	www.pcgh.de/preis/1031716
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 110,-/ausreichend	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 310,-/ausreichend	Ca. € 140,-/ausreichend
Preis pro Gbyte	€ 0,89/GiByte	€ 0,93/GiByte	€ 0,84/GiByte	€ 0,65/GiByte	€ 0,63/GiByte
MTBF*/Haltbarkeit	1.500.000 Stunden/89 TByte	1.500.000 Stunden/89 TByte	1.500.000 Stunden/-	1.000.000 Stunden/-	1.500.000 Stunden/-
Firmware Testmuster	1.1	1.1	JTRA0102	5.0.7a	S8FM06.1
SSD-Controller	Indilinx IDX500M00	Indilinx IDX500M00	Toshiba TC358790XGB	Sandforce SF-2281	Phison PS3108
Flash-Chips	16 x 256 GBit (Toshiba Toggle-DDR)	8 x 256 GBit (Toshiba Toggle-DDR)	8 x 256 GBit (Toshiba, 19 nm Toggle NAND)	16 x 128 GBit	16 x 128 GBit (TT57G2GAHC)
DRAM-Cache	1 x 512 MiB DDR3-1333	1 x 512 MiB DDR3-1333	-	-	1 x 512 MiB DDR3-1333
Ausstattung (20 %)	**2,02**	**2,12**	**2,82**	**2,26**	**2,63**
Formatierte Kapazität (GiByte)	223,57 GiByte	117,79 GiByte	238,47 GiByte	476,94 GiByte	223,57 GiByte
Herstellergarantie	5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Zubehör/Besonderheiten	Schraubenset, Adapter auf 3,5 Zoll, Acronis True Image 2013	Schraubenset, Adapter auf 3,5 Zoll, Acronis True Image 2013	NTI Echo Migrationssoftware, Adapter auf 9,5 mm Bauhöhe	Adapter für 9,5 mm Bauhöhe, 3,5-Zoll-Montagerahmen, Acronis True Image 2013	-
Eigenschaften (20 %)	**1,99**	**1,95**	**1,68**	**1,78**	**2,11**
Schnittstelle	SATA 6 Gbit/s	SATA 6 Gbit/s	SATA 6 Gbit/s	SATA 6 Gbit/s	SATA 6 Gbit/s
NAND-Typ	MLC	MLC	MLC	MLC	MLC
Trim-Unterstützung (Garbage Collection)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bauhöhe	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm
Leistungsaufnahme Leerlauf/Schreiben	0,5/3,7 Watt	0,7/3,1 Watt	0,2/2,6 Watt	0,8/4,9 Watt	0,5/5,2 Watt
Leistung (60 %)	**1,82**	**1,99**	**1,88**	**2,47**	**2,29**
FAZIT	⊕ Hohe IOPS-Leistung ⊕ Viel Zubehör ⊖ Relativ hoher Stromverbrauch	⊕ Lange Garantielaufzeit ⊕ Viel Zubehör ⊖ Relativ hoher Stromverbrauch	⊕ Sehr niedriger Verbrauch ⊕ Sinnvolles Zubehör ⊖ Nur zwei Jahre Garantie	⊕ Viel Zubehör ⊕ Gute Software ⊖ Relativ langsam	⊕ Recht gute Leistung ⊖ Kein Zubehör ⊖ Hoher Stromverbrauch
	Wertung: **1,90**	Wertung: **2,01**	Wertung: **2,03**	Wertung: **2,29**	Wertung: **2,32**

ANZEIGE

Die Gewinner des Logitech Maus-Modding-Contests stehen fest!

Logitech | G

Maus-Modding-Contest



1

Den Hauptpreis von 800 Euro gewinnt Wlad S. aus Herford für sein Army-Design.

2

Der zweite Platz und damit 500 Euro gehen an Lorenz M. aus Chemnitz.



TOP 10 der PC-Games- und PCGH-Leser



Einsendung von Jens S. aus Schierhorn.



Einsendung von Berthold S. aus Hann. Münden.



Einsendung von Stefan M. aus Butzbach.



Einsendung von Martin W. aus Bodnegg.



Einsendung von Juri K. aus Berlin.

Eine Jury aus Vertretern von Logitech, PC Games und PCGH hat entschieden und die drei Sieger aus den Top 10 gewählt.



3

Auf Platz drei landet Juri K. aus Berlin mit seinem Drachen-Entwurf und erhält 200 Euro.





Logitech



Einsendung von Bianca C.
aus Köln.



Einsendung von Marcel L.
aus Berlin.



Einsendung von Paul S.
aus Neustadt/Wied.



Einsendung von Lorenz M.
aus Chemnitz.



Einsendung von Wlad S.
aus Herford.



Bild: Modern_Tech

Was bringen SSDs im RAID 0?

Solides Teamwork

In der vorletzten Ausgabe testeten wir PCI-Express-SSDs. Diese bestehen oft aus in einem RAID-0-Verbund von SSDs. Nun vergleichen wir ihre Leistung mit SSDs in einem traditionellen RAID 0.

Nutzer einer aktuellen SSD haben es zurzeit schwer, wenn es darum geht, neue große Leistungssteigerungen bei der Reaktionszeit des Systems zu erreichen, denn großartig schnellere Flash-Speicher sind momentan nicht zu erwarten. Als Ausweg testeten wir in der vorletzten Ausgabe PCI-Express-SSDs, die mit deutlich gesteigerten Übertragungsraten und IOPS-Werten aufwarten sollen. Der Test zeigte allerdings, dass die Nennleistung bei Weitem nicht durchgehend erreicht wird. So ist die Leistung bei dem bei PCI-Express-SSDs oftmals verwendeten Sandforce-Controller extrem von der Art der zu schreibenden Daten abhängig. Lassen sich diese gut komprimieren, werden die versprochenen Leistungsdaten erreicht. Sind die Daten jedoch kaum oder gar nicht komprimierbar, bricht die Schreibrate auf ein Niveau ein, das selbst von älteren SSDs überboten wird.

Ein weiterer Nachteil ist die komplizierte Einrichtung: Die meisten Steck-SSDs funktionieren nicht direkt aus der Verpackung und brauchen einen Zusatztreiber. Einige Modelle bieten einen Kompatibilitäts-Modus, sodass auch Windows ohne extra Treiber mit dem PCI-Speicher zusammenarbeitet.

Zudem sind PCI-Express-SSDs gemessen an der Kapazität sehr teuer. Die verhältnismäßig günstige Asus Raidr schlägt aktuell mit etwa 280 Euro zu Buche. Für dieses Geld erhalten Sie allerdings nur 240 GByte nutzbaren Speicher. Für den gleichen Betrag bekommen Sie auch zwei 250-GByte-SSDs wie etwa die Samsung SSD 840 Evo. Was liegt also näher, sich statt des PCI-Express-Modells zwei normale SSDS zu kaufen und selbst ein RAID zu bauen? Die Hardware ist in aktuellen Mainboards durchgehend vorhanden und die Einrichtung ein Kinderspiel. Doch leistet so ein Eigenbau-RAID genauso viel?

RAID-Kunde

RAID steht für „Redundant Array of Disks“, also einem redundanten Zusammenschluss von Laufwerken. „Redundant“ bedeutet dabei, dass sich die einzelnen Laufwerke eigentlich gegenseitig gegen Datenverlust absichern, sodass man kaputte Laufwerke ohne Datenverlust gegen neue ersetzen kann. Für eine Performance-Steigerung sind unter den gängigen nur die RAID-Modi 0 (Stripeset), 5 (Parität) und 10 (gespiegeltes Stripeset) interessant.

Da für die Erstellung eines RAID 5 mindestens drei, für ein RAID 10 mindestens 4 Laufwerke notwendig sind, beschränken wir uns hier auf die Verwendung von SSDs im RAID 0. Bei diesem werden die zu schreibenden/lesenden Daten auf die Laufwerke des Verbundes aufgeteilt. So erhalten wir eine Lese-Schreib-Geschwindigkeit, die theoretisch linear mit der Anzahl der Laufwerke im RAID skaliert. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass ein RAID 0 kein wirkliches RAID ist, da sich die Laufwerke nicht gegenseitig absichern. Im Vergleich zu einer einzelnen Platte verdoppelt

sich die Ausfallwahrscheinlichkeit sogar, weshalb Sie Ihre Back-ups bei der Verwendung eines RAID 0 in Hinblick auf die Ausfallraten von SSDs gut pflegen sollten.

Trim dich. Nicht?

Ein Problem, unter dem auch viele PCI-Express-SSDs leiden, ist der Fakt, dass die meisten SSD-Controller das Trim-Kommando nicht kennen. Ältere SSDs, die noch nicht über eine geeignete Garbage Collection verfügen, eignen sich also nicht für eine RAID-Konfiguration. Das Problem lässt sich mit einer höheren Kapazität für das Overprovisioning (den Ausweichspeicher) umgehen. Eine erfreuliche Nachricht ist allerdings, dass die RAID-Controller in den Intel-Chipsätzen ab der 7-er Reihe das Trim-Kommando an das SSD-RAID weiterreichen. Die meisten Nutzer von Intel-Plattformen können ein SSD-RAID ohne eventuelle Nachteile durch fehlendes Trim nutzen. Dazu ist aber auch der Intel-RST-Treiber ab der Version 11.6 notwendig.

Bei AMD sieht die Situation aktuell weniger gut aus. Zu den gängigen Chipsätzen findet man kaum Informationen bezüglich des integrierten RAID-Controllers und seiner Trim-Kompatibilität. Eine Anfrage bei AMD blieb bis zum Redaktionsschluss unbeantwortet.

Die Performance des SSD-RAID

Das Spannende bei einem SSD-RAID ist wohl die Auswirkung auf die Übertragungsrate. Hier messen wir bei unserem Verbund aus zwei Samsung SSD 840 Evo tatsächlich fast eine Verdoppelung. Ein Software-RAID, das über die Windows-Datenträgerverwaltung erstellt wurde, ist dabei merklich und reproduzierbar schneller als ein RAID, das über den Chipsatz angelegt wird. Im ersten Fall beträgt der Verlust gemessen an der doppelten Geschwindigkeit der Einzel-SSD 7 Prozent. Erstellen Sie das RAID 0 über den Chipsatz, sind es bereits 11 Prozent, die der Verbund gegenüber einem idealen RAID 0 zurückliegt. Die PCI-Express-Karte ist im Vergleich dazu ziemlich abgeschlagen: Sie liest die Daten nur mit rund 750 MByte/s. Die Schreibrate mit AS-SSD bricht aufgrund des Sandforce-Controllers stark ein. Die PCI-Express-SSD arbeitet in diesem Szenario also noch langsamer als eine Einzel-SSD.

Dass dies ein Mangel des Sandforce-Controllers und nicht des Konzeptes an sich ist, zeigt die Messung mit dem Atto Disk Benchmark: Hier schreibt die Steckkarten-SSD mit ebenfalls sehr guten 821 MByte/s. Zudem skalieren die einzelnen RAID-Gattungen hier wesentlich besser. Der über die Windows-Datenträgerverwaltung erstellte Verbund erreicht mit fast 1,1 GByte/s quasi eine perfekte Skalierung, das vom PCH verwaltete RAID 0 liegt nur wenig dahinter. Im Vergleich dazu ist die PCI-Express-Karte wiederum deutlich abgeschlagen.

Reaktionstest

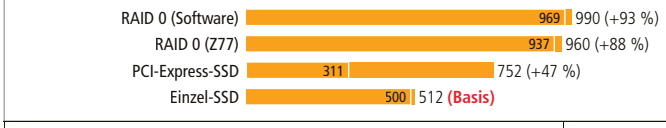
In der Wirklichkeit ist jedoch nicht nur der bloße Datendurchsatz wichtig, sondern auch wie schnell eine SSD reagiert beziehungsweise wie viele Ein- und Ausgabeoperationen sie pro Sekunde schafft (IOPS) – letzteren Wert messen wir in der Regel mit Iometer nach einer Laufzeit von fünf Minuten.

Hierbei stehen wir aber vor dem Problem, dass ein über das Betriebssystem angelegtes Software-RAID im Prinzip nur eine über die beiden Laufwerke verlaufende Partition ist, die von Windows entsprechend angesteuert wird. Ohne die Partition gibt es also auch kein RAID 0. Die Partition verhindert aber wiederum unsere Messung mit Iometer, welche üblicherweise auf einem unpartitionierten Laufwerk stattfindet. Um das Software-RAID dennoch leistungstechnisch einschätzen zu können, führen wir ausnahmsweise auch eine IOPS-Messung mit AS-SSD durch. Das Tool misst die IOPS aber nur über einen Zeitraum von wenigen Sekunden, weshalb die Ergebnisse weniger aussagekräftig sind. Das stellen auch wir im Verlauf unserer Messungen am RAID 0 fest.

Bei den ersten IOPS-Messungen – zunächst durchgeführt mit Iometer – zeigt das zu erwartende Ergebnis: Das vom Z77 verwaltete RAID ermöglicht eine IOPS-Leistung, die etwas unter dem doppelten Wert einer Einzel-SSD liegt. Die PCI-Express-SSD liegt dagegen nur knapp über dem Einzellaufwerk

Z77: RAID-0 mit Leistungsverlust

AS-SSD, sequenzielle Schreib-/Leseraten



System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251, 2 x SSD 840 Evo 250GB **Bemerkungen:** AS-SSD liegt dem Sandforce nicht.

MB/s Schr. Lesen ▶ Besser

Software-RAID skaliert nahezu perfekt

Atto Disk Benchmark, I/O Comparision, QD4



System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251, 2 x SSD 840 Evo 250GB **Bemerkungen:** RAIDs skalieren nahezu perfekt.

MB/s Schr. Lesen ▶ Besser

Booten: Einzel-SSD am schnellsten

Startzeit Computer, vom Betätigen des Aus-Tasters bis zum Desktop

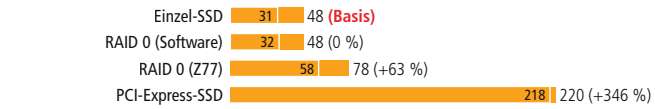


System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8, 2 x SSD 840 Evo 250GB **Bemerkungen:** Das Controller verlangsamt das Booten.

Sekunden ◀ Besser

PCIE-SSD mit langer Reaktionszeit

AS-SSD, Zugriffszeiten



System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0, Intel USB 3.0 XHC1.0.8, 2 x SSD 840 Evo 250GB **Bemerkungen:** Viele Controller verlangsamen den Zugriff.

µs Schr. Lesen ◀ Besser

Welcher RAID-Typ ist der richtige?

Nutzen Sie ein PCH-/Hardware-RAID (nicht)…

+ … wenn Sie Windows vom RAID booten oder die bestmögliche Kompatibilität möchten. Die SSDs erscheinen im OS nämlich als eine einzelne SSD.
− … wenn auf gute Zugriffszeiten oder bestmögliche Leistung angewiesen sind. In diesen Punkten gibt es leichte Nachteile beim Hardware-RAID.

Nutzen Sie ein Software-RAID (nicht)…

+ … wenn Sie ein möglichst reaktionschnelles und durchsatzstarkes Datenlager brauchen. Bei Software-RAIDs ist der Overhead gering.
− … wenn Sie Windows vom RAID booten möchten. Ein Software-RAID lässt sich erst nach der Installation einrichten und ist nur dem Betriebssystem bekannt.

Nutzen Sie eine Einzel-SSD (nicht) …

+ … wenn Sie ohne hohe Kosten den „SSD-Effekt" möchten. SSDs im RAID 0 bemerkt man im Vergleich zum Schritt von einer HDD zu einer SSD kaum.
− … wenn die Durchsatzgeschwindigkeit und der IOPS-Wert wichtiger als die Datensicherheit ist. Eine Kombination aus beiden ist enorm teuer.

Kopiertest: Software-RAID arbeitet zügig

PCGH-Kopiertest, 50.000 Dateien

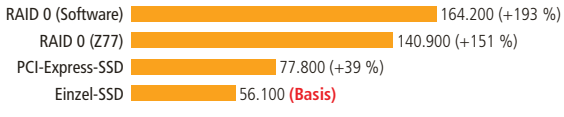


System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251, 2 x SSD 840 Evo 250GB

Sekunden
◀ Besser

AS-SSD: Für Sekunden 3-fache IOPS-Leistung

AS-SSD, IOPS bei 4K-64 Writes

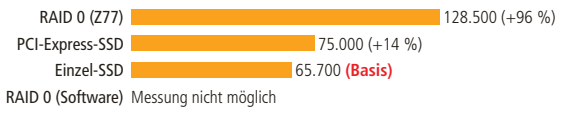


System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251, 2 x SSD 840 Evo 250GB

IOPS
▶ Besser

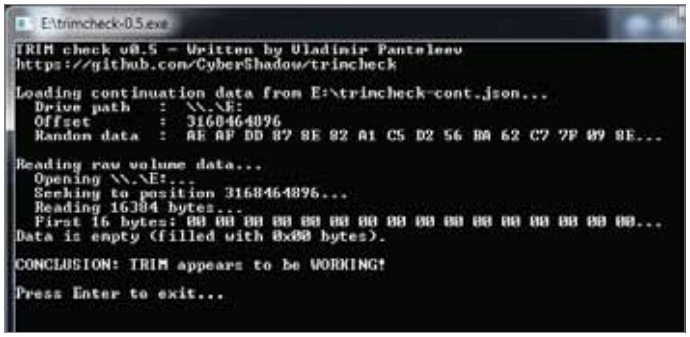
Iometer: Software-RAID verhindert Messung

IOMeter, 4k-Random-Writes, IOPS-Leistung nach fünf Minuten Laufzeit

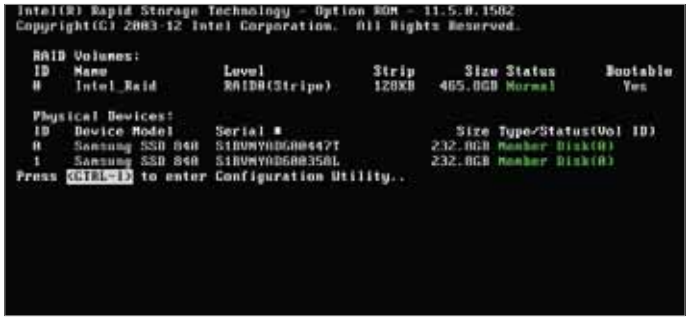


System: Core i7-3470 (Stromsparfunktionen aus), MSI Z77-GD80, 4 GiB RAM (DDR3-1337); Windows 7 x64; Intel INF 9.4.0.1017, Intel RST 12.6.0.1033, Intel USB 3.0 XHC 1.0.8.251, 2 x SSD 840 Evo 250GB

IOPS
▶ Besser



Bei einem SSD-RAID kann es passieren, dass trim-Anweisungen nicht weitergegeben werden. Das lässt sich mit dem Tool trimcheck und etwas Zeit kontrollieren.



Hier ein Screenshot des Controller-BIOS eines Z77-RAID-Controllers. Dieser Bildschirm wird etwa ein bis zwei Sekunden lang angezeigt und verlängert so die Bootdauer.

und wird von vielen High-End-SSDs in diesem Bereich bereits deutlich übertroffen. Die Messung der IOPS-Leistung mit Iometer ist beim Software-RAID wie bereits erwähnt nicht möglich. Die zu erwartende Leistung dürfte aber ein wenig über der des per PCH erstellten Stripeset liegen.

Bei der IOPS-Messung mit AS-SSD zeigt sich hingegen ein seltsames Ergebnis, das auch noch reproduzierbar ist: Das Software-RAID, bestehend aus zwei SSDs, schafft beinahe drei Mal so viele Ein- und Ausgabe-Operationen pro Sekunde wie eine Einzel-SSD. Dieses auf den ersten Blick widersinnige Resultat lässt sich aber erklären: Beim Test der Samsung SSD Evo 840 stellten wir fest, dass die SSD in den ersten paar Sekunden eines Schreibvorganges in der Lage ist, mit 90.000 statt mit den vom Hersteller angegebenen 66.000 IOPS zu arbeiten. Da AS-SSD bei der Messung nur mit einer 1 GByte großen Datenmenge arbeitet, sind es in einem RAID 0 nur 500 MByte, die pro SSD geschrieben werden müssen. Diese kleine Datenmenge bewältigen die flinken Flash-Speicher so schnell, dass die Schreibvorgänge erledigt sind, bevor die SSDs auf den vom Hersteller genannten Nenn-IOPS-Wert „einbrechen". Beim Z77-basierten RAID 0 lässt sich dieser Effekt immer noch erkennen, wobei er hier bei Weitem nicht so deutlich durchschlägt. Das Phänomen tritt nur bei den SSDs dieser Serie und Kapazität auf (beziehungsweise bei jenen SSDs, die einen schnellen, aber kleinen Cache nutzen).

Performance(-Nachteil) teuer erkauft

Je näher man sich an die Realität hält, desto übersichtlicher werden die Vorteile, die ein SSD-RAID dem Nutzer bringt. Das gilt auch für die stark gesteigerten IOPS-Werte. In der Praxis ist eine solche Operationszahl pro Sekunde kaum zu bemerken, vor allem, da solche Werte erst ab einer gewissen Queue Depth auftreten, die in der alltäglichen Nutzung kaum erreicht wird. Auch bei unserem Kopiertest spart ein Software-RAID im Vergleich zu einer Einzel-SSD nur noch ein Drittel der notwendigen Zeit ein. Diese Zeitersparnis schlägt sich in Form einer zweiten SSD aber mit 100 Prozent Aufpreis im Geldbeutel nieder. Bei den beiden anderen RAID-0-Varianten (PCI-Express-Karte und Z77) fällt der Vorsprung noch geringer aus.

Ein gegenteiliges Bild zeichnet sich bei der Startzeit von Windows ab: Windows ist von einer Einzel-SSD gestartet bereits nach 19,7 Sekunden einsatzbereit. Mit einem per Z77-Controller eingerichteten RAID 0 dauert der Startvorgang fast zwei Sekunden länger. Der Grund hierfür ist das BIOS des Controllers, das den Bootvorgang im Schnitt ein bis zwei Sekunden verlängert. Aber selbst wenn man dieses vernachlässigt, setzen sich SSDs im RAID 0 hier nicht von einer Einzel-SSD ab. Das Booten von Windows von einem Software-RAID ist zudem unmöglich.

Noch schlechter schneiden RAID-Verbünde bei den Zugriffszeiten ab: Ein über den Chipsatz eingerichtetes RAID sorgt beinahe für eine Verdoppelung der für den Zugriff nötigen Zeit. Noch stärker ist die Auswirkung, welche eine PCI-Express-SSD hat: Ein Zugriff dauert hier 4,5 Mal so lange wie bei einer SSD im Einzelbetrieb. Das wirkt sich vor allem bei der Arbeit mit vielen kleinen Dateien aus.

Ob sich ein RAID 0 aus SSDs lohnt, hängt vor allem vom Einsatzzweck des Speichers ab. Während man sich beim Filmschnitt vermutlich sehr über einen solchen Daten-Durchsatz freuen wird, ist die IOPS-Leistung vor allem für Server interessant. Ein normaler Gaming-PC profitiert hingegen kaum von SSD-Raids. Das Geld in eine flinke Einzel-SSD zu investieren, dürfte für die meisten Nutzer wohl die vernünftigere Variante sein. *(rs)*

Fazit

SSD-RAID ja oder nein?

Die Vorteile eines RAID 0 aus SSDs halten sich für Spieler in Grenzen. Falls Sie aber nicht verzichten können oder wollen, ist eine Software-Lösung die leistungsfähigste Variante, die aber die CPU belastet. Wollen Sie im RAID booten, ist die Einrichtung über den PCH notwendig. PCI-Express-Karten stellen eher einen (zu) teuren Kompromiss dar.

COOLER MASTER®

SILENCIO 652

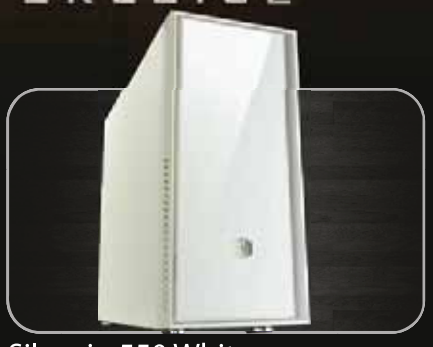
EXTREM COOL UND FLÜSTERLEISE



Silencio 352



Silencio 550 Matte



Silencio 550 White

coolermaster.de

www.alternate.de | www.atelco.de | www.bora-computer.de | www.caseking.de | www.conrad.de | www.cyberport.de
www.hardwareversand.de | www.mindfactory.de | www.snogard.de | www.urano-shop.de
www.brack.ch | www.digitec.ch | www.steg-electronics.ch | www.ditech.at | www.e-tec.at



Luxus-Platinen für Sockel 2011 im Test

Rundum-Sorglos-Paket

Der Sockel 2011 ist Intels Enthusiasten-Plattform: Wer sich für ein solches System entscheidet, stellt höchste Ansprüche an Leistung und Stabilität. Wir unterziehen zwei Oberklasse-Mainboards dem Test.

Ganz taufrisch ist er nicht mehr, der Sockel 2011. Dennoch stellt die bereits, wie der Name schon andeutet, seit zwei Jahren verfügbare Plattform die Speerspitze der Intel-Systeme dar. Wer auf Core-i7-Extreme-Prozessoren setzen möchte, der kommt bis heute nicht an dem ein wenig in die Jahre gekommenen Sockel 2011 vorbei.

Extreme Verhältnisse

Als PCH kommt auf allen Mainboards dieser Plattform der X79 zu Einsatz. Im Vergleich zu moderneren Chips, wie etwa der Haswell-Oberklasse Z87, hinkt der Sandy-Bridge-E- und Ivy-Bridge-E-Controller etwas hinterher: So fehlt etwa native USB-3.0-Unterstützung, diese muss auf den diversen Mainboards mit einem Zusatzchip von Drittherstellern realisiert werden. Das bedeutet aber nicht, dass es sich bei dem X79 um ein minderwertiges PCH handeln würde.

Beide Mainboards, die wir im Test haben, prahlen mit umfangreicher Ausstattung. Je acht RAM-Bänke, um große Speichermengen und Quad-Channel-Betrieb zu ermöglichen, sowie mindestens vier PCI-Express-Slots für Quad-SLI oder Quad-Crossfire-Systeme sprechen eine deutliche Sprache: Wer nach extremer Leistung lechzt, der bekommt mit einer dieser Hauptplatinen die richtige Basis für ein absolutes High-End-System. Egal ob hochgezüchteter Gaming-Bolide oder Werkzeug für Extrem-OC, sowohl das Asus Rampage IV Extreme als auch das MSI Big Bang XPower II möchten die anspruchsvollen Käufer von Mainboards der 300-Euro-Klasse zufriedenstellen. Ob das gelingt und welche weiteren Besonderheiten die beiden Sockel-2011-Platinen mitbringen, klären wir in unserem Test.

Die Testplattform

Wie alle anderen Mainboards auch, müssen sich die Luxus-Mainboards einer ganzen Reihe an Prüfungen unterziehen. Die Stabilität analysieren wir, indem wir den enorm anspruchsvollen Ego-Shooter *Crysis 3* parallel zum rechenintensiven Prime 95 laufen lassen, eine ganze Stunde lang.

Zusätzlich unterziehen wir beide Boards einigen anderen Tests: Kopierleistung der USB- und SATA-Controller, Spiele-Performance und Übertaktungstauglichkeit werden gemessen. Prozessorseitig kommt ein Intel Core i7 3960X zum Einsatz, die Grafikberechnungen übernimmt eine Geforce GTX 670, hinzu kommen acht GiByte Arbeitsspeicher, die mit 2.133 MHz takten. Das Betriebssystem liegt wie immer auf unserer Patriot-Pyro-SSD mit 256 GByte Kapazität. Diese verwenden wir auch für die Tests anderer Mainboards für Intel-Prozessoren, etwa den aktuellen Haswell-Modellen.

Zusätzlich messen wir die Temperaturen der Spannungswandler und prüfen genauestens die zahlreichen Einstellungsmöglichkeiten im UEFI. Auch auf mögliche Layoutfehler gehen wir ein.

Asus Rampage IV Black Edition: Unter Piratenflagge auf Kaperfahrt. Mit dem Rampage IV Black Edition erweitert Asus seine bekannte und beliebte ROG-Serie um ein weiteres High-End-Motherboard. Passend zum Namen der Sockel-2011-Hauptplatine legt Asus dem Board eine Vollversion von *Assassin's Creed IV: Black Flag* in Form eines Uplay-Downloadcodes bei.

Pflichtprogramm

Aber auch ansonsten hat Asus bei der Ausstattung des Mainboards nicht gekleckert: Ganze acht Slots stehen für Arbeitsspeicher zur Verfügung. Neben dem optimalen Quad-Channel-Betrieb ist selbstverständlich auch Triple-, Dual-, und Single-Channel-Betrieb möglich, wenn auch nicht empfehlenswert.

Fans von Mutli-GPU-Systemen werden ebenfalls ihre Freude an dem Asus Rampage IV Black Edition haben: Das Board unterstützt den PCI-Express-3.0-Standard und bietet die Möglichkeit, vier Grafikkarten gleichzeitig zu betreiben. Je nach Konfiguration stehen den Grafikkarten dabei unterschiedlich viele Lanes zur Verfügung: Im Dual-GPU-Betrieb können beide Pixelschubser mit je 16 Lanes angebunden werden. Kommt eine dritte Karte hinzu, hat diese ebenfalls Zugriff auf acht Lanes. Bei vier Karten ergibt sich entsprechend eine Aufteilung von einmal 16 und dreimal acht Lanes je Grafikkarte. Die Performance-Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbindungsvarianten stellen sich allerdings meist als minimal heraus.

Auch audiophilen PC-Spielern und Übertaktern dürfte das Rampage IV Black Edition zusagen: Der hochwertige Supreme-FX-Chip bietet ein angenehmes Klangerlebnis, auch wenn er natürlich nicht mit Top-Soundkarten wie etwa der Asus Xonar Essence mithalten kann. Der hardwareseitige Kopfhörervorverstärker von Cirrus Logic erlaubt zusätzlich den Betrieb von hochohmigen Headsets. Zudem verfügt das Board über einen optischen Ausgang und die Möglichkeit, 7.1-Systeme anzuschließen.

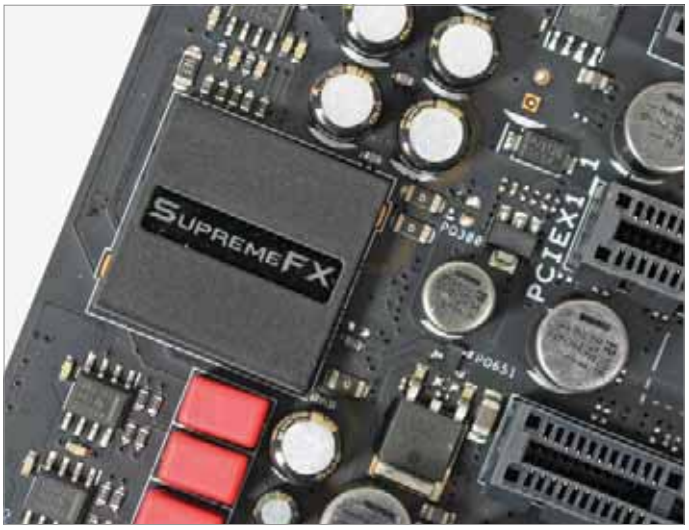
Wer viele USB-Geräte betreibt, findet mit dem Rampage IV Black Edition ebenfalls einen passenden Partner: Sechs USB-3.0-Anschlüsse finden sich am hinteren I/O-Panel, zwei weitere können direkt vom Mainboard an die Gehäusefront durchgeschleift werden. Zusätzlich zu den USB-Superspeed-Ports gibt es vier weitere USB-2.0-Anschlüsse an der Rückseite. Vier weitere stehen für das Front-Panel zur Verfügung. Daraus ergibt sich eine rechnerische Gesamtzahl von 16 USB-High-Speed-Ports und acht USB-3.0-Anschlüssen.

Magnetfestplatten, Solid State Disks und optische Laufwerke finden an insgesamt 12 SATA-Anschlüssen ihren Platz. Zwei davon stehen als E-SATA für externe Geräte zur Verfügung. Intern können zehn Laufwerke verbunden werden, sechs davon über den schnellen SATA-6G-Standard. Die vier SATA-3-Anschlüsse sollten aufgrund der geringeren Übertragungsrate DVD-Brennern & Co. sowie herkömmlichen Magnetfestplatten vorbehalten bleiben. Moderne SSDs können nur an den SATA-6-Ports ihr volles Geschwindigkeitspotenzial ausspielen.

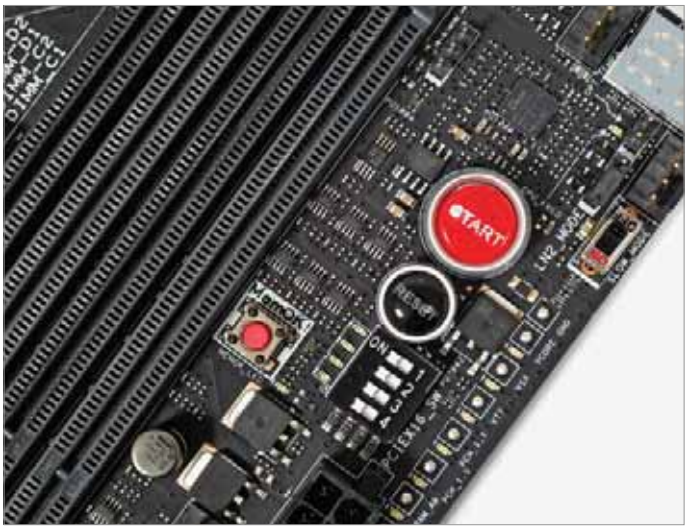
Das UEFI des Rampage IV Extreme kommt wie die Platine selbst komplett in Schwarz daher. An der Struktur des sehr übersichtlichen ROG-UEFIs hat sich glücklicherweise nichts geändert: Trotz einer Vielzahl an Stellschrauben zur Systemoptimierung findet man sich immer schnell zurecht. Besonders gut gefällt uns die bereits von anderen Boards bekannte Favoriten-Funktion: Einstellungen, die wir besonders häufig verwenden, etwa RAM-Timings, Multiplikator sowie CPU- und PCH-Spannung werden per Tastendruck auf einer eigenen Übersichtsseite zusammengefasst. Das erspart besonders auf der Jagd von Benchmarkrekorden viel Zeit und Klicks. Und sollten wir uns mal vertan haben und das System verweigert daraufhin den Start, so helfen der Clear-CMOS-Schalter oder der Mem-OK-Taster aus der Bredouille. Ebenfalls praktisch sind die direkt auf dem Board angebrachten Reset- und Power-Schalter, die natürlich nur in offenen Benchmarksystemen ihren vollen Nutzen entfalten. Aber gerade bei einem Mainboard wie dem Asus Rampage IV Black Edition, das besonders häufig von Übertaktern verwendet werden dürfte, halten



Was aussieht wie ein Tricorder aus *Star Trek*, ist eigentlich das Asus-OC-Panel. Das können wir ans Mainboard anschließen und „On-the-fly" übertakten.



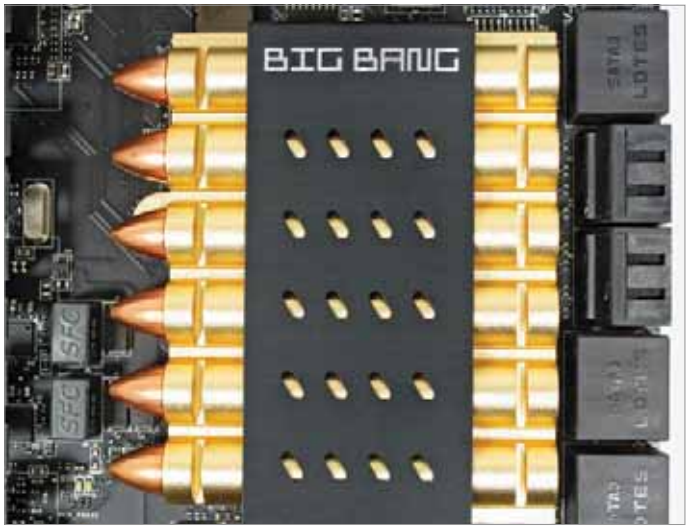
Auch für Freunde gehobenen Gehörgenusses ist gesorgt: Asus verbaut auf dem Rampage IV Black Edition einen hochwertigen Soundchip.



Wer ein offenes Bench-System verwendet und gerne mit extremeren Kühlmethoden wie LN2 experimentiert, dem wissen Power-Taster und Co. zu gefallen.



Auch MSI lässt audiophile Nutzer nicht hängen und verbaut standardmäßig einen X-Fi-Soundchip auf dem etwa 280 Euro teuren X79-Mainboard.



MSI setzt auf eine besonders martialische Optik: Der Kühlkörper des PCH ähnelt dem Magazin eines Sturmgewehrs, das Kaliber wurde nicht näher benannt.



Auch die Spannungswandler werden von einem Kühlkörper in kriegerischer Optik auf Temperatur gehalten. Drehen tut sich die Gatling-Gun im Betrieb aber nicht.

wir dieses Detail für ein unverzichtbares Feature. Insbesondere da die Platine noch wesentlich mehr Ausstattungsmerkmale bietet, die besonders Extrem-Übertakter freuen dürften. Auf diese gehen wir im nächsten Kapitel genauer ein.

Kür

Zunächst mal finden sich im UEFI des Asus Rampage IV Black Edition alle wichtigen Einstellungsmöglichkeiten für Overclocker: Spannungen, Timings et cetera können allesamt sehr präzise und vielfältig an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Die Grundvoraussetzungen für erfolgreiches Übertakten sind also gegeben.

Zwecks besonders genauer Spannungsüberwachung finden sich zudem neun Messpunkte für ein Multimeter neben dem 24-Pin-ATX-Anschluss. Zwar sind diese nicht in Plastikrahmen eingelassen wie etwa beim MSI MPower Max, das ist allerdings Kritik auf sehr hohem Niveau und stellt einen verschmerzbaren Nachteil dar.

Besonders Extrem-Übertaktern kommt Asus mit dem Rampage IV Black Edition entgegen: Der LN2-Modus, speziell für den Betrieb mit flüssigem Stickstoff ausgelegt, kann helfen, den „Cold Boot Bug“ zu umgehen. Dieser Fehler kann dazu führen, dass der Rechner bei extrem niedrigen Temperaturen jenseits der -80 °C nicht mehr startet. Da wir zum Testzeitpunkt aber keinen Zugriff auf flüssigen Stickstoff hatten, können wir das nicht bestätigen. Sollten wir dazu kommen, dieses Experiment nachzuholen, informieren wir Sie natürlich über das Ergebnis.

Das große Highlight stellt aber natürlich das mitgelieferte OC-Panel dar. Dieses wird per proprietärem Kabel an das Rampage IV Black Edition angeschlossen und per SATA-Stromkabel mit Energie versorgt. Auf dem Display lassen sich diverse Informationen rund um den Systemstatus anzeigen: Vom CPU-Takt über die Temperatur bis hin zur PCI-Express-Lane-Aufteilung ist alles möglich. Besonders spannend finden wir die Möglichkeit, einen K-Temperaturfühler anzuschließen. Das erspart bei Experimenten mit Trockeneis oder flüssigem Stickstoff den Aufbau eines zusätzlichen Thermometers. Ebenfalls praktisch ist der sogenannte „Slow Mode“, damit wird der Multiplikator der CPU im laufenden Betrieb auf 16 reduziert, was bei langen Benchmarksessions dazu genutzt werden kann, den Prozessor abkühlen zu lassen, ohne Neustarts oder gar ein Abschalten in Kauf nehmen zu müssen. Mutli-GPU-Fans dürften Interesse an der PCI-Express-Lane-Verteilung zeigen: Diese lässt sich mit dem OC-Panel per Jumper verstellen – der reelle Nutzen ist aber eher gering, das Mainboard verteilt die Lanes automatisch korrekt.

Ein weiteres Ausstattungsmerkmal des Asus Rampage IV Black Edition, das wir hervorheben möchten, ist das sogenannte ROG-Pause-Feature. Obwohl schon vom Maximus V Extreme bekannt, sorgt es immer noch für rege Diskussionen in der Übertakterszene, denn mit diesem Werkzeug wird es dem Nutzer, bildlich gesprochen, erlaubt, auf Hardwareebene die Zeit anzuhalten. Das bringt den Vorteil, Benchmarks pausieren zu können, um dem System Zeit und Ruhe zum Abkühlen zu geben, ohne das Benchmarkergebnis dabei negativ zu beeinflussen. Letztlich handelt es sich dabei um einen Cheat auf Hardwarelevel. Noch gibt es keine einhellige Meinung darüber, wie innerhalb der Overclocker-Community damit umgegangen werden soll. Ein Teil spricht sich jedenfalls gar dafür aus, alle Mainboards, die ROG Pause unterstützen, grundsätzlich der Benchmarkszene zu verweisen. Wer mehr über die Hintergründe erfahren möchte, setzt sich auf HWbot.org mit dem „Usain Bolt Paradox“ auseinander.

Alles in allem handelt es sich beim Asus Rampage IV Black Edition um ein äußerst gelungenes Mainboard. Die Verarbeitung ist über jeden Zweifel erhaben und auch das Ausstattungspaket sucht seinesgleichen. Allerdings lässt sich Asus die gebotene Leistung auch teuer bezahlen: Aktuell werden etwa 380 Euro für unsere neue Sockel-2011-Referenz aufgerufen. Wer aber ohnehin nicht aufs Geld achten muss und ein absolutes High-End-System aufbauen möchte, der bekommt mit dem Rampage IV Black Edition eine exzellente

Basis für sein Projekt. Alle anderen finden auf dem Markt zahlreiche Alternativen, die zwar weniger gut ausgestattet sind, aber immer noch die Bedürfnisse der meisten Nutzer erfüllen. Nachdem im Dezember 2013 zudem die ersten Engineering Samples der Haswell-E-Generation aufgetaucht sind, die auf den neuen, inkompatiblen Sockel 2011-3 setzen, stellt sich die Frage, welche Argumente aktuell noch für einen Sockel-2011-Aufbau sprechen.

MSI Big Bang Xpower II: X79-Gamer-Board mit PCI-Express 3.0 und kriegerischer Optik. Preislich ebenfalls am oberen Ende der Skala angesiedelt ist unser zweiter Testkandidat, das MSI Big Bang Xpower II. Auch dieses Mainboard setzt auf den X79-PCH und ein umfangreiches Ausstattungspaket für Enthusiasten. Welche Vorzüge und Nachteile das Board mit sich bringt, zeigt unser Test.

Kriegserklärung

Welches Ziel MSI mit der martialischen Optik genau verfolgt, wissen wir nicht, eines ist aber klar: Es scheiden sich die Geister daran. Die einen halten es für unnötiges Gehabe, die anderen sind vom eigenwilligen Design angetan. Wir wollen uns aber auf die inneren Werte der Sockel-2011-Platine konzentrieren.

Acht RAM-Slots mit Unterstützung für Quad-, Triple- und Dual-Channel-Modus stellen auch anspruchsvolle Naturen zufrieden. Selbst großer Bedarf an Speicherkapazität kann so befriedigt werden. Wie schon beim Asus Rampage IV Black Edition gilt auch hier, dass Quad-Channel-Betrieb eindeutig vorzuziehen ist.

Wie auch die Konkurrenz in Form des Rampage IV Black Edition unterstützt das MSI Big Bang XPower II den aktuellen PCI-Express-3.0-Standard. Auch die Lanes lassen sich ähnlich elegant aufteilen. Zwei Grafikkarten lassen sich mit je 16 Lanes betreiben, das Risiko eines möglichen Leistungsverlustes wird also ausgeschlossen. Dazu muss aber gesagt werden, dass selbst eine Anbindung mit lediglich acht Lanes kaum Auswirkungen auf die Performance haben dürfte, zumindest keine spürbaren. Interessant ist die Funktion, bei Bedarf zusätzliche Grafikkarten abschalten zu können, ohne diese ausbauen zu müssen: Dazu wird einfach der entsprechende PCI-Express-Slot deaktiviert. Hierzu sind allerdings nur die drei x16-Anschlüsse kompatibel. Der vierte zur Verfügung stehende Slot kann dieses Feature nicht bieten.

Auf dem MSI Big Bang XPower II stehen dem Benutzer insgesamt zehn SATA-Anschlüsse zur Verfügung. Sechs davon entsprechen dem schnellen SATA-6Gb/s-Standard. Zwei Ports werden durch den X79-PCH realisiert, die restlichen vier per ASMedia-Controller. Für optische Laufwerke und herkömmliche Magnetfestplatten bieten sich die zusätzlichen SATA-4Gb/s-Anschlüsse, vier an der Zahl. Insgesamt lassen sich also zehn Laufwerke anschließen, das sollte selbst Nutzer mit zahlreichen Laufwerken und erhöhtem Speicherplatzbedarf zufriedenstellen.

Die Ansprüche von Freunden gehobenen Klanggenusses sollen mit dem X-Fi-Chip erfüllt werden. Die Audioqualität geht durchaus in Ordnung, auch wenn es sich, obwohl es der Name vermuten lässt, nicht um einen Creative-Soundchip handelt. Zum Einsatz kommt ein Realtek AL898, der aber ein durchaus ansprechendes Klangbild zu erzeugen weiß. Wer mit der gebotenen Klangkulisse dennoch nicht zufrieden sein sollte, dem stehen auf dem MSI Big Bang XPower II genügend Erweiterungsslots für zusätzliche Steckkarten zur Verfügung.

Obwohl der X79-PCH offiziell keinen USB-3.0-Support bietet, stehen natürlich dennoch entsprechende Anschlüsse auf dem Board bereit. Diese sind per Drittanbieter-Controller von NEC realisiert. Zusätzlich bietet das MSI Big Bang XPower II eine ganze Reihe an USB-2.0-Anschlüssen, insgesamt

DAS TEST-MAGAZIN **FÜR DIGITALE UNTERHALTUNG**



DAS BESTE AUS ALLEN TECHNIK-WELTEN:
Flat-TVs | Smartphones
Tablets | Notebooks | Digitalkameras | Video | HiFi plus:
DIE COOLSTEN SPIELE und **ALLE FILM-BLOCKBUSTER**

25 JAHRE computec MEDIA

2 TOP-MOVIES AUF HEFT-DVD



Auch als Magazin-Variante ohne DVD für € 3,50



QR-Code scannen und hinsurfen!

WWW.SPIELEFILMETECHNIK.DE

Neue Ausgabe jetzt am Kiosk erhältlich oder einfach online bestellen unter: shop.spielefilmetechnik.de

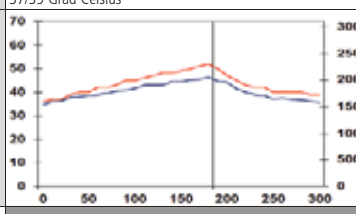
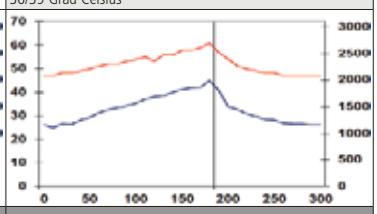
Auch erhältlich als ePaper bei:
computec MEDIA KIOSK | iKiosk | PresseKatalog Online-Kiosk

SOCKEL-2011-MAINBOARDS

Auszug aus Testtabelle
mit 83 Wertungskriterien





Mainboard	Rampage IV Black Edition	Big Bang Xpower II
Hersteller (Webseite)	Asus	MSI
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 380,-/ausreichend	Ca. € 280,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1024617	www.pcgh.de/preis/711485
Chip, Format, UEFI-Version, Board-Revision	X79, E-ATX	X79, ATX
Typberatung/OC-Tauglichkeit	Extrem-Übertakter	Extrem-Übertakter
Ausstattung (20 %)	**1,79**	**1,83**
Speichersteckplätze	8 x DDR3	8 x DDR3
Erweiterungs-Slots	x16 (2), x8 (2), x1 (2)	x16 (2), x8 (2), x1 (2)
Onboard-LAN	1 Port (Intel 82579V)	2 Port (Intel 82579V/82574L)
USB-Ports (extern + intern)	8 x USB 3.0, 10 x USB 2.0	6 x USB 3.0, 10 x USB 2.0
SATA-Ports	6 x 6Gb/s	6 x 6Gb/s
Thunderbolt	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Onboard-Sound	Asus ROG SupremeFX	Realtek ALC898
Video-Anschlüsse	-	-
Sound-Anschlüsse	Optisch, analog	Optisch, analog
Lüfteranschlüsse	8 x 4Pin	6 x 4Pin
SATA-Kabel	10 x SATA	8 x SATA
Sonstige Ausstattung	Asus ROG OC-Panel, Clear-CMOS. W-LAN, Bluetooth, MemOK-Schalter, Diagnose-LED	Clear-CMOS. W-LAN, Bluetooth, MemOK-Schalter, Diagnose-LED
Software	Asus Utilities, EZ Update, Security-Tools OEM	MSI Command Center, Lucid Virtu MVP, 7-Zip, Intel XTU, Norton Int. Sec., Trend Micro Safe Sync, Sound Blaster Cinema
Eigenschaften (20 %)	**1,31**	**1,59**
Multi-GPU: PCI-E-Lane-Aufteilung	x16/x16, x16/x8/x8 oder x8/x8/x8/x8	x16/x16, x16/x8/x8, x8/x8/x8/x8
Besondere Funktionen	Crossfire, SLI	Crossfire, SLI
UEFI-Menü	Übersichtlich, deutsche Version, viele Erklärungen, Easy-Modus, Favoriten, Notizen, Änderungsliste	Übersichtlich, deutsche Version, viele Erklärungen, Board-Explorer, Favoriten, Notizen, Änderungsliste
Besondere UEFI/BIOS-Optionen	UEFI-Savegames, Monitoring-Tools, Flash-Tools, LN2-Mode	UEFI-Savegames, Monitoring-Tools, Flash-Tools
Referenztakt (OC)/CPU-Multiplikator	80 bis 300 MHz, 8 bis 80	80 bis 300 MHz, 8 bis 80
CPU Strap	0	0
Speichertimings	Hauptlatenzen, Command-Rate, mehr als 30 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, mehr als 30 weitere
Speicherteiler	DDR3-800 bis DDR3-3200, 17 Stufen	DDR3-800 bis DDR3-3200, 17 Stufen
CPU-Spannung (Standard: 1,025 Volt)	0,001 bis 1,920 Volt, 0,001-V-Schritte	0,001 bis 1,920 Volt, 0,001-V-Schritte
Option gegen Vdroop	Acht Stufen	Acht Stufen
Ring-/Cache-Spannung (Standard: 1,025 V.)	0,001 bis 1,920 Volt, 0,001-V-Schritte	0,001 bis 1,920 Volt, 0,001-V-Schritte
PLL/VCCIN-Spannung (Standard: 1,8 Volt)	0,8 bis 3,040 Volt, 0,01-V-Schritte	0,8 bis 3,040 Volt, 0,01-V-Schritte
CPU-IO-Spannung (Standard: 1,015 V.)	Standardwert um 0,47 V. absenkbar oder 0,99 V. anhebbar, 0,001-V-Schritte	Standardwert um 0,47 V. absenkbar oder 0,99 V. anhebbar, 0,001-V-Schritte
System-Agent-Spann. (Standard: 0,925 V.)	Standardwert um 1,0 Volt anhebbar, 0,001-V-Schritte	Standardwert um 1,0 Volt anhebbar, 0,001-V-Schritte
Grafikkern-/VAXG-Spann. (Standard: 1,0 V.)	Nicht einstellbar	Nicht einstellbar
RAM-Spannung (DDR3-Standard: 1,5 Volt)	1,2 bis 1,92 Volt, 0,005-V-Schritte	1,2 bis 1,92 Volt, 0,005-V-Schritte
PCH-/Chipspannung (Z87: 1,05 Volt)	0,7 bis 1,92 Volt, 0,0125-V-Schritte	0,7 bis 1,92 Volt, 0,0125-V-Schritte
Weitere Spannungen	PCH-1,5	PCH-1,5
Herstellereigenes Auto-OC	Vorhanden	Vorhanden
Lüfterst. (s. auch Diagramm am Ende der Tabelle)	CPU-Lüfter und vier weitere automatisch	CPU-Lüfter und vier weitere automatisch
Standard-Referenztakt (CPU-Z)	100,02 MHz	100,02 MHz
Probleme beim Board-Layout	Problemlos	Problemlos
Abstände auf der Platine*	1,2/2,2/5,2/1,1/3,4/5,3 cm	1,2/2,2/5,2/1,1/3,4/5,3 cm
Praxisprobleme	Keine Probleme im Test	Keine Probleme im Test
Leistung (60 %)	**1,34**	**1,41**
Starcraft 2: HoTs, 1.080p, kein AA	31,0/10 Fps (Durchsch./Min-Fps) – sehr gut	31,0/11 Fps (Durchsch./Min-Fps) – sehr gut
Super Pi Mod 1.5 (1M/2M/4M)	10,31/22,646/50,555 Sek. – sehr gut	10,25/22,776/51,605 Sek. – sehr gut
USB-3.0-Leistung (Burst-Test)	216,6 MiByte/s – sehr gut	214,6 MiByte/s – sehr gut
LAN-Leist. schnellerer Port (send./empf.)	97/111 MiByte/s – gut	99/107 MiByte/s – gut
Stromverbrauch: Windows-Leerlauf	68 Watt	63 Watt
Stromverbrauch: Cinebench Single-Thread	104 Watt	91Watt
Stromverbrauch: Prime 95 + Crysis 3	323 Watt	314 Watt
Temp.: Z87/Wandler (gemessen auf Rücks.)**	37/39 Grad Celsius	36/39 Grad Celsius
Lüftersteuerung CPU-Kühler Wir entfernen den Lüfter des CPU-Kühlers, um einen Lastanstieg zu simulieren. Alle zehn Sekunden ermitteln wir **CPU-Temperatur** und **Lüfterdrehzahl**. Nach 190 Sekunden (senkrechter Trennstrich) setzen wir den Lüfter wieder auf den Kühler. Eine gute Lüftersteuerung passt die Drehzahl in feinen Stufen der Temperatur an. **Links:** CPU-Temperatur in °C, **rechts:** Lüfterdrehzahl in U/min, **unten:** Zeit in Sekunden.		
FAZIT	⊕ Extrem-OC-tauglich ⊕ Umfangreich ausgestattet ⊖ Sehr teuer	⊕ Acht RAM-Bänke ⊕ OC-tauglich ⊖ Recht teuer
	Wertung: **1,40**	Wertung: **1,67**

System: Core i7-4770K, kein Turbo, MSI GTX 670 Power Ed. (915/1.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (9-9-9-27, 2T), Cooler Master Hyper TX 3 @ 12 Volt, Anno 1404 „große Stadt“: max. Details, 1.680 x 1.050, kein AA/AF; Windows 7 x64, Geforce-Treiber 314.22 * Platz zwischen: CPU-Kühler-Bohrung und erster RAM-Bank/CPU-Kühler-Bohrung und zweiter RAM-Bank/CPU-Kühler-Bohrung und erstem x16-Slot/CPU-Kühler-Bohrung und CPU-Spannungswandler-Kühler/erstem und zweitem x16-Port ** Tatsächliche Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte

acht Stück an der Zahl. In Kombination mit den USB-3.0-Ports ergibt das eine rechnerische Gesamtzahl von 16 möglichen USB-Geräten. Selbst wer viele externe Peripherie anschließen möchte, hat also ausreichend Möhlichkeiten dazu.

Das UEFI des MSI Big Bang Xpower II entspricht hinsichtlich der Optik dem bekannten MSI-Standard. Das bedeutet eine gute Übersichtlichkeit und viele Komfortoptionen wie etwa eine Favoritenliste und den interessanten Board Explorer. Ebenfalls lobenswert sind die vielen Erklärungen im UEFI sowie die Verfügbarkeit der Menüs in Deutsch. Insgesamt hinkt das Optionsmenü des MSI Big Bang XPower II aber dennoch etwas hinter dem des Asus Rampage IV Black Edition hinterher.

Die Overclocking-Funktionen des Mainboards gefallen uns gut: Zahlreiche Regler und Stellschrauben lassen sich exakt an die eigenen Bedürfnisse anpassen. Allerdings dürfte die schiere Masse an regelbaren Einstellungen so manchen Einsteiger überfordern. Auf der anderen Seite richten sich umfangreich ausgestattete Sockel-2011-Platinen wie das MSI Big Bang Xpower II ohnehin eher an erfahrene Anwender, die genau wissen, welche Experimente sie mit ihrem System wagen möchten.

Insgesamt ist auch das MSI Big Bang XPower II ein sehr attraktives Sockel-2011-Mainboard. Ausstattung und Stabilität sind einwandfrei und stellen selbst anspruchsvolle Nutzer zufrieden. Lediglich an der Optik scheiden sich die Geister. *(tl)*

Fazit

Obsoleszenz voraus!

Asus hisst für das Rampage IV Black Edition die Piratenfahne und will die Leistungskrone der Sockel-2011-Mainboards mopsen – was auch gelingt. Die extrem umfangreiche Ausstattung und die tolle Übertaktbarkeit befördern das Board auf den ersten Platz. Aber auch das MSI-Board macht einen guten Eindruck, auch wenn die Optik Geschmacksfrage ist. Tatsache ist aber auch, dass Haswell-E samt neuem Sockel 2011-3 vor der Tür steht. Die Zukunftssicherheit ist also fraglich.

ANZEIGE

PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

PCGH-Miniabo

3 x PCGH lesen + Lüfter für 11 Euro

Be quiet Shadow Wings 120-mm-Lüfter

- Lüfter mit 800 U/min bei 12 Volt (dadurch sehr leiser Betrieb möglich)
- 3-Pin-Lüfteranschluss
- Minimierung von Geräuschen durch Antivibrationsbefestigungen und gummierten Lüfterrahmen
- Schraubenloser Einbau



WICHTIG: Nur solange Vorrat reicht!

1. Vorteil
Kostenlose Prämie

2. Vorteil
Keine Versandkosten

3. Vorteil
Früher als am Kiosk

Jetzt Abo online bestellen unter:

www.pcgh.de/miniabo-dvd



5.1-Surround-Systeme für 300 bis 600 Euro

Amtlicher Druck

Wo gibt es ein gutes 5.1-System für Spieler? Findet man eher bei fertigen PC-Lösungen das Passende, im Heimkino-Bereich oder ist es die Mühe wert, die Komponenten selbst zusammenzustellen?

Geht man als Spieler auf die Suche nach einem Surround-System, wird man schnell mit einem unübersichtlichen Markt und widersprüchlichen Tipps zu Anschaffungsfragen konfrontiert. Worauf ist zu achten und wie viel Geld sollte man überhaupt investieren? Für unseren Artikel haben wir Ihnen drei Systeme herausgesucht: Zuerst wäre da das verhältnismäßig günstige Logitech Z906 um 250 Euro. Diese Summe halten wir für sinnvoll, um in das Thema 5.1 einzusteigen. Eine Preisklasse höher steht das Teufel Concept E 450 Digital für 550 Euro, hier sollte der Klang schon wirklich überzeugen. Kann man für diesen Betrag vielleicht noch etwas Besseres bekommen? Wir lassen die beiden Systeme von der Stange gegen ein Setup antreten, das wir sorgfältig für etwa das gleiche Budget des Teufel-Systems selbst zusammengestellt haben. Es wird also spannend für uns: Können wir mit Köpfchen und eingesetztem Wissen die Fertiglösungen namhafter Hersteller in Sachen Preis/Leistung schlagen? Zahlt sich der Mehraufwand in Beschaffung, Aufstellung und Platzbedarf klanglich auch wirklich aus?



Logitech Z906: Günstiges System mit verschenktem Potenzial. Das kompakte Z906 besteht aus fünf Satelliten mit 7,6 cm durchmessenden, per Aluminium-Koni gekühlten Tiefmitteltönern. Die relativ schweren, stabil wirkenden Satelliten werden von einem 25,4 cm großen Tieftöner im Subwoofer unterstützt, der seine relativ kompakte Bauweise offensichtlich durch eine riesige Bassreflexöffnung zu kompensieren sucht. Die Verarbeitung ist ordentlich, die glänzenden Plastikteile des Subs sind allerdings kein optisches Highlight. Das Z906 bietet an der Rückseite des Subwoofers einen Mehrkanal-Eingang über Klinke, einen Cinch für Stereogeräte sowie zwei Toslink- und einen Coax-Eingang für digitale Geräte. Die angebotenen Effekte beschränken sich auf verschiedene Stereo-Upmixes. Dank der kompakten Ausmaße sind sowohl Subwoofer wie auch Satelliten verhältnismäßig einfach aufzustellen, auch auf kleineren Schreibtischen sollte genügend Platz vorhanden sein. Auch die etwas klapprige Steuerungskonsole ist kompakt. Hier können alle nötigen Einstellungen vorgenommen werden, alternativ liegt eine kleine Fernbedienung bei. Für den im Vergleich günstigen Preis macht das Logitech-System einen guten Eindruck.

Klanglich gibt es erst einmal wenig zu meckern. Die Satelliten spielen schön detailliert und relativ sauber, können zudem einen recht großen Raum bilden. Nur die Mitten, vor allem in den tieferen Frequenzen, bieten Ansatz für Kritik. Hier fehlt der Körper, der Stimmen lebendig erscheinen lässt. Auch andere

Klänge leiden darunter, etwa Gitarren, Celli oder Klarinetten. Dies ist aber eine typische Schwäche von kleinen Satelliten. Wer solch ein System mit diesem Wissen kauft, kann Logitech diese Schwäche höchstens ansatzweise ankreiden. Das gleiche Problem haben auch die Satelliten des Teufel-Systems, die allerdings noch etwas sauberer spielen können. Dafür lassen sie die bei dem Z906 vorhandene Räumlichkeit vermissen, die gerade im 5.1-Betrieb einen glaubhaften Surround-Sound bildet. Doch dann setzt der kleine Subwoofer ein. Offensichtlich versucht er seine geringe Größe durch möglichst krawalliges Auftreten zu kompensieren. Das geht gründlich nach hinten los: Die Bässe sind sehr schwammig, wirken träge und verpassen ständig den richtigen Einsatz um einige Millisekunden. Auf einen Verdacht hin stopfen wir die Bassreflexöffnung mit Dichtmaterial zu und siehe da, plötzlich ist der Bass erstaunlich präzise, einigermaßen straff und trifft zudem den richtigen Pegel. Jetzt klingt das Z906 den Preis berücksichtigend voll, ausgewogen und detailliert. Aber anscheinend verkaufen sich fette Bässe leichter als dezente, dafür weitaus präzisere Tieftöne. Schade, hätte Logitech auf ein geschlossenes System gesetzt, wären wir wohl bereit gewesen, einen Preis-Leistungs-Award herauszurücken. So wie der Subwoofer ist, können wir nur eine eingeschränkte Empfehlung geben: Für etwa 300 Euro gibt es mit dem Z906 ein brauchbares 5.1-System, das gut klingt und eine ordentliche Surround-Kulisse bildet. Aber stopfen Sie dem Subwoofer seine vorlaute Öffnung.

Teufel Concept E 450 Digital: Kleine Satelliten, riesiger Subwoofer. Bei dem Teufel-System fällt sofort der kühlschrankgroße Subwoofer auf. Die Satelliten wirken im direkten Vergleich damit winzig. Sie sind mit einem 1,9-cm-Hochtöner sowie einem 8-cm-Mitteltöner bestückt, der Center-Lautsprecher besitzt deren zwei und kümmert sich um den Großteil der mittleren Frequenzen. Wir haben sofort Bedenken, dass wir die Trennfrequenz recht hoch wählen müssen, um ein volles Klangspektrum zu erhalten. Dadurch könnte der Woofer leicht ortbar werden, zudem würden tiefere Töne nicht über verschiedene Satelliten, sondern einzig über den Sub wiedergegeben werden.

Die Verarbeitung des E 450 ist recht gelungen: Die Satelliten sind in Klavierlackoptik gehalten, die Bespannung ist sauber verklebt. Die Abdeckung kann auch abgenommen werden, die Mitteltöner aus schnödem Papier sind aber kein Hingucker. Die Oberseite und die Kontrolleinheit des Subwoofers greift die Optik der Satelliten mit fingerabdruckanfälligem, schwarz glänzendem Plastik auf, besteht ansonsten aber aus lackiertem MDF. An der Front wirkt das Material sehr dünn. Wegen des Downfire-Prinzips ruht der Sub auf gummierten Plastikfüßen in Aluminiumoptik. Insgesamt bleibt ein positiver Eindruck.

Die Verstärkereinheit wirkt dagegen billig und lässt Anschlüsse wie Features vermissen. In dieser Preisklasse sollte Wertigeres möglich sein. Statt einer automatischen Einpegelung gibt es nur die Möglichkeit, die Boxen mit einem Testton abzustimmen. Das ist zwar hilfreich, allerdings erfordert es etwas Geduld oder Erfahrung, die Satelliten damit bestmöglich aufzustellen und anzupassen. Die wichtigsten digitalen Soundformate werden unterstützt, darunter Dolby Digital Live und DTS. Der Equalizer, mit dem man die Satelliten ansteuern kann, ist umständlich zu bedienen. Dies trifft auch auf das kleine Rädchen zu, welches die Trennfrequenz des Subwoofers steuert. Es ist im Gehäuse versenkt und ohne Schlitzschraubenzieher läuft hier nichts. Nebenan gibt es einen Schalter für den optionalen Auto-Stand-by des Subwoofers. An der Front gibt es zwei weitere Regler für Gesamt- und Subwooferpegel. Sie sind sehr gut zu erreichen, vorausgesetzt natürlich, der Subwoofer ist in Reichweite. Mit der etwas unübersichtlichen Fernbedienung kann der Pegel zusätzlich geregelt werden, nicht aber der Tieftonanteil. Dank der kleinen Satelliten lässt sich das Teufel Concept E 450 Digital einfach aufstellen: Die zierlichen Boxen passen auf jeden Schreibtisch. An der Rückseite sind Schlüssellochaufhängungen, mit denen die Satelliten mithilfe einer Spax-Schraube an der Wand befestigt werden können. Nur der Sub muss irgendwo aufgestellt werden. Vielleicht kann die Freundin ja auf ihren Schuhschrank verzichten.

Beim Anspielen drängt sich der massive Subwoofer wie erwartet ziemlich derb in den Vordergrund. Die Satelliten dagegen haben ausgeprägte und sehr saubere Höhen. Die Divergenz ist bestechend. Nach einigen Anpassungen, dem korrekten Einpegeln und Ausrichten glättet sich der Eindruck aber deutlich. Allerdings mussten wir den Subwoofer sehr stark herabregeln (-7 dB). Wirklich homogen ist das Klangbild aber auch mit viel Mühe nicht. Zwischen Satelliten und Woofer klafft eine deutliche Lücke, die auch mit Anpassung der Trennfrequenz nicht völlig aus der Welt zu schaffen ist. Im Bereich der unteren Mitten ist ein hörbarer Übergang. Zudem trifft unsere Befürchtung zu: Die Trennung muss sehr hoch erfolgen, erst bei 250 Hz steigen die Satelliten richtig ein.

Teufel Concept E 450 Digital

Zweifellos ist der Teufel-Subwoofer das augenfälligste Merkmal des E 450. Ein 30-cm-Tieftöner befeuert die riesige Bassreflex-Box.



Mächtig wie der Monolith aus *2001 - Odyssee im Weltraum* dominiert der riesige Subwoofer den Eindruck des Teufel Concept E 450. Die Luft in der 60-Liter-Bassbox wird von einem 30-cm-Chassis aus verstärkter Pappe mit fahrradschlauchdicker Sicke komprimiert, der Sub funktioniert nach dem Downfire-Prinzip. Das heißt, der Schall wird nach unten abgestrahlt. Das sichert eine gute Beschallung in alle Richtungen, kann labile Fußböden wie etwa Parkett aber schnell zum Schwingen und Dröhnen bringen. Bei so viel Leistung sollte man eventuell den alten Trick mit der unterlegten Gehwegplatte nutzen, um Vibrationen zu mindern. Das Material an Front und Rückseite des Subwoofers wirkt sehr dünn, eventuell entstehen hier Resonanzen und damit der etwas brummige Ton.

Logitech Z906

Das im Vergleich günstige und zierliche Logitech-System kann mit durchaus gelungenen Satelliten punkten, die optisch wie klanglich gefallen.



Die überraschend schweren Satelliten des Z906 sind sauber verarbeitet. Das Auge erfreut außerdem das hübsche 7,6-cm-Chassis mitsamt Alu-Konus. Der Center-Speaker ist praktisch baugleich mit den restlichen Satelliten, nur Schriftzüge und Anschlüsse sind der Lage des Lautsprechers entsprechend angepasst. Dem nobel wirkenden THX-Logo sollten Sie nicht übermäßig Aufmerksamkeit schenken, allein ist es kein Garant für guten Klang. Doch hier ist es nicht fehl am Platz, die Logitech-Satelliten verrichten ihren Job durchaus gut. Sie spielen sehr sauber, können zudem einen ordentlichen Raum abbilden. Leider haben sie eine Mittenschwäche, Stimmen klingen etwas flach.

Der Bass ist auch herabgepegelt sehr kräftig. Bei rund 32 Hz beginnt er Druck zu machen, leistet sich aber bis etwa 60 Hz einige Unsauberkeiten. Die Satelliten klingen sehr ausgewogen, allerdings haben sie Schwächen bei der Detailabbildung. Vieles geht unter oder wird nicht sauber aus dem Klangbild herausgelöst. Das fällt besonders bei der Musikwiedergabe in Stereo auf: Das Teufel-System wirkt zugeschnürt. Gesang wird nicht etwa in den Raum projiziert, sondern bleibt klar vor dem Hörer. Das Problem mit der Trennfrequenz tritt hier außerdem stark in den Vordergrund. Hören wir etwa den Bluesrock-Song *No Sanctuary Here* von Chris Jones, werden Gesang wie auch Gitarrenklänge zwar sauber wiedergegeben, ein richtiger Bühnen-Effekt will sich aber partout nicht erleben lassen. Zudem dringen Teile von Jones' Stimme sowie der Gitarre aus dem leicht brummigen Subwoofer. Doch das Teufel-System ist wohl auch nicht für die Musikwiedergabe entworfen worden, sondern für druckvolle Wiedergabe bei Film und Spiel.

Hier kann das E 450 ordentlich punkten. In allen getesteten Spielen ist die Soundkulisse eindrücklich und der Subwoofer kann richtig auftrumpfen. Explosionen krachen markerschütternd, unser großkalibriges Scharfschützengewehr kracht dermaßen beeindruckend, dass wir den Rückstoß beinahe fühlen können. Die bassbetonte Soundkulisse von *Call of Duty: Ghosts* haut uns eine Tiefbass-Attacke nach der anderen um die Ohren. So heftig, dass in unserer Schreibtischaufstellung die Leuchtstoffröhren an der Decke des Großraumbüros flackern. Die Satelliten hinterlassen einen zwiespältigen Eindruck: Der saubere, ausgewogene Klang kann abermals überzeugen, doch ist die Raumabbildung alles andere als eindrücklich. Eine Surround-Kulisse ist dank der schieren Anzahl von Lautsprechern zwar gut wahrnehmbar, doch so richtig greifbar will sie sich nicht herausbilden. Außerdem verschwinden Details im Hintergrund. Dennoch: Der Eindruck ist durchaus positiv; wenn Sie (sehr) bassstarken Klang beim Spielen mögen und eine passende Räumlichkeit besitzen, ist das Teufel-System ein guter Griff. Wir finden jedoch, die Balance zwischen Subwoofer und Satelliten hätte etwas ausgewogener gewählt werden können. Womit wir zu unserem selbst zusammengestellten System kommen wollen:

Die eigene Zusammenstellung: Vollwertige 5.1-Anlage für kleines Geld. Wir wählten einen etwas anderen Ansatz als Teufel. Unser Subwoofer ist eine Nummer kleiner, die Satelliten sind dagegen ausgewachsene Lautsprecher mit jeweils 2,5 cm Hoch- und 13 cm Tiefmitteltönern. Der Wirkungsgrad von 89 dB ist für eine Kompaktbox sehr ordentlich. Ein Paar von diesen könnten im Stereo-Setup durchaus ein volles Klangspektrum inklusive Bassfundament wiedergeben. Der Woofer dient hauptsächlich als Unterstützung für die tiefsten Frequenzen, die Trennung wählen wir bei etwa 80 Hz. Die 25-cm-Membran des Tieftöners komprimiert rund 40 Liter Luft und leitet diese über ein Bassreflexsystem an der Front hinaus. Durch die Größe der Satelliten ergibt sich allerdings eine potenzielle Problematik bei der Aufstellung. Die Boxen sollten mit einigem Abstand zur Hörposition angebracht und ausgerichtet werden, um ihnen den vollen Klang zu entlocken.

Der Yamaha-Verstärker hat reichlich Features an Bord. So kann er dank Netzwerkunterstützung Internet-Radio wiedergeben, per Airplay Musik von mobilen Geräten streamen und lässt sich zudem per Smartphone steuern. Mit YPAO, Yamahas Feature zur automatischen Einpegelung, kann das Gerät die akustischen Gegebenheiten des Raumes ausmessen und die Lautsprecher für den optimalen Klang einstellen. Ein ausgesprochen hilfreiches Feature, das gerade Neulingen auf dem Gebiet viel Arbeit und Herumprobieren ersparen kann. Zusätzlich bietet der Verstärker verhältnismäßig viele Eingänge, per HDMI kann außerdem Ultra HD durchgeschleift werden. Upscaling unterstützt der RX-V475 allerdings nicht. Zusätzlich ist eine Fernbedienung im Lieferumfang enthalten, diese ist aber zweifellos sehr kompliziert geraten. Auch wenn die Feature-Liste im Vergleich lang erscheint: Für einen AV-Receiver ist sie eher durchschnittlich. In Sachen Ausstattung gewinnt unser selbst zusammengestelltes System aber mit Abstand. Der Yamaha unterstützt unter anderem Dolby True HD, DTS-HD sowie FLAC mit 192 kHz und bietet klanglich in dieser Preisklasse keinerlei Angriffsfläche.

Fangen wir mit einer Schwäche des Systems an: Die Mivoc RB 1050 haben kleinere Probleme bei der Wiedergabe der unteren Mitten. Stimmen und Instrumente lassen daher etwas Wärme vermissen. Außerdem fehlt es den Satelliten im reinen Stereobetrieb ohne Subwoofer an Bass. Allerdings konnten sich die Boxen nicht sehr lange einspielen, gut möglich, dass sie noch an Körper zulegen können. Viel gibt es ansonsten nicht zu me-

So entstand unser System

Eine Zusammenstellung eines guten 5.1-Systems erfordert Recherche und wohlüberlegtes Vorgehen. Wir dokumentieren den Prozess.

Wir wählten einen Preis um 550 Euro, da wir uns im Rahmen des Teufel-Systems bewegen wollten. Mit einem guten Verstärker, der als Erstes auf die Liste kam, wurde es in diesem Rahmen schon sehr eng für ordentliche Boxen plus Subwoofer, namhafte Hersteller schieden aus. Es brauchte also etwas Exotischeres. Geht es um guten Klang, ist www.Hi-Fi-Forum.de eine gute Anlaufstelle.

So kamen wir nach umfassender Recherche und ausgesprochen positiven Erfahrungen aus dem Eigenbau auf die Underdogs von Mivoc. Sowohl Subwoofer wie auch Boxen wurden in einigen wenigen Berichten durchweg gelobt, daher entschlossen wir uns nach kurzer Rücksprache mit Speakertrade.de, die den Vertrieb der Marke regeln und uns freundlicherweise die benötigten Lautsprecher zur Verfügung stellten, den Yamaha-Sound auf Mivoc wiederzugeben. Die RB 1050 MK 2 kosten 30 Euro das Stück, der Subwoofer etwa 130 Euro. Zusammen mit dem 290 Euro teuren RX-V475 kommen wir auf 570 Euro. Dafür gibt es ein wirklich ausgewachsenes Klangerlebnis, satten Bass und ein Setup, das nicht nur zum Spielen taugt, sondern durchaus auch gehobene musikalische Ansprüche befriedigt.

RB 1050 Mk 2

Die Boxen sind auch in einschlägigen Kreisen wenig bekannt. Ein positiver Bericht im HiFi-Forum, wo die Mivocs nur kleinere Defizite gegenüber einer NuBox 311 zeigten, ließ uns das Wagnis eingehen. Wir meinen, die NuBox ist dann doch noch etwas überlegen.



Hype 10 G2

Weder hübsch noch sonderlich gut verarbeitet trumpft der Mivoc Subwoofer mit inneren Werten auf. Das eingebaute 80-Watt-Aktivmodul und eine 25-cm-Membran reichen locker für das Spielezimmer. Gefunden haben wir den Sub durch Recherche im HiFi-Forum.



Yamaha RX-V475

Der AVR bietet relativ viele Anschlussmöglichkeiten, hat Netzwerkfunktionen wie Internet-Radio und kann per Smartphone oder Tablet gesteuert werden. Der Sound ist für diese Preisklasse sehr gut.



Bild: Yamaha

ckern. Tatsächlich sackte uns beim Testen die Kinnlade herunter. Die Boxen klingen für den Preis von nur 30 Euro pro Stück sensationell. Wir hatten uns ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis erhofft, nicht aber das: Die Mivocs rangieren in einer eigentlich deutlich teureren Liga. Ein absoluter Geheimtipp. Die Regalboxen spielen ausgesprochen lebendig und bilden sehr viele Details ab, projizieren diese auch eindrücklich in den Raum. Vorausgesetzt die Aufstellung stimmt, denn das Abstrahlverhalten erinnert stark an Monitor-Lautsprecher, die Hochtöner sollten exakt auf die Ohren des Hörers ausgerichtet sein. Sobald wir den kleinen Subwoofer anschließen, staunen wir erneut. Er spielt schön straff, trocken und sehr kraftvoll lochfrei bis etwa 28 Hz hinab. Bei sehr hohen Pegeln entstehen zwischen 40 und 50 Hz allerdings nervige Strömungsgeräusche an der Bassreflexöffnung. Ein Übergang zwischen Sub und Satelliten ist nicht wahrnehmbar. Insgesamt sind wir von dem Mivoc-Setup mehr als nur beeindruckt.

Auch bei der Musikwiedergabe in Stereo mit Subwoofer-Unterstützung kann unser 5.1-System trotz billiger Lautsprecher überzeugen. Die Boxen geben ein breites Klangspektrum wieder, zudem ist die Raumabbildung sehr gut. *For Wild Horses* klingt um Längen lebendiger als auf den anderen Systemen. Die Stimme schwebt locker im Raum, die Gitarre wird detailliert herausgearbeitet und der Bass hält sich vornehm im Hintergrund, zeichnet aber dennoch ein tiefes, sattes Bassfundament. *IM The Supervisor* von Infected Mushroom produziert mithilfe der RB 1050 MK2 astreinen, trocken Kickbass, der deutlich sauberer sitzt als auf dem dezent brummigen, etwas träge wirkenden Teufel. Wer etwas Natürlichkeit des Klangs angesichts des Preises unserer Boxen opfern kann, wird hier auch beim Musikhören glücklich. Im Spielebetrieb wissen unsere großen Satelliten besonders zu gefallen: Der Klang ist voll, zudem ist der Surround-Sound im Vergleich wie von einer anderen Welt: Man sitzt mitten im Geschehen, außerordentlich viele Details werden abgebildet. Dies fiel uns vor allem im gemoddeten *Skyrim* auf. Die unzähligen Geräusche schaffen eine sehr lebensechte Kulisse. Auch wenn wir uns wegen unserer Zusammenstellung nicht selbst beweihräuchern wollen: Hier stimmt die Balance und so sollte Surround klingen. Uns selbst auszuzeichnen ist dann auch etwas zu viel des Guten, daher gibt es keinen Award, wohl aber eine schriftliche Empfehlung: Für rund 570 Euro bekommen Sie eine vollwertige 5.1-Anlage anstelle eines schnöden Multimedia-Systems. Nur zusammenstellen müssen Sie dieses Setup selbst, fertig kaufen können Sie das System so nicht. *(pr)*

Fazit

Willst du etwas gutgetan,...

...tue es selbst. Wer selbst Hand anlegt, sich Mühe macht, der kann praktisch immer etwas Besseres für sich herausholen, als wenn es von jemandem erledigt wird, der auch noch darauf aus ist, es möglichst allen recht zu machen. Also: Ruhig mal ein wenig Initiative zeigen, es lohnt sich in fast immer. Dies betrifft auch amtlichen Klang.

5.1-SYSTEME

Auszug aus Testtabelle mit 13 Wertungskriterien







Produkt	Eigenbau Mivoc + Yamaha	Teufel Concept E 450 Digital	Logitech Z906
Hersteller	Mivoc / Yamaha	Teufel	Logitech
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. Euro 570,-/sehr gut	Ca. Euro 550,-/befriedigend	Ca. Euro 250,-/gut
PCGH-Preisvergleich	Nicht vorhanden	www.pcgh.de/preis/978956	www.pcgh.de/preis/621355
Art	5.1-System	5.1-System	5.1-System
Abmessungen Subwoofer	32 cm x 46 cm x 36 cm	39,5 x 62,5 x 39,5 cm	28 x 29,5 x 34 cm
Abmessungen Satellit	18 x 35 x 16 cm	9 x 12,5 x 9,5/20 x 9 x 9,5 cm	9,5 x 16 x 9 cm
Chassisbestückung Subwoofer	25 cm Tieftöner	30 cm Tieftöner	25,4 cm Tieftöner
Chassisbestückung Satellit	13 cm Tiefmitteltöner, 2,5 cm Hochtöner	8 cm Mittel-, 1,9 cm Hochtöner	7,6 cm Tiefmitteltöner
Ausstattung (20 %)	**2,25**	**2,5**	**3,08**
Anschlüsse	5/1 HDMI in/out; 2x Coax; 2 x Toslink; 3/1 Cinch in/out; 1x RJ45, 6,3-mm-Kopfhörerausgang, Preout SW, USB (1,5)	2 x Toslink, 2 x Coax, 3 x Cinch (Stereo), 1 x Cinch (5.1); Cinch-Ausgang (5.1) (2,0)	Multi-Klinke (3,5 mm), 2 x Toslink, Coax, Cinch (Stereo-Eingang) (2,5)
Bedien-Elemente	(Auto-)Stand-by; viele Optionen, Fernbedienung (1,25)	Netzschalter, (Auto-)Stand-by, Equalizer, Fernbedienung (1,75)	Stand-by, Input-Select, Mute, Pegel, Fernbedienung (2,75)
Zubehör	Nur benötigte Kabel (4,0)	Nur benötigte Kabel (Lautsprecherkabel extralang) (3,75)	Nur benötigte Kabel (4,0)
Sonstiges	Bassreflexöffnung auf der Rückseite (Sub und Satelliten)	Subwoofer arbeitet nach Downfire-Prinzip	Extragroße Bassreflexöffnung auf der Seite (Sub)
Eigenschaften (20 %)	**1,69**	**2,25**	**1,94**
Auffälligkeiten	Per App steuerbar; Airplay, Spotify; 192Khz-Support, ... (1,75)	Keine besonderen Auffälligkeiten (3,0)	Keine besonderen Auffälligkeiten (3,0)
Ergonomie	Alle nötigen Optionen am Gerät, umfangreiche, aber unnötig komplizierte Fernbedienung (2,0)	Ohne Fernbedienung kaum Zugriff auf Funktionen; Trennfrequenz nur mit Werkzeug zu regeln (2,5)	Alle Bedienelemente gut erreichbar, Fernbedienung simpel aber effektiv (1,75)
Verarbeitung	Satelliten und Subwoofer etwas lax verarbeitet (1,25)	Keine Mängel (1,0)	Keine Mängel (1,0)
Installation	Wegen der Größe schwierige Unterbringung der Satelliten; Auto-Einpegelung; einfache Verkabelung (1,75)	Satelliten sehr gut aufzustellen; Verbindungskabel variabel; Einpegelung mit Testton; Sub schwierig aufzustellen (2,5)	Problemlos aufzustellen; Verbindungskabel variabel; einfache Verkabelung (2,0)
Leistung (60 %)	**1,63**	**1,83**	**1,92**
Spiele	Sehr guter Surround-Effekt; Klang mit vielen feinen Details und ausgesprochen gute Ortung; punchiger Bass (1,5)	Ausgesprochen massiver Bass, Satelliten klingen sauber, aber nicht allzu detailliert, gute Ortung und Räumlichkeit (1,75)	Satelliten geben viele Details wieder und bilden eine eindrückliche Surround-Kulisse; Subwoofer brummig (2,0)
Musik	Gute Klangtreue und linearer Frequenzverlauf mit leichten Schwächen bei den unteren Mitten. Recht trockener, straffer Bass; (1,75)	Recht hohe Klangtreue und sauberer Klang, doch schwierig herauszuhörende Details und eingeschränkte Bühne (Satelliten); extrem kräftiger, etwas unpräziser Bass (2,25)	Recht saubere und dynamische Wiedergabe über die Satelliten, gute Bühnenabbildung; Subwoofer auch bei geringem Pegel sehr brummig und unpräzise (2,5)
Filme	Sehr gute Abbildung von Stimmen; durch Mittenschwäche etwas flach; kräftiger, tiefer Bass; sehr guter Surround (1,75)	Saubere Stimmwiedergabe, gute Rundumbeschallung, aber eingeschränkter Surround-Effekt; brachialer Bass (1,75)	Gute Stimmwiedergabe, eindrückliche Surroundkulisse; Subwoofer zu unpräzise (2,0)
Klang	Leichte Mittenschwäche mit Effekt auf Gesang und Instrumente, insgesamt jedoch volles Klangbild; recht sauberer, sehr kräftiger Bass (1,75)	Sauberer Klang der Satelliten; Subwoofer spielt sehr tief, anfangs etwas unsauber, dann linear; Bass sehr kräftig, doch nicht übermäßig straff, Übergang von Sub zu Sat hörbar (2,0)	Die Satelliten spielen recht sauber und detailliert, haben aber eine Mittenschwäche; Subwoofer brummig und unpräzise; Trennfrequenz hoch, Übergang jedoch nicht hörbar (2,25)
Pegel	Pegelfest, Strömungsgeräusche am Subwoofer (1,5)	Pegelfest bis maximale Lautstärke, jedoch wenig Leistung (1,0)	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)
Stereo-Separation/Surround	Ausgezeichneter Surround-Sound; sehr gute Ortung (1,5)	Ordentlicher Surround-Sound; gute Ortung (2,25)	Guter Surround-Sound; sehr gute Ortung (1,75)
FAZIT	⊕ Detaillierter Klang, sehr guter Surround-Sound ⊕ Angenehm satter und trockener Bass ⊖ Teile müssen gesondert gekauft werden	⊕ Sauberer Klang der Satelliten ⊕ Brachialer Bass ⊖ Etwas eingeschränkt in Details und Surround-Effekt	⊕ Gute Satelliten und schöner Surround-Effekt ⊕ Relativ günstig ⊖ Extrem brummiger Subwoofer
	Wertung: **1,77**	Wertung: **2,05**	Wertung: **2,15**



Besserer Klang oder mehr Features

Headset vs. Kopfhörer

Zuerst testen wir die Kopfhörer, darunter den per Mikrofon aufrüstbaren Custom One Pro, der damit zu einem Headset wird. Steelseries' neues Siberia Elite hält dagegen. Wer gewinnt den Zweikampf?

Dass ein guter Stereo-Kopfhörer meist klangliche Vorteile gegenüber einem ähnlich teuren Headset hat, ist nicht schwer zu erklären: In einem reichlich ausgestatteten Headset steckt deutlich mehr Technik als in einem Kopfhörer. Zudem kommt gerade bei teureren Headsets der Lifestyle-Faktor hinzu. Dicke Headsets mit auffälligem Design sind bei der spielebegeisterten Jugend auch ein modisches Accessoire. Das kann sich durchaus auf das Preis-Leistungs-Verhältnis auswirken: Man bedenke, was einige beliebte, stylishe Produkte so kosten. Bei Kopfhörern müssen daran weniger Gedanken verschwendet werden, die meist gesetztere Kundschaft bevorzugt ein schickes, aber schlichtes Design. Dafür steht bei Stereo-Kopfhörern ganz klar der Klang im Fokus. Die Kundschaft hat auch meist schon längere Hör- und Musikerfahrung gesammelt. Hi-Fi-Sound steht bei Headsets dagegen weit hinten in der Prioritätenliste. Ein klarer, unverfälschter und mit viel Schmelz transportierter Klang einer Violine ist im Gamingbereich schlicht kein brauchbares Verkaufsargument. Stattdessen ist Druck gefragt: Explosionen müssen amtlich krachen, peitschende Schüsse hallen und die Musik primär Adrenalin fördern – statt Genuss. Zudem ist bei einem Headset die Ausstattung stärker gefragt, von USB-Soundkarte über Kabelfernbedienung bis Surround-Software reicht die Palette. Nichts davon wird bei einem Kopfhörer benötigt. Trotz Überarbeitung und Angleichungen unseres Wertungssystems zum Thema Sound, bei dem sich Testkandidaten nun die Mehrheit der Wertungskriterien teilen, ist ein direkter Vergleich nicht so einfach möglich, ohne einen der Teilnehmer in Vergleich deutlich zu benachteiligen.

Doch manchmal gibt es ein Bindeglied zwischen zwei Welten, und so lassen wir ein Headset und drei Kopfhörer zur Inspektion antreten. Sie finden auf der dritten Seite dieses Artikels zwei Tabellen mit Bewertungen zur jeweiligen Kategorie. Ein Teilnehmer ist der Custom One Pro von Beyerdynamic. Dieser Kopfhörer ist ein Hybride, mit einem Nachrüstmikrofon wird aus dem Kopfhörer ein Headset. Damit kann der Custom in beiden Kategorien bewertet werden.

Philips Fidelio X1: Sehr bequemer, toll klingender Kopfhörer. „Qualität!" schreit uns schon lautmalerisch der wertige Karton des X1 entgegen. Design und Verarbeitung des Fidelio sind in dieser Preisklasse außergewöhnlich. Wir haben dem eleganten Hörer daher einen Extrakasten auf der nächsten Seite gewidmet. Der Klang hat uns sehr gut gefallen: Sehr smooth und warm spielt der Philips auf, verzichtet dabei aber nicht auf Detailreichtum. Der Bass ist deutlich, die Höhen sind etwas betont, die leichte U-Form des Frequenzbandes macht sowohl bei Musik als auch Film und Spielen sehr viel Spaß. Das liegt auch daran, dass die Mitten nicht unter dieser Abstimmung leiden. So etwas gibt es nicht oft, der Fidelio kann dadurch so-

fort beeindrucken. Einzig die Fans von sehr klarer Musik wie Klassik oder Jazz könnten den Klang zu tiefenbetont empfinden. Der Tiefton ist in den meisten Fällen aber angenehm straff und spricht flott an, nur weit unten im Keller wird er etwas unpräzise. Der offen gestaltete Kopfhörer spielt befreit, ein AKG Q701 kann das allerdings noch deutlich besser.

Beim Komfort schlägt der Fidelio alle Register. Wir können uns nicht erinnern, je einen angenehmeren Hörer auf den Kopf gehabt zu haben. Die großen Velour-Polster umschließen die Ohren und schmiegen sich samtig an, stützen zudem zusammen mit dem breiten Echtlederkopfband das recht hohe Gewicht effektiv ab, der Fidelio wirkt leichter, als er ist. Wenn Sie kein Mikrofon brauchen, ist der Philips-Hörer auch zum Spielen fantastisch: Der druckvolle, detailreiche Klang kann sowohl leise als auch laute Töne ausgezeichnet abbilden und voneinander trennen, die gute Räumlichkeit erleichtert dabei die Ortung. Für rund 200 Euro ist der Philips ein ausgezeichneter Kopfhörer und bekommt von uns einen Award.

Denon AH-D340: Kristallklarer Sound trifft seltsames Design. Der Denon ist ein Fliegengewicht. Keine 250 Gramm wiegt der zierliche Kopfhörer. Damit ist er anders als sein großer Bruder, der AH-D600, auch für den mobilen Einsatz geeignet. Das Design ist relativ schlicht, fällt jedoch mit dem hübschen Kontrast von Perlmuttweiß und Mattschwarz sowie den Metallakzenten auf. Die Verarbeitung ist recht gut gelungen, ein paar schöne Details sind augenfällig, etwa die gesteppten, in zwei verschiedenen alternierenden Stärken gezogenen Nähte an der Polsterung. Doch der Kopfhörer macht einen etwas filigranen, wenig robusten Eindruck, zudem klappern die Ohrmuscheln nervig. Einmal übergestülpt, sitzen sie aber sicher und ohne zu schlackern und dichten gut gegen Außengeräusche ab, da sie rundherum beweglich aufgehängt sind. Die ohraufliegenden Polster sind ausgesprochen weich und anschmiegsam, deshalb zumindest anfangs noch sehr bequem. Nach einiger Zeit beginnen sie aber leicht zu drücken, außerdem bekommt man warme Ohren. Der sehr schmale Bügel sitzt zudem etwas seltsam und ständig fühlbar auf dem Kopf. Für 300 Euro, die der AH-D340 ursprünglich einmal kosten sollte, scheint uns der Eindruck etwas dürftig. Doch der Denon kostet mittlerweile weniger als 100 Euro. Ein klarer Preis-Leistungs-Tipp, denn beim Klang gibt sich der Denon nur wenig Blöße:

Seine Stärke sind die wohl definierten, akzentuierten Höhen und oberen Mitten sowie der ansonsten ausgewogene, recht neutrale, klare Klang mit schönen transparenten Mitten. Für einige könnte diese Höhenbetonung schon etwas zu viel des Guten sein und mit einer leichten Schärfe irritieren. Der Bass dagegen hält sich meist dezent im Hintergrund, kann bei Bedarf aber auch sehr tiefe Frequenzen wiedergeben und legt dort auch an Körper zu. Insgesamt kann der Bass überzeugen und ist im Kontrast zu den klaren Höhen schön smooth. Dafür, dass es sich hier um ein geschlossenes Design handelt, zeichnet der kleine Denon eine recht große Bühne mit einer sauberen Instrumententrennung und kann viele Details aus anspruchsvollen Songs herausarbeiten. Auch in Spielen schlägt sich der kleine Hörer ordentlich, die akzentuierten Höhen können aber nervig werden, wenn allzu viele Schüsse peitschen.

Elite vs. Custom One Pro

Achtung, Designfehler: Der Blech-Bügel des Siberia Elite ist eine Zumutung (siehe Extrakasten). Das große Siberia zählt zu den besser klingenden Headsets. Allerdings gibt es auch hier die arttypische Abstimmung mit betonten Bässen und Höhen sowie etwas vernachlässigten Mitten. An den Custom kommt es dann auch klanglich nicht heran. Dabei klingt dieser für einen Kopfhörer aus dem Hause Beyerdynamic etwas enttäuschend. Die Höhen sind zurückgenommen, außerdem wirkt er etwas zugeschnürt und langweilig. Interessant hingegen: Ein variables Bassreflexsystem erlaubt es, den Tiefton in vier Stufen anzupassen. Auf der ersten Stufe ist der Bass kaum wahrnehmbar, auf Stufe 2 trocken und präzise. Ab Stufe 3 wird er aber schwammig und dumpf, beeinflusst zudem die Mittenwiedergabe

Besonderheiten der Kopfhörer

Philips Fidelio X1

Der Fidelio klingt nicht nur gut, er sieht auch noch gut aus. Die Verarbeitung ist erstklassig. Metall ist hier tatsächlich Metall und das Kopfband ist aus echtem Leder gefertigt. Zudem sind alle Teile sehr sauber bearbeitet und zusammengesetzt worden. Dies verbunden mit dem schlichten, aber eleganten Design macht der Philips Fidelio sich auch neben höherpreisigen Hi-Fi-Anlagen gut.





Beyerdynamic Custom One Pro

Der Custom lässt sich umfangreich dem eigenen Geschmack anpassen. Fast alle Elemente können getauscht oder ergänzt werden. Wir halten die Preise der Teile allerdings für sehr selbstbewusst gewählt. Das variable Bassreflex-System ist interessant und funktioniert in der Praxis eindrücklich. Je nach Stellung der Regler wird eine größere oder kleinere Bassreflexöffnung freigegeben.

Siberia Elite im Detail

Das Siberia Elite kann per Software umfangreich angepasst werden. Ein etwas weniger schönes Detail ist uns allerdings auch aufgefallen.



Die Software Steelseries Engine 3 ist recht umfangreich. Hier kann der Surround-Sound per Dolby-Headphone aktiviert und der Klang per 10-Band-Equalizer angepasst werden. Einige Presets sind bereits voreingestellt, tendieren aber dazu, den Sound sehr stark zu verändern. Das Mikrofon kann ebenfalls konfiguriert werden, auch eine Rauschunterdrückung und automatische Kompression können zugeschaltet werden. Die LED-Beleuchtung ist stufenlos in 16,8 Millionen Farben wählbar, zudem können Effekte wie „atmen" oder „colorshift" aktiviert werden. Die Settings können dann gespeichert werden, um sie später aufrufen zu können.



Der billig wirkende Kopfhörerbügel ist ein echtes Ärgernis. Die dünne Blechkonstruktion des Elite ist einem Preis von etwa 200 Euro absolut nicht angemessen. Zudem nervt sie beim Tragen: Berührt man das Headset oder auch nur das Kabel, schwingt der Bügel und lässt ein lästiges „Plöng" erschallen, das zudem durch die Verbindung mit den Resonanzkörpern der Ohrmuscheln auch noch deutlich verstärkt wird. Ist das niemandem beim Designen oder bei der Qualitätssicherung des Headsets aufgefallen?

HEADSETS

Auszug aus Testtabelle mit 13 Wertungskriterien





Produkt	Siberia Elite	Custom One Pro + Custom Mic
Hersteller	Steelseries	Beyerdynamic
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 220 (170 + € 50),-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de\preis\831935	www.pcgh.de\preis\831935
Art	Geschlossen, ohrumschließend	Geschlossen, ohrumschließend
Gewicht	Ca. 390 Gramm	Ca. 300 Gramm
Abmessungen Ohrmuschel (H x B x T)	10,5 x 10,5 x 2 cm	10 x 10 x 2,5 cm
Impedanz	32 Ohm	16 Ohm
Ausstattung (20 %)	**2,33**	**3,25**
Anschlüsse	USB; 3,5-mm-Klinke; zusätzliche Ein- und Ausgänge (1,5)	3,5-mm-Klinke am Kopfhörer, 3,5-mm-Klinke (Kabel) (2,25)
Bedienelemente	Lautstärkeregler, Mikrofonstummschaltung (3,0)	Mechanische Basskontrolle (4,5)
Zubehör	USB-Soundkarte (7.1); Verlängerungskabel; Adapter (2x) (2,5)	Adapter 6,3-mm-Klinke, extra Kabel o. Mikrofonanschluss (3,5)
Sonstiges	USB-Soundkarte optional; Kabel modular; LED-Beleuchtung	Kabel wechselbar
Eigenschaften (20 %)	**2,00**	**1,75**
Auffälligkeiten	Umfangreiche Software zur Anpassung (2,0)	Teile tausch- und modifizierbar (2,5)
Ergonomie	Schwer, aber bequem, Temperatur-Erhöhung unter Polstern (2,0)	Leicht und bequem, recht strammer Sitz (1,75)
Verarbeitung	Kopfhörerbügel billig, induziert Geräusche (2,0)	Keine Mängel (1,0)
Leistung (60 %)	**2,07**	**1,86**
Spiele	Guter Klang; sehr kräftige Bässe; sehr gute Ortung (7.1) (1,75)	Guter Klang; auf Wunsch kräftige Bässe; gute Ortung (1,75)
Musik	Ordentlicher Klang; dumpfe Mitten, eingeschränkte Bühne (2,75)	Detailliert; eingeschränkte Höhenwiedergabe und Bühne (2,25)
Filme	Stimmen leicht verfärbt; Dynamik eingeschränkt; viel Druck (2,0)	Gute Stimmwiedergabe; guter, kraftvoller Sound (1,75)
Klang	Kräftige Bassbetonung; Schwächen bei den Mitten (2,5)	Etwas eingeschränkte Dynamik und Höhen (2,0)
Pegel	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)
Stereo-Separation/Surround	Ordentlicher Stereo- und sehr guter Surround-Sound (2,0)	Ordentlicher Stereo-Sound; etwas begrenzte Bühne (2,25)
Aufnahmefunktion Mikrofon	Gute Stimmverständlichkeit, aber unnatürlicher Klang (2,5)	Sauber verständliche Stimmen, etwas dumpfer Klang (2,0)
FAZIT	⊕ Recht guter Klang ⊕ Umfangreiche Software ⊖ Teuer	⊕ Guter Klang ⊕ Vielfältig modifizierbar ⊖ Teuer
	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,12**

negativ. Der Custom trägt seinen Namen zu Recht, fast jedes Bauteil kann dem eigenen Geschmack angepasst werden. Die Teile sind jedoch sehr kostspielig. Mit einem 50 Euro teuren Mikrofon wird aus dem Kopfhörer ein Headset. In unserer Bewertung kann sich der Custom trotz besseren Klangs nicht gegen das Siberia Elite durchsetzen. Das liegt größtenteils an den vielen Features des Elite, auf die wir im Extrakasten auf der vorigen Seite nochmals hinweisen: Bedienelemente direkt am Hörer, USB-Soundkarte, viele Anschlussmöglichkeiten und das bessere Mikrofon. Für etwas zu teuer halten wir beide. *(pr)*

Fazit

Das Problem der Gleichstellung

Klanglich sind Kopfhörer einem etwa gleichpreisigen Headset immer eine Nasenlänge voraus. In unserer Bewertung kann ein mit Mikrofon aufgerüsteter Kopfhörer trotz eines klaren Fokus auf die Klangqualitäten nicht ganz mit einem guten Feature-Paket mithalten. Aber es ist eine ziemlich knappe Angelegenheit.

KOPFHÖRER

Auszug aus Testtabelle mit 11 Wertungskriterien







Produkt	Fidelio X1	AH-D340 Music Maniac	Custom One Pro
Hersteller	Philips	Denon	Beyerdynamic
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 200,-/sehr gut	Ca. € 90,-/sehr gut	Ca. € 170,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de\preis\829696	www.pcgh.de\preis\918620	www.pcgh.de\preis\831935
Art	Offen, ohrumschließend	Geschlossen, ohraufliegend	Geschlossen, ohrumschließend
Gewicht	Ca. 370 Gramm	Ca. 245 Gramm	Ca. 290 Gramm
Abmessungen Ohrmuschel (HxBxT)	10,5 x 10,5 x 3,0 cm	10 x 7,5 x 2,5 cm	10 x 10 x 2,5 cm
Impedanz	30 Ohm	36 Ohm	16 Ohm
Ausstattung (20 %)	**2,50**	**2,38**	**2,63**
Anschlüsse	3,5-mm-Klinke am Kopfhörer, 6,3-mm-Klinke (Kabel) (2,0)	3,5-mm-Klinke am Kopfhörer, 3,5-mm-Klinke (Kabel) (2,25)	3,5-mm-Klinke am Kopfhörer, 3,5-mm-Klinke (Kabel) (2,25)
Zubehör	Adapter von 6,3- auf 3,5-mm-Klinke, Kabelclip (3,0)	Adapter auf 6,3-mm-Klinke, robuste Tragetasche (2,5)	Adapter auf 6,3-mm-Klinke (3,0)
Sonstiges	Kabel wechselbar, robuste Nylon-Ummantelung	Kabel wechselbar; Smartphone-App als Download	Kabel wechselbar
Eigenschaften (20 %)	**1,42**	**2,08**	**1,58**
Auffälligkeiten	Wertige Materialien, sehr gute Verarbeitung (2,0)	Keine Auffälligkeiten (3,0)	Variables Basssystem; Teile tausch- und modifizierbar (2,0)
Ergonomie	Außergewöhnlich bequem auch nach langem Tragen (1,25)	Sehr leicht; spürbare Ohrpolster und Kopfbügel (2,25)	Leicht und bequem, recht strammer Sitz (1,75)
Verarbeitung	Keine Mängel (1,0)	Keine Mängel (1,0)	Keine Mängel (1,0)
Leistung (60 %)	**1,46**	**1,63**	**1,83**
Spiele	Sehr detaillierter, druckvoller und dynamischer Klang (1,5)	Sauberer, kristallklarer Klang, event. nervig; dezenter Bass (2,0)	Guter Klang; auf Wunsch kräftige Bässe; gute Ortung (1,75)
Musik	Leichte Bassbetonung, große Bühne, viele Details (1,5)	Recht große Bühne; detaillierte, ausgeprägte Höhen (1,5)	Detailliert; eingeschränkte Höhenwiedergabe und Bühne (2,25)
Filme	Detailreicher, warmer und dynamischer Klang (1,5)	Sehr dynamisch und detailreich; relativ dezenter Bass (1,75)	Gute Stimmwiedergabe; guter, kraftvoller Sound (1,75)
Klang	Tiefenbetonter, warmer Klang; sehr gute Auflösung (1,75)	Höhen und obere Mitten betont; sehr detailliert (1,75)	Etwas eingeschränkte Dynamik und Höhen (2,0)
Pegel	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)	Pegelfest bis maximale Lautstärke (1,0)
Stereo-Separation/Surround	Sauberer Stereo-Sound; große Bühne; präzise Ortung (1,5)	Gute Stereo-Separation; präzise Ortung; gute Bühne (1,75)	Ordentlicher Stereo-Sound; etwas begrenzte Bühne (2,25)
FAZIT	⊕ Sehr guter Klang ⊕ Sehr bequem ⊕ Top verarbeitet	⊕ Detaillierter, sehr klarer Klang ⊕ Sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⊖ Eingeschränkter Komfort	⊕ Guter Klang ⊕ Vielfältig modifizierbar ⊖ Teure Extras
	Wertung: **1,66**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,94**

25 JAHRE computec MEDIA LEIDENSCHAFT FÜR GAMES

ABO-JUBILÄUMSAKTION

JAHRESABO PC GAMES DIGITAL-ONLY

ANSTATT 39,99 EURO NUR 29,99 EURO

Aktion nur gültig von Januar bis März 2014

25% RABATT

DIE PC-GAMES-APP:

- ✔ Aktuelle Tests, Previews & Reports!
- ✔ Zusätzliche Bilder, Videos und Trailer
- ✔ Interaktive PC-Games-Motivationskurve



QR-Code scannen und hinsurfen!

www.pcgames.de/abokombi



Acht Displays von 140 bis 240 Euro im Test

Preiswerte 24-Zoll-LCDs

PCGH testet Displays mit 24 Zoll Bildschirmdiagonale und 60 Hertz: Was taugen die preiswerten Monitore in Zeiten von 144 Hertz und Co. überhaupt noch?

Im Vorfeld dieses Tests wollten wir von Ihnen wissen: Welche Auflösung hat das nächste LCD? Wie viel darf das nächste LCD kosten? Welche Bilddiagonale hat das nächste LCD? Die Ergebnisse dieser Umfragen finden Sie auf der nächsten Seite. Wir haben mit den Resultaten unseren PCGH-Preisvergleich gefüttert und nach Beliebtheit sortieren lassen. Dabei ist für den 24-Zoll-Bereich das Testfeld dieses Artikels zusammenkommen. In Ausgabe 03/2014 werden wir dann entsprechend der Umfragen 27-Zöller testen. Diesmal prüfen wir LCDs von LG, Asus, Dell, Samsung, Acer, Benq und AOC. Darunter sind neben Monitoren mit TN-Technik auch einige IPS-Displays. So hat uns Acer zum Beispiel zwei ähnliche Bildschirme geschickt – einmal mit TN und einmal mit IPS. Eine sehr gute Vergleichsmöglichkeit der beiden unterschiedlichen Techniken.

Testmethoden

Seit Ausgabe 12/2012 testen wir auch die Reaktionszeit per Small Monitor Test Tool 2.5.1. Den Wert aus dem alten Farbkombinationstest geben wir vorläufig in der Testtabelle in Klammern weiterhin an.

Die Werte der Schaltgeschwindigkeit nach der neuen Methode liegen deutlich näher an den Werten der Hersteller, sodass auch unregelmäßige PCGH-Leser nicht von den großen Differenzen zwischen Herstellerangaben und unseren Messwerten verunsichert werden. So sind LCDs mit einer gemessenen Reaktionszeit von weniger als 5 Millisekunden voll spieletauglich. Eine eventuelle Koronabildung durch den Einsatz von Bildverbesserungstechniken (Overdrive) geht weiterhin in die Leistungsnote ein. Ein wichtiges Leistungsmerkmal für Spieler ist neben der Reaktionszeit der Inputlag (Signallaufzeit): Die meisten Spieler stört eine Signallaufzeit von 2 Fps nicht, das entspricht bei einem 60-Hertz-LCD etwa 30 Millisekunden. Viele Profispieler nehmen solche Verzögerungen durch den Inputlag allerdings wahr. Daher sollte die Signallaufzeit im optimalen Fall unter



Ein Blick von unten auf den G6 G246HLBbid von Acer zeigt die Bedienelemente für den Monitor an. Der Power-Schalter (rechts) ist hierbei etwas größer geraten.

10 Millisekunden liegen. Mithilfe der Software Icolor messen wir die Farbtreue der Bildschirme. Das Programm gibt uns eine Kennlinie aus, die zeigt, wie gut das LC-Display die geforderten Farben wiedergibt. Die Tests werden auch weiterhin durch eine subjektive Einschätzung der Spieletauglichkeit ergänzt.

Die Leuchtdichte der Monitore messen wir bei den Einstellungen 0, 50 und 100 Prozent Helligkeit des jeweiligen Bildschirms. Zur Helligkeitsverteilung: Wir geben die maximale Abweichung vom Mittelpunkt des Monitors an. Dazu nehmen wir neun Messungen auf dem Bildschirm vor. Die Angaben im Bereich „Eigenschaften" – Betrachtungswinkel und Kontrastverhältnis (nur statisch) – werden ebenfalls im Testlabor ermittelt.

Wir testeten auch die Downsampling-Fähigkeiten der LCDs mittels Nvidias Geforce-Treiber. Dabei erreichten alle getesteten Displays 2.880 x 1.620 Bildpunkte bei 60 Hertz. Die Auflösung 3.840 x 2.160 Pixel war leider nicht möglich.

LG Flatron 24FB23PY-W: Der Testsieger in unserem Monitorvergleich. Der Hersteller LG setzt mit dem Flatron 24FB23PY-W auf einen AH-IPS-Bildschirm. Im Vergleich zu IPS bietet dieses Display nochmals eine detailliertere Auflösung bei gestochen scharfen Bildern an. Gleichzeitig verbessert diese Technologie die Farbtreue, die wir auch in unserem Test bestätigen können. Farbbrillanz und Farbechtheit wirken sehr gut. Das fällt uns besonders beim Schwarzwert auf. Dafür ist der Kristalleffekt ausgeprägt und somit für uns sichtbar. Das Bild erscheint deshalb beim nahen Betrachten sehr grobkörnig. AH-IPS hat jedoch noch eine Besonderheit: Die Lichttransmission ist sehr gut. Dadurch können die Kristalle besser beleuchtet werden. Bemerkbar macht sich diese Verbesserung in der Helligkeitsverteilung. Hier konnten wir eine maximale Abweichung von 8 Prozent messen.

Mit maximal 303 cd/m² belegt der Flatron 24FB23PY-W den zweiten Platz in unserem Testfeld und kann nur vom Dell Ultrasharp U2412M übertroffen werden – dazu jedoch später mehr. Der Bildschirm lässt sich um 356 Grad drehen, um 28 Grad neigen und um 120 mm in der Höhe verstellen. Somit ist eine individuelle Anpassung an den eigenen Arbeitsplatz respektive an die Zockerecke möglich. Apropos zocken: Der Flatron 24FB23PY-W hat sowohl eine Reaktionszeit als auch einen Inputlag von 5 ms. Schlieren- und Koronabildung sind sichtbar. Ein kleines Extra am Rande stellt der USB-2.0-Hub dar. Hier können Sie weitere Peripherie anschließen.

Fazit: Der 24FB23PY-W ist ein Allrounder, der sich die Endnote von 1,95 verdient hat. Für einen Award reicht es allerdings durch die Schlieren- und Koronabildung sowie den Kristalleffekt nicht.

Asus VS248H: Günstiger Monitor mit guten Eigenschaften. Der Asus VS248H wandert für rund 160 Euro über die Ladentheke und bietet auch für Spieler ansehnliche Eigenschaften: Mit einem Inputlag von 3 ms und einer Reaktionszeit von 2 ms bewegt er sich im Vergleich zu unseren anderen Konkurrenten an der Spitze des Testfelds. Schlieren waren kaum zu sehen. Gleiches gilt für die Koronabildung. Bei der maximalen Helligkeitseinstellung haben wir 267 cd/m² gemessen; das entspricht einem Wattverbrauch von 23,5. Im Stand-by-Betrieb lesen wir indes 0,9 Watt von unserem Messgerät ab. Weiterhin bietet der VS248H eine gute Farbbrillanz und Farbechtheit. Das zahlt sich unter anderem bei Bild- oder Videobearbeitung aus.

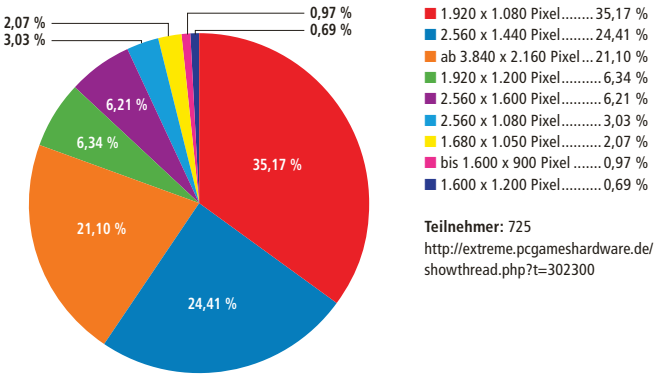
Der Bildschirm kann mit der Grafikkarte auf mannigfaltige Weise verbunden werden. Zur Verfügung steht ein D-Sub, ein DVI-D und ein HDMI-Anschluss bereit.

Fazit: Der Asus VS248H bietet ein herausragendes Leistungsergebnis. Besonders die Reaktionszeit ist hier als positive Eigenschaft zu nennen.

Dell Ultrasharp U2412M: Bewährte Business-Reihe für ordentliches Arbeiten. Der 7,49 kg schwere Monitor von Dell hört auf den Namen Ultrasharp U2412M und ist hauptsächlich für den Arbeitsalltag im Büro gedacht. Daher ist er nur bedingt für Computerspiele ge-

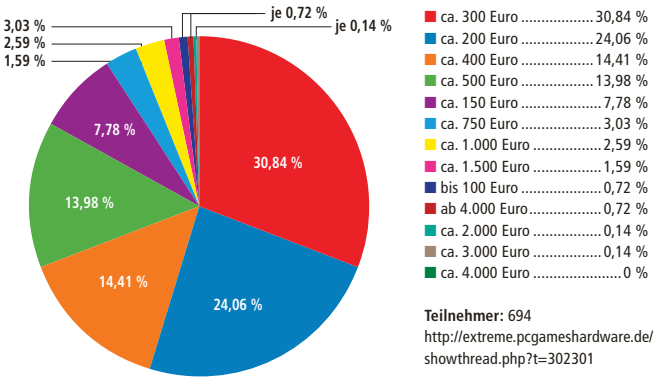
Umfragen Kaufinteresse LC-Displays

Welche Auflösung hat das nächste LCD?



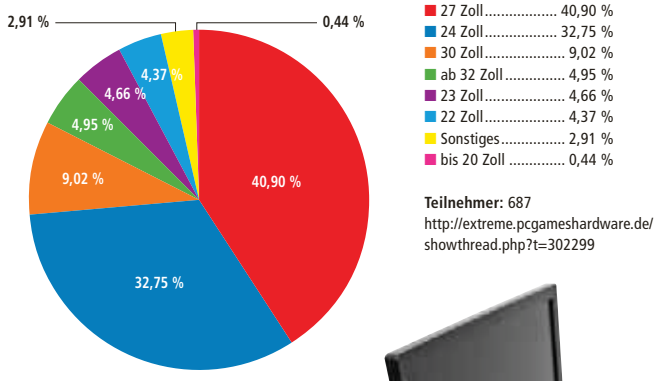
Teilnehmer: 725
http://extreme.pcgameshardware.de/showthread.php?t=302300

Wie viel darf das nächste LCD kosten?



Teilnehmer: 694
http://extreme.pcgameshardware.de/showthread.php?t=302301

Welche Bilddiagonale hat das nächste LCD?



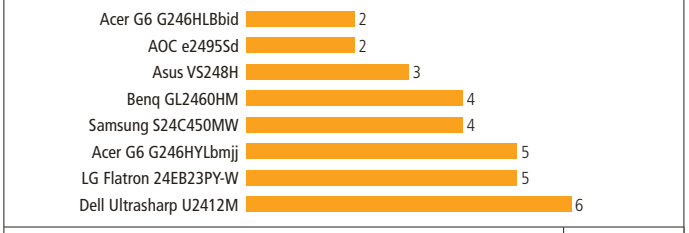
Teilnehmer: 687
http://extreme.pcgameshardware.de/showthread.php?t=302299



Praktisch: Der LG Flatron 24FB23PY-W lässt sich in der Höhe verstellen und bietet eine Halterung für Kabel an (links). Gleichzeitig lässt er sich um 90° drehen (rechts).

Inputlag: Alle LCDs erzielen gute Werte

Inputlag (Signallaufzeit)

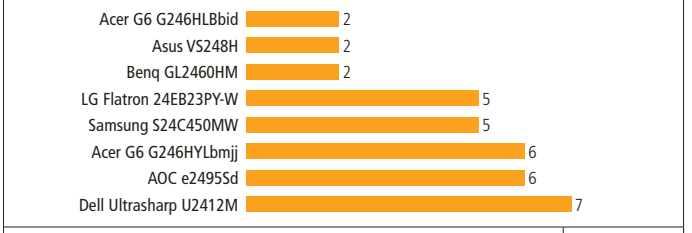


System: Small Monitor Test Tool 2.1 (SMTT), Röhrenmonitor, Olympus E210 **Bemerkungen:** Der Inputlag eines LC-Displays sollte 30 Millisekunden keinesfalls übersteigen. Für Spieler ist eine Signallaufzeit von weniger als 10 Millisekunden optimal.

Millisekunden ◀ Besser

Reaktionszeit: Mehrheit der LCDs spieletauglich

Schaltzeit (Reaktionsgeschwindigkeit)

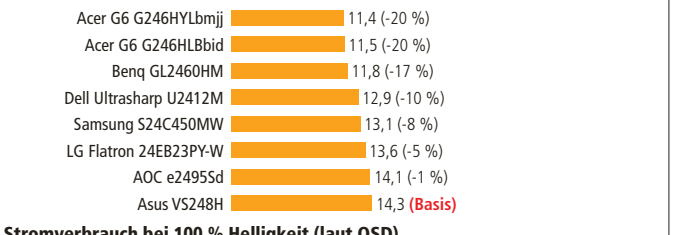


System: Small Monitor Test Tool 2.1 (SMTT) Olympus E210 **Bemerkungen:** Ein LCD sollte nach der neuen Testmethode eine Reaktionszeit von weniger als 5 Millisekunden erreichen, damit in Spielen keine störenden Schlieren sichtbar werden.

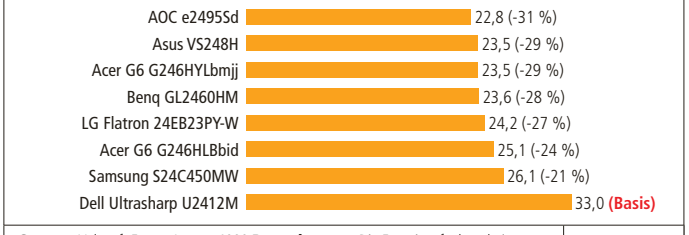
Millisekunden ◀ Besser

Energieaufnahme: LCDs sehr sparsam

Stromverbrauch bei 80 cd/m²



Stromverbrauch bei 100 % Helligkeit (laut OSD)



System: Voltcraft Energy Logger 4000 **Bemerkungen:** Die Energieaufnahme bei maximaler Helligkeit ist natürlich auch von der Luminanz abhängig. Bei 80 Candela pro Quadratmeter ist eine Vergleichsmöglichkeit allerdings besser.

Watt ◀ Besser

Spielbarkeit Monitore

Spiel/Modell	LG Flatron 24EB23PY-W	Asus VS248H	Dell Ultrasharp U2412M	Samsung S24C450MW	Acer G6 G246HLBbid	Acer G6 G246HYLbmjj	Benq GL2460HM	AOC e2495Sd
Battlefield 4								
Bioshock: Infinite								
Crysis 3								
Tomb Raider								
Assassin's Creed: Black Flag								
Metro: Last Light								
Starcraft 2: Heart of the Swarm								
Batman: Arkham Origins								
Call of Duty: Ghosts								
Far Cry 3: Blood Dragon								
Total War: Rome 2								
League of Legends								
World of Warcraft								

Sehr gut spielbar | Gut spielbar | Spielbar | Bedingt spielbar

eignet, die dem Genre „Shooter" angehören. Ergonomisch kann der Monitor allerdings punkten. So lässt er sich um 110 Grad drehen und um 30 Grad neigen. Auch die Höhe lässt sich um bis zu 130 mm verstellen. An Anschlüssen stehen Ihnen diverse Möglichkeiten offen. So können Sie selbst entscheiden, ob das Signal über einen DisplayPort-, DVI- oder RGB-Anschluss erfolgen soll. Ebenfalls vorhanden ist ein USB-2.0-Upstream, der es Ihnen wiederum ermöglicht, zwei USB-Geräte anzuschließen.

Negativ ist uns der Stromverbrauch des Ultrasharp U2412M aufgefallen. Mit 33 Watt bei einer 100%igen Helligkeit ist er der negative Spitzenreiter in unserem Testfeld. Indes ist der Kontrast von 1.075:1 als gut zu bezeichnen. Gleiches gilt für die Farbbrillanz und Farbechtheit. Das grobkörnige Bild fiel uns allerdings ebenfalls wie beim Flatron 24EB23PY-W negativ auf. Anders als beim Testsieger ist hier die Helligkeitsverteilung weniger gut. Wie schon beim Asus VS248H kommen wir auch hier auf eine Differenz von 15 %.

Fazit: Trotz der bedingten Spieletauglichkeit ist der Ultrasharp U2412M von Dell durchaus ein guter Bildschirm und muss sich nicht vor der Konkurrenz verstecken.

Samsung S24C450MW: Gute Ergonomie trifft auf Technik. Mit dem S24C450MW hat der Hersteller Samsung, wie beim LG Flatron 24FB23PY-W, an die Ergonomie gedacht. Der Bildschirm lässt sich um 90 Grad drehen, um 28 Grad neigen und um 130 mm in der Höhe verstellen – viele Möglichkeiten also, seinen neuen Monitor in den eigenen vier Wänden aufzustellen und einen passenden Platz zu finden. Weiterhin bietet der LED-Bildschirm die Qualitätsnorm TCO 6.0. Unter anderem garantiert dieses Gütesiegel einen niedrigen Energieverbrauch im Stand-by-Betrieb; gemessen haben wir 0,2 Watt. Bei einer Helligkeit von 280 cd/m² steigt der Stromverbrauch auf 26,1 Watt an. Dafür bietet der Monitor von Samsung ein klares Bild. Ein Kristalleffekt ist nur sehr schwer und beim näheren Betrachten zu sehen. Anders ist das bei der Schlierenbildung: In vielen Spielen fällt die Trägheit der Flüssigkristalle und die fehlende Overdrive-Schaltung durch starkes Nachziehen auf.

Bei dem Versuch, das Bild in das Format 4:3 zu interpolieren, kommen wir nur zu einem befriedigenden Ergebnis. Schriften werden unscharf und nicht mehr klar und deutlich dargestellt. Dafür erreichen wir – wie bei allen anderen Testkandidaten auch – ein Downsampling von 50 %. Das entspricht eine Auflösung von 2.880 x 1.800.

Fazit: Trotz der kleineren Mängel besticht der Bildschirm durch seine Ergonomie. Auch bietet er einen Audio-Eingang und einen Kopfhörerausgang für eine 3,5-mm-Klinke.

Acer G6 G246HLBbid: Niedriger Inputlag, aber hoher Stand-by-Verbrauch. Der G6 G246HLBbid von Acer hat einen sehr niedrigen Inputlag von lediglich 2 ms und zieht mit dem e2495Sd von AOC gleich. Aufgefallen ist uns indes ein hoher Stand-by-Verbrauch von 6,3 Watt. Selbst nach längerem Warten ist dieser Wert nicht gesunken. Es ist durchaus möglich, dass jene Funktion bei uns defekt gewesen ist. Bei

einer Helligkeit von 100 % (285 cd/m²) messen wir 25,1 Watt, bei 50 % (175 cd/m²) 17,7 Watt sowie bei 0 % (62 cd/m²) 10,3 Watt. Besser schneidet der Monitor von Acer beim statischen Kontrastverhältnis ab: Wir haben hier ein Verhältnis von 950:1 ermittelt. Durch kreisförmige Bewegungen von Windows-Fenstern ist uns eine sehr starke Koronabildung aufgefallen. Gerade bei Schriften war ein helles Nachleuchten zu sehen. Die Interpolation ist ähnlich gut wie beim Ultrasharp U2412M von Dell. Leider leiden dafür die Farbbrillanz und die Farbechtheit des Bildschirms. Das Ergebnis ist hierbei lediglich als befriedigend anzusehen.

Fazit: Der G6 G246HLBbid schwächelt in der Darstellung und im Stromverbrauch, kann sich aber mit einem niedrigen Inputlag behaupten.

Acer G6 G246HYLbmjj: Kontrastarmer Monitor mit IPS-Panel. Mit einem statischen Kontrastverhältnis von 290:1 ist der Acer G6 G246HYLbmjj der kontrastärmste Monitor in unserem Testfeld. Geschuldet ist das dem sehr hohen Schwarzwert, der ein dunkles Bild eher in einem Grauton darstellt. Dafür besticht der Monitor durch ein klares Bild mit einem geringen Kristalleffekt. Die Spieletauglichkeit ist nur bedingt gegeben. Im Spielebetrieb sowie auf dem Desktop ist uns eine sichtbare Schlierenbildung aufgefallen. Gleiches gilt für den Koronaeffekt. Indes ist die Interpolation im 4:3-Verhältnis als gut zu bezeichnen. Schriften sind immer noch scharf und klar genug abgebildet und fielen zu keiner Zeit unangenehm auf. Der Stromverbrauch bei einer Helligkeit von 100 % (237 cd/m²) beläuft sich auf 23,5 Watt. Der Stand-by-Betrieb verbraucht deutlich unter einem Watt (0,3 Watt). Der Einblickwinkel mit 175° ist sowohl horizontal als auch vertikal sehr gut. Gleiches gilt für das verbaute IPS-Panel. Dafür lässt eine Reaktionszeit von 6 ms zu wünschen übrig.



Der S24C450MW von Samsung hat vorne am rechten Bildschirmrand seine Bedienelemente angebracht. Hinten finden sich indes leicht erreichbare Anschlüsse.



Ein HDMI-, DVI-, RGB- sowie ein Kopfhörer-Anschluss decken alle möglichen Optionen für einen Käufer des Asus VS248H ab.

24-ZOLL-LCDS

Auszug aus Testtabelle mit 40 Wertungskriterien

	24 Zoll	24 Zoll	24 Zoll	24 Zoll
				
Produktname	**Flatron 24EB23PY-W**	**VS248H**	**Ultrasharp U2412M**	**S24C450MW**
Hersteller	LG	Asus	Dell	Samsung
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 230,-/gut	Ca. € 160,-/gut	Ca. € 240,-/gut	Ca. € 230,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/936781	www.pcgh.de/preis/668654	www.pcgh.de/preis/665211	www.pcgh.de/preis/886025
Ausstattung (20 %)	**1,47**	**1,93**	**1,66**	**1,95**
Diagonale/Anschlüsse	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D, Displayport	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D, HDMI	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D, Displayport	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D
Max. Auflösung/Pixelabstand	1.920 x 1.200/0,269 mm	1.920 x 1.080/0,276 mm	1.920 x 1.200/0,270 mm	1.920 x 1.200/0,270 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung	AH-IPS (Advanced High Performance In Plane Switching)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	IPS (In-Panel Switching)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil	5 ms/intern	2 ms/intern	8 ms/intern	5 ms/intern
Gewicht/Maße	5,4 kg/56 x 40 x 24 cm (H x B x T)	4,1 kg/65 x 48 x 14 cm (H x B x T)	7,5 kg/51 x 55 x 18 cm (H x B x T)	5,1 kg/51 x 55 x 22 (H x B x T)
Drehbar/neigbar/höhenverstellbar	356 Grad/28 Grad/120 mm	0 Grad/25 Grad/0 mm	110 Grad/30 Grad/130 mm	90 Grad/28 Grad/130 mm
TCO/Garantie	5.2/3 Jahre	6.0/3 Jahre	5.0/5 Jahre	6.0/3 Jahre
Sonstiges	USB-2.0-Hub	Kopfhörer	USB-Hub	Line-in, Kopfhörer
Eigenschaften (20 %)	**2,19**	**2,41**	**2,26**	**2,41**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	175/175 Grad	160/160 Grad	175/175 Grad	160/160 Grad
Downsampling (50 %/100 %)	2.880 x 1.800/nicht möglich	2.880 x 1.620/nicht möglich	2.880 x 1.800/nicht möglich	2.880 x 1.800/nicht möglich
Kontrastverhältnis (statisch)	1.010:1	890:1	1.075:1	926:1
Leistungsaufnahme/Stand-by**	24,2/1,4 Watt	23,5/0,9 Watt	33/<1 Watt	26,1/0,2 Watt
Leistung (60 %)	**2,03**	**1,89**	**2,21**	**2,15**
Reaktionszeit/Schlieren-/Koronabildung	5 ms (23 ms)/sichtbar/sichtbar	2 ms (13 ms)/gering/gering	7 ms (25 ms)/sichtbar/sehr gering	5 ms (24 ms)/sichtbar/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag	Ja/5 ms	Ja/3 ms	Bedingt/6 ms	Ja/4 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)	99, 205, 303 cd/m²	120, 194, 267 cd/m²	43, 177, 322 cd/m²	29, 157, 280 cm/m²
Interpolation*	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/gut	Vollbild, 4:3/befriedigend
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)	Max. 8 %	Max. 15 %	Max. 15 %	Max. 14 %
Grobkörniges Bild (Kristalleffekt)	Grobkörniges Bild (sichtbarer Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)	Grobkörniges Bild (sichtbarer Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)
Farbbrillanz/Farbechtheit	Sehr gut	Gut	Gut	Gut
FAZIT	⊕ Helligkeitsverteilung ⊕ Farbbrillanz/Farbechtheit ⊖ Grobkörniges Bild	⊕ Reaktionszeit ⊕ Kurzer Inputlag ⊖ Helligkeitsverteilung	⊕ Sehr kurzer Inputlag ⊖ Reaktionszeit ⊖ Keine Erkennung des Seitenverhältnisses	⊕ Hohe Auflösung ⊕ Ergonomie ⊖ Schlierenbildung
	Wertung: **1,95**	Wertung: **2,00**	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,16**

* (1.280 x 1.024/1.680 x 1.050) ** Helligkeit auf 100 Prozent

Fazit: Der G6 G246HYLbmjj von Acer ist ein solider Monitor. Durch den hohen Schwarzwert empfiehlt sich dieser Monitor allerdings nicht für Bild- oder Videobearbeitung.

Benq GL2460HM: Schlechte Helligkeitsverteilung: Mit einer Helligkeitsverteilung von maximal 19 % stellt der GL2460HM von Benq das Schlusslicht in unserem Testfeld dar. Besser ist der Monitor, wenn es um die Reaktionszeit geht. Wir konnten 2 ms messen. Auch der Inputlag von 4 ms dürfte besonders Spielerinnen und Spieler ansprechen. Weniger erfreulich ist die sichtbare Koronabildung. Bereits im Desktop-Betrieb sind bei einer kreisenden Bewegung eines Windows-Fensters die Schriften von einem deutlichen, hellen Schein umgeben. Gleiches zeigt sich bei genauem Hinsehen in Spielen. Dafür weist das TN-Panel ein klares Bild auf. Ein Kristalleffekt ist hier nur sehr schwer zu erkennen. Farbbrillanz und Farbechtheit sind gerade noch als gut zu bewerten. Befriedigend hingegen ist die Interpolation; die Schrift und Symbole erscheinen unscharf.

Fazit: Für Spielerinnen und Spieler ein solider Bildschirm mit einigen Einschränkungen und deutlicher Koronabildung.

AOC e2495Sd: Das Schlusslicht mit soliden Eigenschaften: Das Kontrastverhältnis des e2495Sd von Acer ist mit 940:1 als gut anzusehen. Der 4,4 kg schwere Monitor erreicht jedoch eine Reaktionszeit von 6 ms und ist daher nur bedingt spieletauglich. Durch eine maximale Abweichung von 18 % in der Helligkeitsverteilung verschlechtert sich die Bildqualität, obwohl der Bildschirm ein klares Bild und damit nur einen geringen Kristalleffekt aufweist. Weiterhin positiv sind uns Farbbrillanz und Farbechtheit aufgefallen. Hier kann der e2495Sd von AOC selbst mit dem Asus VS248H gleichziehen. Bei einer maximalen Helligkeit und damit einem Stromverbrauch von 22,8 Watt erreichte der Bildschirm 282 cd/ m². Der Verbrauch im Stand-by war mit 0,5 erfreulich niedrig.

Fazit: Wer sich einen günstigen Monitor fürs tägliche Arbeiten anschaffen möchte, der ist mit dem e2495Sd von AOC gut beraten. Spieler finden bessere LCDs. *(ma, dn)*

Benq GL2460HM



AOC e2495Sd



Die Bedienelemente des Benq GL2460HM befinden sich auf der rechten Bildschirmseite. Ein Kabel-Managementsystem bietet indes das e2495Sd von AOC.

Fazit — PC Games Hardware

24-Zoll-LCDs

Spieler bekommen mit dem Asus VS248H schon für rund 160 Euro ein sehr ordentliches LC-Display zum Zocken. Wer lieber ein IPS-Panel möchte, sollte rund 230 Euro für das LG Flatron 24EB23PY-W ausgeben. Interessant: Drei der acht getesteten Monitore lösen mit 1.920 x 1.200 statt 1.920 x 1.080 Pixeln auf.

24-ZOLL-LCDS

Auszug aus Testtabelle mit 40 Wertungskriterien

	24 Zoll	24 Zoll	24 Zoll	24 Zoll
Produktname	**G6 G246HLBbid**	**G6 G246HYLbmjj**	**GL2460HM**	**e2495Sd**
Hersteller	Acer	Acer	Benq	AOC
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 150,-/gut	Ca. € 150,-/gut	Ca. € 150,-/gut	Ca. € 140,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/808759	www.pcgh.de/preis/963566	www.pcgh.de/preis/883669	www.pcgh.de/preis/892177
Ausstattung (20 %)	**2,05**	**2,27**	**1,80**	**2,15**
Diagonale/Anschlüsse	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D, HDMI	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, 2 x HDMI	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D, HDMI	60,9 cm (24 Zoll)/D-Sub, DVI-D
Max. Auflösung/Pixelabstand	1.920 x 1.080/0,276 mm	1.920 x 1.080/0,276 mm	1.920 x 1.080/0,276 mm	1.920 x 1.080/0,276 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung	TN (Twisted Nematic)/LED	IPS (In-Panel Switching)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil	2 ms/extern	6 ms/extern	2 ms/intern	5 ms/intern
Gewicht/Maße	3,8 kg/40 x 56 x 18 cm (H x B x T)	3,6 kg/39 x 55 x 18 cm (H x B x T)	4,3 kg/43 x 57 x 19 cm (H x B x T)	4,4 kg/57 x 40 x 20 cm (H x B x T)
Drehbar/neigbar/höhenverstellbar	0 Grad/25 Grad/0 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm	0 Grad/25 Grad/0 mm	0 Grad/25 Grad/0 mm
TCO/Garantie	6.0/3 Jahre	-/2 Jahre	6.0/3 Jahre	-/3 Jahre
Sonstiges	-	Line-in	Line-in, Kopfhörer	-
Eigenschaften (20 %)	**2,44**	**2,42**	**2,44**	**2,38**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	160/160 Grad	175/175 Grad	160/160 Grad	160/160 Grad
Downsampling (50 %/100 %)	2.880 x 1.620/nicht möglich	2.880 x 1.620/nicht möglich	2.880 x 1.620/nicht möglich	2.880 x 1.800/nicht möglich
Kontrastverhältnis (statisch)	950:1	290:1	700:1	940:1
Leistungsaufnahme/Stand-by**	25,1/6,3 Watt	23,5/0,3 Watt	23,6/0,6 Watt	22,8/0,5 Watt
Leistung (60 %)	**2,12**	**2,12**	**2,27**	**2,44**
Reaktionszeit/Schlieren-/Koronabildung	2 ms (15 ms)/sichtbar/deutlich sichtbar	6 ms (20 ms)/sichtbar/sichtbar	2 ms (16 ms)/gering/deutlich sichtbar	6 ms (25 ms)/sichtbar/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag	Ja/2 ms	Bedingt/5 ms	Ja/4 ms	Bedingt/2 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)	62, 175, 285 cd/m²	53, 148, 237 cd/m²	60, 129, 203 cd/m²	140, 202, 282 cd/m²
Interpolation*	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/gut	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)	Max. 16 %	Max. 12 %	Max. 19 %	Max. 18 %
Grobkörniges Bild (Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)	Klares Bild (geringer Kristalleffekt)
Farbbrillanz/Farbechtheit	Befriedigend	Befriedigend	Befriedigend bis gut	Gut
FAZIT	⊕ Reaktionszeit ⊕ Kurzer Inputlag ⊖ Farbbrillanz/Farbechtheit	⊕ Einblickwinkel ⊖ Reaktionszeit ⊖ Hoher Schwarzwert	⊕ Reaktionszeit ⊖ Koronabildung ⊖ Helligkeitsverteilung	⊕ Kontrastverhältnis ⊖ Helligkeitsverteilung ⊖ Reaktionszeit
	Wertung: **2,17**	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,37**

* (1.280 x 1.024/1.680 x 1.050) ** Helligkeit auf 100 Prozent

ANZEIGE

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

Gratis-Aboprämie

Alpenföhn Brocken 2

Brocken 2

Brandneuer CPU-Kühler von EKL

- Brocken 2 wurde in Ausgabe 07/2013 mit Top-Produkt-Award ausgezeichnet
- Sehr leiser 140-Millimeter-Lüfter
- Unterstützt auch alle aktuellen Sockel von Intel und AMD

07/2013
TOP-PRODUKT
Alpenföhn
Brocken 2
PC Games Hardware



Alpenföhn®

WICHTIG: Nur solange Vorrat reicht!

1. Vorteil
Kostenlose Prämie

2. Vorteil
Keine Versandkosten

3. Vorteil
Früher als am Kiosk



Jetzt Abo online bestellen unter:
www.pcgh.de/dvd-abo



Zwei Nvidia-Small-Form-Factor-PCs auf dem PCGH-Prüfstand

Klein & spieletauglich?

Wer im Wohnzimmer nicht auf eine Spieleplattform verzichten will, muss sich entweder eine Next-Gen-Konsole oder einen spieletauglichen Mini-PC anschaffen. Wie wäre es mit einem Nvidia-SFF-Modell?

Nvidia SFF-PC steht für eine Modellreihe von Spielerechnern im Small-Factor-Format, die mit einer Nvidia-Grafikkarte sowie einer CPU aus Intels Haswell-Generation bestückt sind. Mit den PCs im kompakten Gewand (Micro ATX/Mini ITX) kontert Nvidia AMDs *Battlefield 4*-Rechner. Die Zusammenstellungen, die sich in puncto Gehäuse, dem GPU- und CPU-Modell sowie der eingebauten restlichen Hardware (SSD/HDD/Platine/RAM/CPU-Kühler) unterscheiden, werden bei diversen Onlinehändlern angeboten, wobei Nvidia die PCs nur lizenziert. Laut Nvidia sollen die SFF-PCs nicht nur voll spieletauglich und flüsterleise sein. Software wie Geforce Experience oder Shadowplay soll auch eine sehr gute Benutzerfreundlichkeit garantieren.

Die Gehäusepalette

Alle Nividia-SFF-PCs werden mit einem Mini-Gehäuse ausgeliefert. Je nachdem welches der beiden Mainboard-Formate zum Einsatz kommt, befindet sich die Hardware der Spiele-Minis im Mini-ITX-kompatiblen Bitfenix Prodigy M Mini ITX, Cooler Master Elite 120 Advanced, Cubitek Mini Cube, Lian Li PC-Q30X sowie Silverstone Sugo SG08 oder im Micro-ATX-kompatiblen Aerocool Dead Silence, Bitfenix Phenon M und Silverstone SST-SG02B-F Cube. Eine freie Gehäusewahl hat der Käufer nicht, er muss mit dem Angebot der Lizenznehmer vorliebnehmen. Wie wir allerdings bei Tests mit Mini-Gehäusen feststellten, werden die Komponenten aufgrund des geringen Platzes nicht immer optimal gekühlt.

Konfigrationen und Preise

Zu den Lizenzpartnern, die Nvidia-SSF-PCs anbieten, gehören Systea (www.alternate.de), Altelco (www.atelco.de), Caseking (www.caseking.de), mindfactory (www.mindfactory.de), One (www.one.de) und Ultraforce (www.ultraforce.de). Die Preise reichen von 699 Euro für das Einsteigermodell Ultraforce SFF Nvidia i5 4430 GTX 650 bis zu 2.599 Euro für den King Mod Prodigy Poison 780 Ti von Caseking, inklusive Wasserkühlung für den eigebauten i7-4770K und die GTX 780 Ti. Je nach Preis sind die Mini-PCs mit einer Geforce GTX 650 Ti (Boost)/660/760/770/780 (Ti) bestückt, zur Haswell-CPU-Palette gehören der Core i3-4330, i5-4440/4570/4670K sowie der i7-4770K. Weitere Faktoren, die sich auf den Preis auswirken, sind die Hauptspeichermenge sowie die Größe der SSD/HDD respektive ob auf eine der beiden Speichermedien verzichtet wird.

Nette Zugaben

Das erste Extra, das jeder Käufer kostenlos zu seinem Nvidia-SFF-PC erhält, ist das aus *Assassin's Creed 4: Black Flag* und *Splinter Cell Blacklist* bestehende Geforce-GTX-Bundle. Entscheiden Sie sich für eine GTX 770 oder GTX 780 (Ti), gibt es zusätzlich *Batman: Arkham Origins* obendrauf. Des Weiteren spendiert Nvidia für jeden PC das Branding-Kit „The Art of Gaming", bestehend aus fünf Vinyl-Aufklebern. Damit können Sie den neu erworbenen Rechner nach eigenem Gusto aufhübschen. *(fs)*

Systea Geforce GTX Gamer Plus

Bei dem für 1.299 Euro angebotenen Systea Geforce GTX Gamer Plus kann man von einem wahren Spiele-Mini sprechen. Der Hersteller bringt viele Komponenten in dem nur 222 x 190 x 351 mm (B x H x T) großen und komplett aus hochwertigen Material (SECC mit Alu-Front) gefertigten Silverstone SUGO SG08 unter. Dazu gehören unter anderem eine SSD-HDD-Kombination sowie ein Slim-DVD-Laufwerk (Produktbezeichnungen siehe Tabelle).

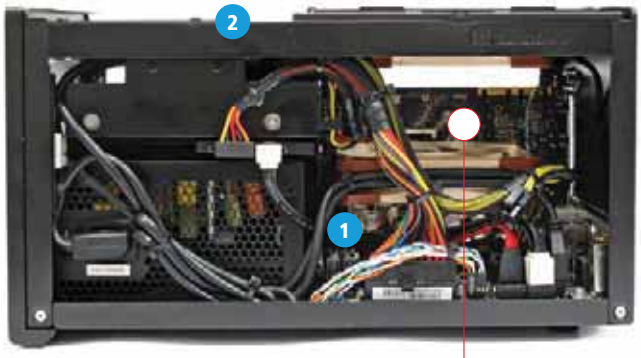
Leiser Hitzkopf

Damit die Komponenten, vor allem die leicht übertaktete GPU der Zotac Geforce GTX 760, sowie der Core i5-4670K im Turbo-Modus ausreichend gekühlt werden, setzt Systea auf eine Art Mini-Lufttunnel für die Grafikkarte. Dazu kommt der mit einem Noctua-120-mm-Lüfter bestückte Thermalright-CPU-Kühler, der seine Abluft in Richtung des zweiten, im Gehäusedeckel montierten 120-mm-Noctua-Propellers bläst. Wie versprochen sorgen all diese Konstruktionen zwar für eine geringe Lautheit von 1,8 (frontal) respektive 1,6 Sone (45 Grad Winkel) Allerdings arbeitet die Lüfterkombination zur Kühlung der CPU nicht optimal, was in einer Temperatur von 73° Celsius im Mittel resultiert. Als wir beispielsweise alle Kerne des i5-4670K mit Prime zu 100 Prozent auslasteten, ging der Wert noch deutlich höher und stieß an die 100-Grad-Marke.

Voll spieletauglich

Neben den mit dem Geforce-GTX-Bundle gelieferten Titeln *Assassin's Creed 4: Black Flag* sowie *Splinter Cell: Blacklist* laufen auch alle anderen Testspiele (siehe Benchmark) auf dem Systea-Mini flüssig, solange bei maximalen Details in 1080p nur FXAA zur Kantenglättung zum Einsatz kommt. Bei 4x MSAA knacken dann nur noch *Batman: Arkham Origins*, *Splinter Cell: Blacklist* und *Battlefield 4* die 40-Fps-Marke.

Stärken und Schwächen im Detail



CPU-Kühler: Belüftung auf engstem Raum

Der 120-mm-Lüfter des CPU-Kühlers saugt die Luft von der seitlichen Gehäuseöffnung an und bläst sie in Richtung des zweiten 120-mm-Propellers. Der befördert die Luft dann aus dem Gehäuse. Da kaum Platz zwischen den beiden Lüftern bleibt, kann sich die Luft allerdings kaum abkühlen.

RAM mit geringer Bauhöhe (1)

Auf der im Systea Geforce GTX Gamer Plus eingebauten Gigabyte-Z87-Platine stehen lediglich zwei Slots für Speicherbausteine bereit. Letztgenannte dürfen lediglich eine geringe Bauhöhe besitzen, damit sie nicht an den CPU-Kühler stoßen. Bausteine mit RAM-Kühlkonstruktionen finden keinen Platz.

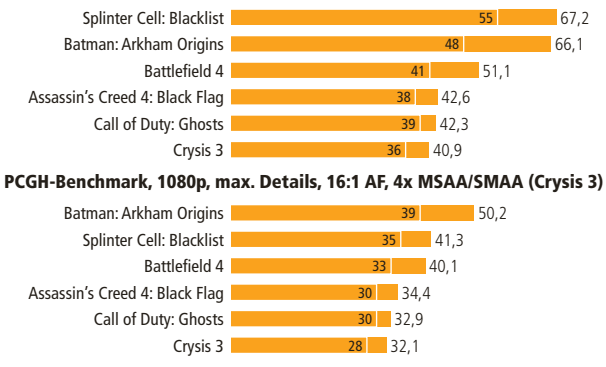


Mini-Lufttunnel für die GPU (Rückseite) (2)

Der Referenzkühler der Zotac Geforce GTX 760 saugt zum Kühlen von Chip, Wandlern und Speicherbausteinen die Luft durch die Aussparungen in der linken Seitenwand des Gehäuses an. Um den Luftstrom besser kanalisieren zu können, ist ein schmaler Lufttunnel an der Seitenwand angebracht.



Spieleleistung: Systea Geforce GTX Gamer Plus



System: Core i5-4670K, Z87, GTX 760, 8 GiB DDR3-1600, Win7 x64 SP1, GF 331.82 WHQL **Bemerkungen:** Für das Spielen mit maximalen Details und FXAA besitzt die GTX 760 genug Leistung. Mit 4x MSAA sind immerhin noch drei Titel gut bis sehr gut spielbar.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Produkt	Geforce GTX Gamer Plus
Hersteller/Online-Versender (Webseite)	Systea/Alternate (www.alternate.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	1.299,- Euro/befriedigend
Garantie/Rückgaberecht	24 Monate/2 Wochen
Ausstattung	
Prozessor	Intel Core i5-4670K (3,4 GHz , 4C/4T)
Grafikkarte	Zotec Geforce GTX 760
Hauptplatine	Gigabyte GA-Z87N-WiFi (Z87): 2 x DDR3-1333/-1600, DVI-I, 2 x HDMI, PCI-E x16, Mini-PCI-E, 4 x SATA (6Gb/s), 6 x USB 3.0, 4 x USB 2.0, 2 x Gbit-LAN, S/PDIF, 7.1-Sound (Realtek ALC892)
Festplatte	Samsung SSD 840 Pro mit 128 GB (SSD)/Seagate Barracuda ST2000DM001 mit 2 Terabyte (HDD, 7.200 U/min)
Speicher	Kingston 2 x 4 Gigabyte DDR3-1600 (11/11/11/28/2T)
Netzteil	Silverstone 600 Watt, 80 Plus Bonze
CPU-Kühler	Thermalright APX100 mit Noctua NF-S12AULN
Gehäuse	Silverstone SUGO SG08 (maximal Mini ITX)
Optisches Laufwerk	DVD-Brenner Liteon DS-8A9SH (Slimline)
Gehäuselüfter	Noctua NF-S12A ULN (120 mm)
Betriebssystem	Windows 7 64 Bit Home Premium
Praxistests	
Lautstärke 2D (frontal/schräg vorne 45°)	0,8 Sone/1,1 Sone
Lautstärke 3D (frontal/schräg vorne 45°)	1,8 Sone/1,6 Sone
Temperatur 2D Grafikchip/Prozessor	29 Grad Celsius/38,5 Grad Celsius (41°/37°/37°/39°)
Temperatur 3D Grafikchip/Prozessor	79 Grad Celsius/73,0 Grad Celsius (72°/74°/74°/72°)
Leistungsaufnahme 2D	50,2 Watt
Leistungsaufnahme: Crysis 3 PCGH-Bench	250,3 Watt
Spieleleistung (Benchmarks)/Gesamtnote	Titel mit 1080p, maximalen Details und FXAA spielbar/gut
FAZIT	⊕ Sehr leise auch unter Last ⊕ Spieleleistung mit moderater Kantenglättung ⊖ Temperaturentwicklung CPU Wertung: ★★★★½

Caseking CK Phenom Recoil – SFF Nvidia Edition

Anders als der Nvidia-SFF-PC-Anbieter Systea (Vertrieb via alternate.de) kann der Käufer des Caseking CK Phenom Recoil die Kernkomponenten (CPU, GPU, RAM, Grafikkarte, SSD/HDD) selbst wählen. Für unseren Test erweitern wir die für 799 Euro angebotene Einstiegsvariante und tauschen den i5-4440 gegen den i5-4570, die GTX 760 gegen eine GTX 770 sowie die 60 GB-SSD gegen ein Modell mit doppelter Kapazität. Der Preis für diese Zusammenstellung liegt bei günstigen 923 Euro. Beim Preisvergleich mit dem Systea-SFF-PC muss jedoch bedacht werden, dass in dem Preis von 1.299 Euro ein DVD-Laufwerk, ein schnellerer i5-4670K sowie eine 2 TByte große HDD mit im Paket sind.

Kühl, leise und viel Platz

Das Gehäuse, das Bitfenix Phenom M Micro ATX, stellt nicht nur mehr Innenraum für die eingebaute Hardware zur Verfügung, es bietet auch sowohl für den Prozessor als auch die Grafikkarte eine durchdachte Kühllösung an (siehe Schaubild unten). Die sorgt mit 76 °C für die GPU sowie 66,7 °C für den i5-4570 unter Last für gute Temperaturmesswerte in einem ITX-Gehäuse. Des Weiteren werden beide Komponenten besser gekühlt als im Silverstone SUGO SG8 (Systea PC). Dazu kommt eine akzeptable Lautheit von 2,8/2,9 Sone.

Sehr guter Spielpartner dank Geforce GTX 770

Für die gut bis sehr gute Spieleleistung des CK Phenom Recoil ist die GTX 770 von EVGA verantwortlich. Anders als die im Systea Geforce GTX Gamer Plus eingebaute GTX 760 von Zotac verfügt Erstgenannte über ausreichend Renderkraft, alle Testtitel (siehe Benchmark unten), *CoD: Ghosts* ausgenommen, auch bei 4x MSAA noch mit mindestens 40 Fps oder höher darzustellen.

Interessante Features vorgestellt



Viel Platz für Grafikkarten, gute Kühlung inklusive (1)

Da im Bitfenix Phenom M Platz für Micro-ATX-Platinen zur Verfügung steht, passen dort lange Grafikkarten mit Triple-Slot-Kühler hinein. Für eine gute Kühlung der GPU sorgen zusätzlich zwei leise 120-mm-Lüfter im Gehäusedeckel, die Frischluft ins Gehäuse blasen, die der Grafikkarten-Kühler ansaugen kann.

Ungewöhnliche Netzteilposition (2)

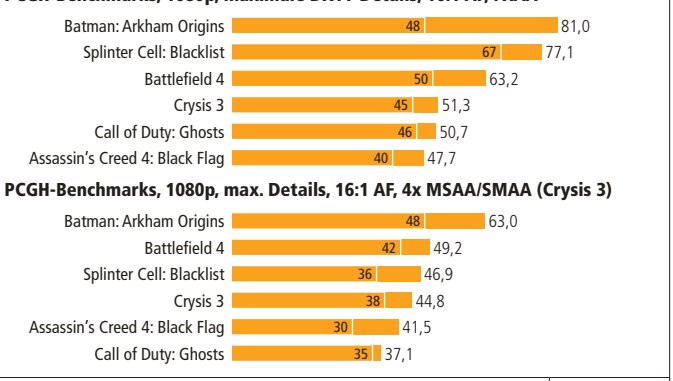
Anders als beispielsweise beim Silverstone SUGO SG08 des Systea-PCs bringt Caseking das Super-Flower-Netzteil hochkant an. Dessen Lüfter saugt Frischluft an der Gehäusefront an und bläst sie unten wieder heraus. Allerdings muss dafür der Anschluss für das Kaltgerätekabel verlängert werden.

Durchdachte und effektive CPU-Kühlung (3)

Unter Last bleibt die CPU mit 66,7 °C recht kühl. Die unverbrauchte Luft, die der 120-mm-Propeller an der Gehäusehinterseite ansaugt, wird nämlich durch die Lamellen des CPU-Kühlers geblasen. Anschließend verteilt dessen 120-mm-Lüfter die Abluft im Gehäuse.



Spieleleistung: Caseking CK Phenom Recoil



System: Core i5-4570, B85, GTX 770, 8 GiB DDR3-1600, Win8 x64 SP1, Geforce 331.82 WHQL **Bemerkungen:** Mit allen Details und FXAA sind alle Titel optimal spielbar. Mit 4x MSAA unterschreitet lediglich *CoD: Ghosts* die bei 40 Fps angesetzte Spielbarkeitsgrenze.

Min. | Ø Fps
▶ Besser

Produkt	CK Phenom Recoil – SFF Nvidia Edition
Online-Versender (Webseite)	Caseking (www.casking.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	923,- Euro/gut bis sehr gut
Garantie/Rückgaberecht	36 Monate/2 Wochen
Ausstattung	
Prozessor	Intel Core i5-4570 (3,2 GHz , 4C/4T)
Grafikkarte	EVGA Geforce GTX 770 ACX
Hauptplatine	MSI B85M-P33 V2 (B85): 2 x DDR3-1600, VGA, DVI-D, PCI-E 3.0, PCI-E 2.0 x1, 2 x SATA (6Gb/s), 2 x SATA (3Gb/s) 4 x USB 3.0, 8 x USB 2.0, Gbit-LAN, 7.1-Sound (Realtek ALC887)
Festplatte	Kingston SSD Now V300 Series, 2,5 Zoll SSD, 120 Gigabyte
Speicher	Team Group Elite Series 8 Gigabyte DDR3-1600 (11/11/11/28/1T)
Netzteil	Super Flower SF-450P14XE (HX), 450 Watt, 80 Plus Gold
CPU-Kühler (Wasserkühlung)	Raijintek Themis (1.000 bis 1.800 RPM)
Gehäuse	Bitfenix Phenom M Micro ATX, 250 x 330 x 374 mm (B x H x T)
Optisches Laufwerk	Nicht vorhanden
Gehäuselüfter	3 x Bitfenix 120 mm (einer im Heck, zwei im Deckel)
Betriebssystem	Windows 8 64 Bit
Praxistests	
Lautstärke 2D (0,5 m)	0,9 Sone/1,1 Sone
Lautstärke 3D (0,5 m)	2,8 Sone/2,9 Sone
Temperatur 2D Grafikchip/Prozessor	27 Grad Celsius/42,0 Grad Celsius (42°/41°/42°/43°)
Temperatur 3D Grafikchip/Prozessor	76 Grad Celsius/66,7 Grad Celsius (68°/66°/67°/66°)
Leistungsaufnahme 2D	43,5 Watt
Leistungsaufnahme: Crysis 3 PCGH-Bench	274,2 Watt
Spieleleistung (Benchmarks) Gesamtnote	Fünf von sechs Testtiteln mit 4x MSAA spielbar/gut bis sehr gut
FAZIT	⊕ Gute CPU-Kühlung ⊕ Leise unter Last ⊕ Spieleleistung dank gewählter GTX 770 Wertung: ★★★★½

computec MEDIA

25 JAHRE computec MEDIA LEIDENSCHAFT FÜR GAMES



EDGE DE #262 – JANUAR 2014

- DARK SOULS II: DAS PHÄNOMEN!
- QUANTUM BREAK: EIN DURCHBRUCH?
- SONYS GEHEIMWAFFE: VITA TV

JETZT IM APP STORE MIT GRATIS-LESEPROBE!

DE

DAS KULT-MAGAZIN FÜR GAMER

- KOMPLETT INTERAKTIV
- KOMPLETT IN DEUTSCH
- NUR FÜR APPLE iPAD

EDGE DE Future

EDGE is the trademark of Future Publishing Limited, a Future plc group company, UK 2013. Used under licence. All rights reserved.



Bild: Modern_Tech

Die x86-Konsolen Playstation 4 und Xbox One unter der Technik-Lupe

Xbox One, PS4 vs. PC

Mit der Xbox One und der Playstation 4 sind aktuell Konsolen auf dem Markt, die eigentlich verkappte PCs sind. Wir schauen den Wohnzimmer-Boliden einmal unter die Haube.

Mit dem Verkaufsstart im November 2013 werden Playstation 4 und Xbox One von Next- zu Current-Gen-Konsolen. Deren Ausstattung und technische Neuerungen allein sind schon interessant genug, um sie sich näher anzuschauen. Doch aus der Technik lassen sich ebenfalls Veränderungen im Bereich der Spieleentwicklung ableiten, sodass eine ausführliche Analyse beider Bereiche auch für PC-Interessierte und ein PC-Fachmagazin ein Muss darstellt. Was PS4 und XB1 so besonders macht und warum das für den PC-Spieler wichtig ist, lesen Sie auf den folgenden Seiten.

Konsolen unter der Haube

Wie gesagt konzentrieren wir uns in diesem Artikel auf Technik und Ausstrahlungswirkung der neuen Konsolen auf das PC-Ökosystem. Unsere klassischen Tests, was Einrichtung, Handhabung und erste Spieleindrücke angeht, finden Sie auch auf unserer Webseite unter www.pcgh.de.

Da wir unsere Konsolen nur als Leihstellung erhalten haben, Ihnen aber dennoch den Blick unter die Haube bieten wollen, nutzen wir in diesem Artikel mit freundlicher Erlaubnis der Rechteinhaber Bildmaterial der Profis von www.chipworks.com, einer Firma, die sich auf die tief gehende technische Analyse von Computer- und Elektronik-Chips inklusive Die-Shots verschiedener Lagen mithilfe extrem teurer Laborausrüstung spezialisiert hat.

Der Vergleich

In beiden Konsolen kommt ein x86-kompatibler Achtkern-Prozessor zum Einsatz, welcher von 14 bis 18 Shader-Prozessoren und acht Gigabyte Speicher unterstützt wird. Das von AMD entworfene, zentrale Rechenwerk vereint Haupt- und Grafikprozessoren, ist also ein sogenanntes „System on a chip“, kurz SoC, und bietet darüber hinaus Zugriff auf in- wie externe Speicherplätze. Hüben wie drüben werden die Daten auf einem 500 GByte fassenden Massenspeicher in Form einer herkömmlichen 2,5-Zoll-Festplatte gespeichert. Doch es gibt auch bedeutende Unterschiede. Die Playstation 4 zum Beispiel verfügt über rund 50 Prozent mehr Grafikpower und einen allgemein flinken Hauptspeicher vom Typ GDDR5, während die Xbox One den langsamerem DDR3-RAM mittels eines sehr schnellen, integrierten SRAMs unterstützt, welcher 32 MiByte fasst und ähnlich dem allerdings nur 10 MiByte großen On-Die-Speicher in der Xbox 360 auch zur Beschleunigung von Framebuffer-Operationen wie zum Beispiel beim Post-Processing oder für schnelles Anti-Aliasing genutzt werden kann. Auf die feineren Details der Architekturen gehen wir in den großen Schaukästen auf der nächsten Doppelseite ein.

Der große Unterschied

Beginnen wollen wir die Unterscheidungen mit einer Gemeinsamkeit, die sowohl Playstation 4, Xbox One als auch viele Spiele-PCs vereint, sie aber deutlich von den Konsolen der letzten Generation

XB1 auseinandergenommen

Im Inneren der Microsoft-Konsole arbeitet unterhalb des riesigen Lüfters, der die Hitze nach oben auspustet, ein übersichtliches Board. Neben dem von Speicherchips umrahmten SoC (Mitte links) kümmert sich die Southbridge (Mitte rechts) um die Anbindung von Datenträgern und Peripherie.







Bild: www.chipworks.com, Alle Rechte vorbehalten.

Playstation 4 hüllenlos

Bei der Playstation 4 sieht die Hauptplatine noch aufgeräumter aus als beim Pendant von Microsoft. Rund um den Haupt-SoC sind auf Vorder- und Rückseite je acht GDDR5-Speicherchips verteilt. Lediglich ein Netzwerk- und Peripherie-Controllerchip kümmert sich außer dem Wi-Fi-Modul (erkennbar am weißen Aufkleber) noch um den Datenverkehr auf der Platine. Der SoC (unten in groß) beinhaltet sämtliche Rechenwerke der Konsole und verfügt wahrscheinlich über weniger spezialisierte, dafür aber mehr programmierbare Einheiten als der SoC in Microsofts Xbox One.



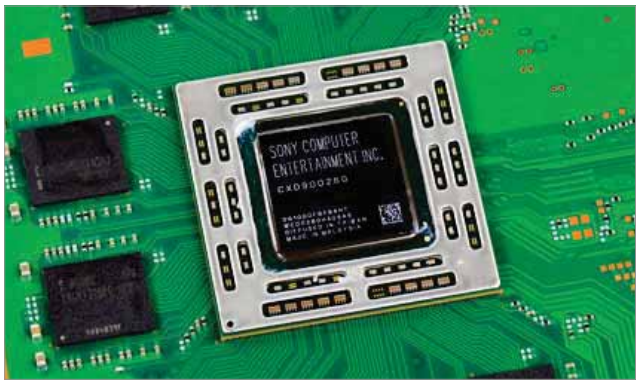




Bild: www.chipworks.com, Alle Rechte vorbehalten.

unterscheidet. Bei diesem Merkmal handelt es sich um den Arbeitsspeicher, welcher bei Konsolen auch gleichzeitig als Grafik-RAM genutzt wird. Anstelle von 512 sind nun 8.192 Megabyte – also sechzehn Mal so viel – verfügbar, in denen sich die Spieleentwickler austoben können. Dieses Merkmal ist besonders wichtig, da der vergrößerte Speicherplatz direkt in grafische Qualität umgemünzt werden kann und zu großen Teilen sicherlich auch wird. Spricht man mit Entwicklern, so nennen viele die RAM-Begrenzung als hauptsächliches Problem bei der Abstimmung ihrer Visionen mit der harten Realität. Vielen Spielern wird sicherlich der typische Unreal-Engine-Look mit teils recht detailliertem Normal-Mapping, aber verwaschenen und wenig abwechslungsreichen Basis-Texturen aufgefallen sein. Zum Teil lag das am knappen verfügbaren Speicher, aber auch die Einschränkungen von Direct X 9 trugen ihren Teil dazu bei, die Materialvielfalt gering zu halten. Das dürfte mit den neuen Konsolen nun der Vergangenheit angehören. Spielwelten als Ganzes können dank der gelockerten Speicherfessel nun größer und die Geometrie-Details feiner ausfallen, da trotz ausgeklügelter Streaming-Systeme nur selten wirklich genug Speicher zur Verfügung stand, um eine angemessene Weitsicht bei gleichzeitig hohen Details und feinen Texturen zu ermöglichen.

Der Direct-X-11-Durchbruch

Während die vergangene Konsolengeneration noch quasi auf Direct X 9 und im Falle der Playstation 3 auf einen völlig eigenen Standard gesetzt hatte, sind moderne PCs, die PS4 und die XB1 nun unter dem Direct-X-Dach vereint. Kleinster gemeinsamer Nenner ist dabei der PC mit Direct X 11, auch wenn aktuelle Intel- und AMD-Grafik schon 11.1 respektive 11.2 beherrscht. Letzteres ist auch der Technik-Stand beider Konsolen, da sie in Sachen Grafiktechnik deckungsgleich mit der derzeit modernsten Desktop-Grafikkarte AMDs sind.

Die Prozessoren oder besser Schaltkreise fürs Optikvergnügen setzen entsprechend auf GCN-1.1-Technik, können aber auch mit einigen Spezialitäten über Direct X 11.2 hinaus aufwarten. Auch wenn Microsoft sich relativ bescheiden gibt und „nur“ mit DX11.1+ wirbt. Während Sony für die Grafikprogrammierung seine Playstation-Shader-Language, kurz PSSL, als High-Level-Option nutzt, kommt bei Microsoft eine angepasste Direct-X-Version zum Einsatz. In Redmond betonte man allerdings, dass es sich dabei nicht um AMDs Mantle-API handele.

Zusätzlich bietet die Playstation 4 für Hardcore-Entwickler noch eine sehr hardware-nahe Umgebung, in welcher der Programmierer auf sämtliche Möglichkeiten der Grafikeinheiten direkt zugreifen kann. Durch die Kombination beider Angebote – der Hochsprache GNMX/PSSL und der hardwarenahen Lösung GMN –, die überdies noch verschmolzen werden sollen, glaubt man bei Sony, die Fehler der PS3-

Ära angegangen zu sein, ohne den Studios zu viel Kontrolle über die Hardware zu entziehen.

Die SoCs

Der Sony-Chip setzt auf stärkere Grafikpower als das Pendant in der Xbox One und verfügt über 18 aktive Grafikprozessoren, in der GCN-Nomenklatur „Compute Unit" genannt. Insgesamt arbeiten so 1.152 Rechenwerke an der Grafikausgabe. Der PS4-Chip verfügt physisch jedoch über 20 CUs – die restlichen sind vermutlich aus Kostengründen deaktiviert, denn so kann Sony die Chips auch nutzen, wenn zwei der CUs Fehler aufweisen. Des Weiteren sind bei der Playstation 4 auch die aus der GPU der Radeon R9-290 bekannten zusätzlichen sechs Compute-Befehlsströme mit ihren vergrößerten Warteschlangen mit an Bord. So können zusätzliche Aufgaben, die nichts mit Raster-Grafik zu tun haben, besser in den Arbeitsablauf des Chips integriert werden und insgesamt zwei Grafik- und acht Compute-Aufgaben zugleich für die Ausführung vorbereitet werden.

Microsoft hingegen verwaltet hier nur jeweils zwei Compute- und Grafik-Befehlsströme, setzt aber auf zusätzliche Einheiten, die von den Programmierern separat angesprochen werden müssen, dafür aber den vielen, jedoch einzeln eher schwachbrüstigen CPU-Kernen Arbeit abnehmen können. Insbesondere sei hier die True-Audio-Technik genannt, welche über integrierte DSPs – digitale Signalprozessoren – in Lizenz von Tensilica berechnet werden. Grob gesagt können damit nahezu sämtliche Surround-Sound-Effekte in Spielen ohne weitere CPU-Last berechnet und gemischt werden. Doch auch das PS4-SoC verfügt über hilfreiche Knechte für alltägliche Aufgaben, wie PS4-Hardware-Entwicklers Mark Cerny kürzlich in einem Interview mit www.gamasutra.com explizit bestätigte. Offen ist, ob es sich dabei um dieselbe IP, also dieselben Lizenzblöcke von AMD, handelt wie bei der Xbox One. Der eigentliche Trumpf der Xbox One ist der im SoC integrierte SRAM. Vier Blöcke mit je 8 MiByte Fassungsvermögen – insgesamt also 32 MiByte – sind jeweils 256-bittig angebunden und bieten eine maximale Übertragungsrate von 204 GByte pro Sekunde. Direkt auf diesen Speicher zugreifen kann laut Blockdiagramm jedoch nur die Grafikeinheit. Damit bleibt das Grundproblem der Xbox 360 weiterhin erhalten: So richtig schnell ist der Speicher lediglich, wenn die Entwickler sich die Mühe eines expliziten Speichermanagements machen (wollen). Ansonsten wirken die erreichbaren Bitraten eher gemächlich, wiewohl die CPU-Kerne der Playstation 4 wahrscheinlich nicht vollen Zugriff auf die 176 GB/s



Nintendos Wii U ist die letzte Wohnzimmer-Konsole der traditionellen Hersteller, welche nicht auf x86-Technik setzt.

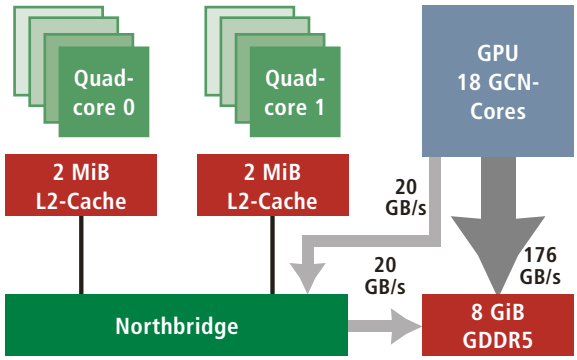


Bild: www.chipworks.com, Alle Rechte vorbehalten.

Sony Playstation 4

In Sachen Hardware-Design ist Sony wesentlich verschlossener als Microsoft. Daher fällt unser Übersichtsdiagramm etwas weniger komplex aus.

Sony nutzt – wie Microsoft auch – ein großes SoC, welcher die Hauptbestandteile des Systems auf einem Silizium-Chip vereint. Weiterhin gemein ist beiden der CPU-Teil: PS4 wie XB1 nutzen acht Jaguar-Kerne mit 1,6 bzw. wohl 1,75 GHz. Diese stammen aus AMDs Low-Power-Reihe und kommen als Vierkerner auch in den APUs der Kabini- und Temash-Reihe zum Einsatz. Auf der Grafikseite setzt Sony in seinen Chip gleich auf 20 Compute-Units, von denen aber nur 18 aktiv sind. Die restlichen dienen höchstwahrscheinlich der Kostensenkung, denn so können auch SoCs noch verwendet werden, bei denen maximal zwei CUs fehlerhaft sind. Der größte Unterschied zum SoC der XB1 liegt allerdings im Speichercontroller. Hier setzt Sony auf ein vierfach aufgeteiltes Interface für die acht Gigabyte GDDR5-Speicher, den CPU- und GPU-Teil gemeinsam nutzen. Dessen fette Übertragungsrate vereinfacht vermutlich die Programmierung, da die Entwickler keine Rücksicht darauf nehmen müssen, in welchem Speicherbereich die GPU-Hauptlast liegt. Die schmaleren 20-GB/s-Busse bieten im Gegensatz zum GPU-Speicher vollständige Cache-Kohärenz.



Microsoft Xbox One

Das System-on-a-Chip von Microsoft setzt Traditionen fort, dreht im Vergleich zur PS4 aber das Kräfteverhältnis zur Vorgängergeneration um.



Galt bei den Last-Gen-Konsolen die Xbox 360 der Playstation 3 noch in Sachen Grafikleistung sowie einfacher Programmierbarkeit als überlegen, dürfte sich der Spieß mit den aktuellen Modellen umdrehen. Bei der Rohleistung kann die Xbox One lediglich minimal punkten, wenn es um die x86-Kerne geht, die wohl 150 MHz Vorsprung vor den PS4-Pendants haben. Ferner sind in dem Chip digitale Signalprozessoren wie in den neuesten Radeon-GPUs für die Audio-Verarbeitung integriert. Berichten zufolge bringt das eine Entlastung, die in etwa der Leistung eines CPU-Kerns entspräche. Doch auch die PS4 verfügt über einige Spezialschaltkreise unter anderem für Audio, zu denen sich Sony derzeit allerdings noch nicht genau äußern mochte.

Microsofts Geheimwaffe und gleichzeitig ein potenzielles Problem jedoch sind die 32 MiByte integrierten SRAMs (zusammen mit allen anderen Speichern soll der Chip gar 47 MiByte fassen). Diese haben laut dem nebenstehenden Chip-Foto einen guten Anteil an der gesamten Fläche von 363 mm² und den 5 Milliarden Transistoren des im 28-Nanometer-HPM-Prozess bei TSMC gefertigten SoC. Zum Vergleich: AMDs Grafikchips der HD-7900- und R9-290-Reihe sind 365 respektive 438 mm² und 4,3 beziehungsweise 6,2 Mrd. Schaltungen. Beim integrierten Speicher handelt es sich um vier extrem schnelle, mit jeweils 256 Bit Breite angebundene 8-MiB-Blöcke, die zusammen eine maximale Übertragungsrate von 204 GB/s erreichen – 16 Prozent mehr als der GDDR5-Speicher in der PS4, aber eben auch wesentlich kleiner. Doch auch hier ist nicht alles Gold, was glänzt. Zum einen ist die Cache-kohärente Übertragungsrate für die CPU auf einen Bruchteil des Maximums, nämlich 30 GB/s, begrenzt und diese erfolgt zudem nur über das reguläre DRAM-Interface und die Host-/Guest-Speichermanager (MMU). Zum anderen ist der SRAM auch nur 32 MiByte groß, die Programmierer werden also nach wie vor dazu gezwungen, sich genau über die Speicherbelegung Gedanken zu machen, wenn sie das Maximum aus der XB1-Hardware herausholen möchten.

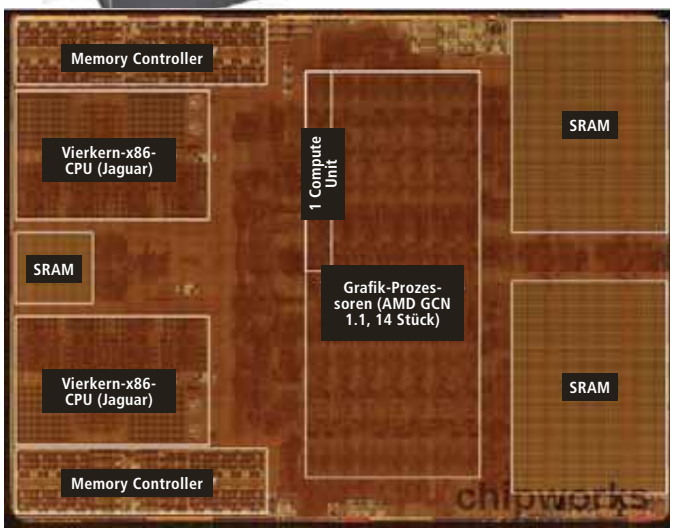
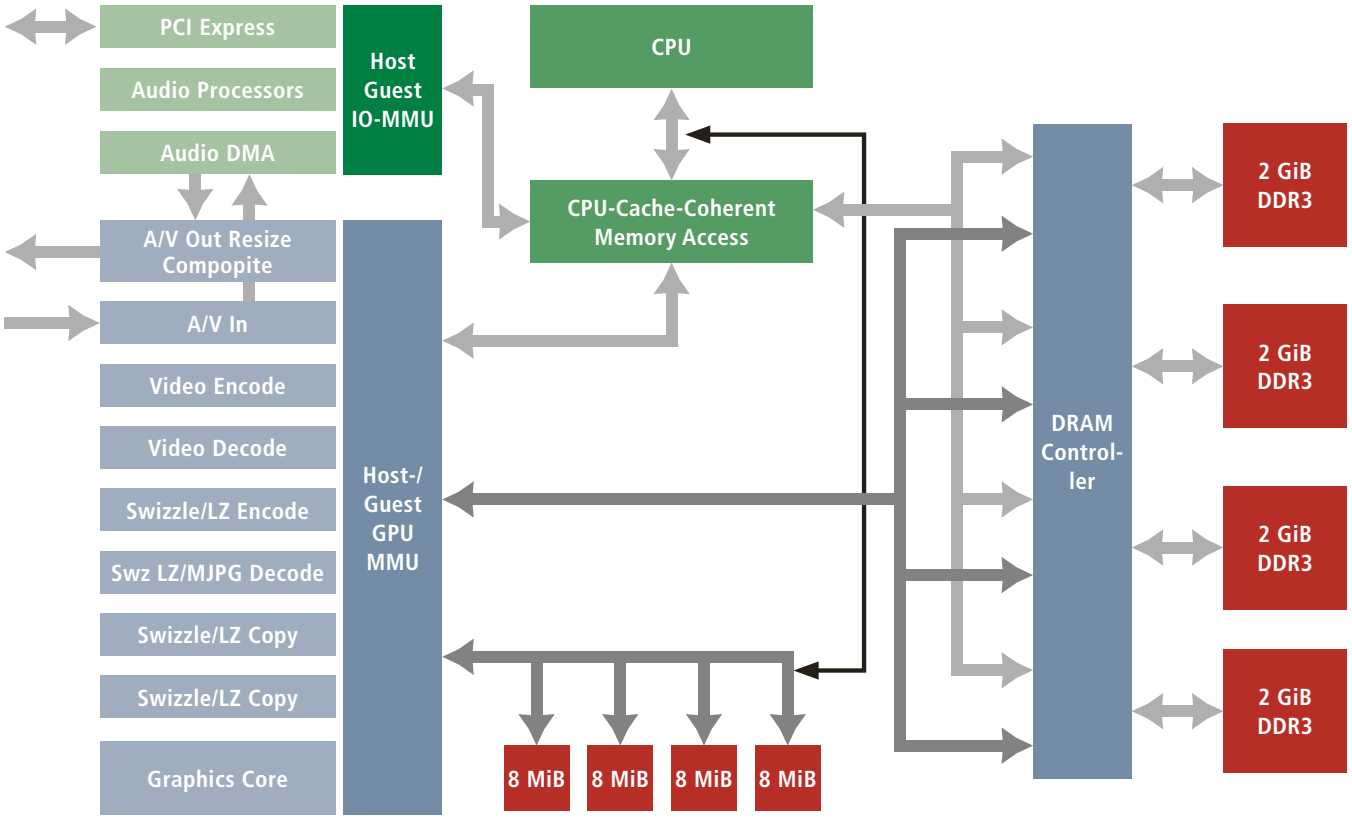
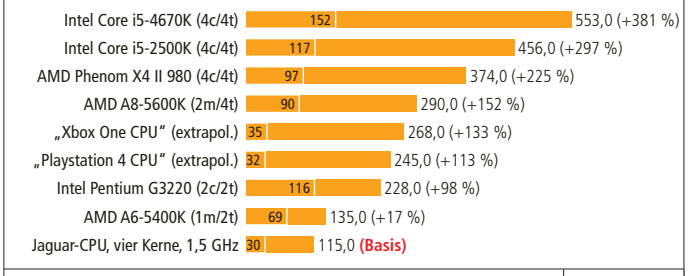


Bild: www.chipworks.com, Alle Rechte vorbehalten.



CPU-Leistung: Eine grobe Schätzung

Cinebench R15 64 Bit, Ein- und Mehrkern-Test



System: Verschiedene, 4 GiB DDR3-RAM pro Speicherkanal, Win 8.1 Pro, Catalyst 13.11 b9.5 **Bemerkungen:** Bitte beachten Sie, dass wir die Werte für Xbox One und Playstation 4 lediglich aus dem Ergebnis der 1,5-GHz-A4-5000 mit Jaguar-Kern hochgerechnet haben.

Punkte SC MC ▶ Besser

Technikvergleich: 2013er-Konsolen

Produkt	Playstation 4	Xbox One
Circa-Preis	400 Euro	500 Euro
Hauptprozessor	8 Kerne, 1,6 GHz, Basierend auf AMD Jaguar	8 Kerne, 1,75 GHz, Basierend auf AMD Jaguar
Grafikeinheit	18 Compute-Units (1.152 aktive Shader), 800 MHz, 1,84 TFLOPS, basierend auf AMD GCN 1.1	14 Compute-Units (768 aktive Shader), 855 MHz, 1,31 TFLOPS, basierend auf AMD GCN 1.1
Arbeits- und Grafikspeicher	8 Gigabyte GDDR5, 176 GB/s, von CPU und Grafik gemeinsam nutzbar	8 GiByte DDR3, 68,3 GB/s, von CPU und Grafik gemeinsam nutzbar, zusätzlich 4x 8 MiB eSRAM (zusammen 166 GB/s)
Massenspeicher	HDD (500 GByte)	HDD (500 GByte)
Optisches Laufwerk	Blu-ray-/DVD-Kombo (6x/8x), Slot-in	Blu-ray-/DVD-Kombo, Slot-in
Anschlüsse	Kaltgeräte-Stecker, 1x HDMI-out, 1x optical Out, 2x USB 3.0, 1x AUX, 1x RJ45 (10-/100-/ 1000-Mbit-Ethernet), WLAN 802.11b/g/n, Bluetoth 2.1 (EDR)	Netzteil-Anschluss, 1x HDMI-Out, 1x HDMI-in, S/PDIF, 3x USB 3.0, 1x RJ45 (10-/100-/1000-Mbit-Ethernet), Kinect-Anschluss
Lieferumfang	Hauptsystem, Controller (Dualshock 4, drahtlos), Headset (Mono), Strom-, HDMI- und USB-Kabel	Hauptsystem, ext. Netzteil, Kinect-Kamera, Controller (drahtlos), Headset, Strom-, HDMI-Kabel

des GDDR5-Speicher haben. Bei den Rohdaten der Grafikleistung liegt die PS4 mit klaren 40 Prozent Vorsprung vor der XB1 und ist grob mit einer Radeon HD 7850 für den PC zu vergleichen – da beiden Konsolen jedoch die Spiele auf den Leib programmiert werden, dürfte grafisch noch einiges mehr drin sein als auf vergleichbaren PCs.

Auswirkungen auf den PC

Konsolenspiele nehmen eine immer wichtigere Rolle in der Budgetplanung der Studios ein: Spiele werden zwar für mehrere Plattformen, aber nicht parallel entwickelt. Das System mit den geringsten Möglichkeiten gibt üblicherweise die untere Messlatte für alle gameplay- und systemrelevanten Prozesse an – potentere Maschinen bekommen meist etwas optischen Schmuck spendiert.

An diesem Grundprinzip wird sich auch im PS4/XB1/PC-Gestirn nichts ändern, aber die gemeinsame Basis ist eine wesentlich bessere: Technisch auf dem aktuellen Stand und teilweise etwas darüber hinaus und mit ausreichend Speicher ausgestattet, fallen viele Beschränkungen der Last-Gen-Plattformen weg. Dank gleich vieler (x86-) Kerne in beiden SoCs dürften PC-Spiele auch bald stärker von höherer Parallelisierung profitieren. Da die CPU-Kerne der Konsolen individuell jedoch recht lahm sind, besteht die Gefahr vieler, aber nicht sehr anspruchsvoller Aufgaben. PCs mit wenigen CPU-Kernen könnten durch die wechselweise Bearbeitung der Threads gebremst werden. Auch der Grafikspeicher dürfte künftig eine größere Rolle spielen – wobei größer wörtlich zu nehmen ist. Denn die 8 Gigabyte der Konsolen stehen auch als Grafik-RAM zur Verfügung. PC-Spiele mit höheren Anforderungen an die Menge des Video-Speichers sind also abzusehen.

Mantle – Konsolenleistung für PC-Spiele

Wenn Sie dieses Heft in Händen halten, soll *Battlefield 4* bereits durch AMDs Mantle-API beschleunigt werden, die den Verwaltungsaufwand von Direct X & Co. minimiert, sodass auch langsamere CPUs Höchstleistung vollbringen. Außerdem sollen hardwarenahe, aber in DX nicht genutzte Grafikfunktionen Spiele beschleunigen und/oder aufhübschen. *(cs)*

Fazit

PC, Playstation 4 und Xbox One

Was zuvor für viele PC-Spieler eher ein Fluch war, nämlich die Portierung von Konsolenspielen, könnte sich als Segen erweisen. Reichlich RAM, viel Grafikpower und mindestens Direct X 11.2 lesen sich als Zutaten zumindest für die nächsten ein, zwei Jahre durchaus ansprechend. Ob und wann sich das jedoch zum Fluch umkehrt, ist offen.

Mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede



Auch zwischen Konsole und dem PC-Ökosystem gibt es seit November viel mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede. Ob da nun die eine Konsole einen Spezialchip mehr an Bord hat oder die andere über etwas (na ja, okay, deutlich) mehr Grafikleistung verfügt, verkommt da beinahe zur Nebensache – auch wenn die Diskussionsforen ob der *Battlefield 4*-Auflösung gerade wieder am Überkochen waren. Jetzt sind es erst einmal die Kreativität der Entwickler und die Zöpfe, die man von Xbox 360 und Playstation 3 abschneiden muss, die noch bremsen könnten. Ich bin gespannt, wie umfangreich künftige Spielwelten, etwa in *Watch Dogs* ausfallen und wie Rockstar Verzögerungen der PC-Portierung rechtfertigen wird. Und nicht zuletzt freue ich mich auf die Ideen der Entwickler, was man mit den neuen Möglichkeiten via Compute-Shader alles anstellen kann!

»Zwischen Konsole und PC gibt es seit November mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede«

Carsten Spille, Fachbereich Grafikkarten und Prozessoren

Die Kombination aus beiden Welten gefällt mir



Noch nie waren sich PC und Konsole so ähnlich, wovon langfristig gesehen wohl alle profitieren werden. Im Vergleich zum Desktop-PC wirkt die Hardware der neuen Konsolen vermutlich schon jetzt veraltet, doch darf man dabei nicht vergessen, dass Spieleprogrammierer dank Optimierungen für ein ganz spezielles System noch viel herausholen können. Das beste Beispiel ist sicherlich *Beyond: Two Souls*, welches auf der sieben Jahre alten Playstation 3 wahnsinnig gut aussieht. Das tatsächliche Potenzial von Xbox One und PS4 wird man also erst in einigen Jahren zu Gesicht bekommen. Für mich ist eine Konsole keine Alternative, sondern eine Ergänzung zum PC. Neben den Exklusivtiteln gibt es auch Spiele wie *FIFA 14* oder *Trine 2*, die zusammen mit Freunden im Wohnzimmer mehr Spaß machen als auf dem PC. Für *Star Citizen* greife ich dann wieder zum PC.

»Für mich ist eine Konsole keine Alternative, sondern eine Ergänzung zum PC.«

Daniel Waadt, Product Manager PCGH

25

JAHRE

computec MEDIA

LEIDENSCHAFT FÜR GAMES

PC Games

play4

GAMES AKTUELL

SFT SPIELE | FILME | TECHNIK



PC Games Hardware

buffed.de

golem.de IT NEWS FÜR PROFIS

4PLAYERS.DE

gamesindustry.biz



Hier finden Sie aktuelle Infos rund um das Thema 25 Jahre Computec Media:

www.pcgh.de/computec25

ON THE RUN!

4PLAYERS.DE

MAGAZINE/E-PAPER | BOOKAZINES | WEBSEITEN | APPS | GAMES | GAMING-SERVER

Spiele & Software



Frank Stöwer
Fachbereich Spiele
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Trotz neuer Konsolen wird der Untergang des PCs als Spieleplattform vorerst vertagt.

Seit 22.11.2013 bzw. 29.11.2013 sind Xbox One und PS4 nun erhältlich und wie vielen Reportagen zu entnehmen war, verlief der Start der Next-Gen-Konsolen nicht ganz problemlos. Das war mir relativ egal. Mit großem Interesse verfolgte ich dagegen die Berichte, die sich mit der Leistung der Konsolen-Hardware und der grafischen Güte der zum Verkaufsstart für die Konsolen der nächsten Generation zur Verfügung stehenden Titel auseinandersetzten. Mit Erstaunen las ich, dass die Auflösung bei *Battlefield 4* zugunsten einer Fps-Rate von 60 Fps von 1080p auf 900p/720p reduziert wurde. Andere Titel, beispielsweise *NfS: Rivals*, liefen nicht flüssig und mit im Vergleich zur PC-Version reduzierten Details. Gerade letztgenannte Tatsache ließ mich dann doch sehr schmunzeln. Waren Xbox One und PS4 nicht einmal angetreten, um den PC als Spielplattform langsam, aber sicher in Rente zu schicken? Anscheinend ist dieses Vorhaben gescheitert. Wie es aussieht, bietet nach wie vor nur der PC als Plattform das optimale Spielvergnügen mit mindestens Full-HD-Auflösung, allen Rendertricks und hochwertigem AA.

PC Games Hardware

Verkaufs-CHARTS*

Platz	Titel	Hersteller
1.	**Assassin's Creed 4: Black Flag**	**Ubisoft**
2.	**Battlefield 4 (inkl. China Rising)**	**Electronic Arts**
3.	**Call of Duty: Ghosts**	**Activision**
4.	FIFA 14	Electronic Arts
5.	Battlefield 4 Premium Service (Code)	Electronic Arts
6.	Fußball Manager 14	Electronic Arts
7.	Battlefield 4	Electronic Arts
8.	Die Sims 3: Into The Future (LE)	Electronic Arts
9.	Need for Speed: Rivals (LE)	Electronic Arts
10.	Die Sims 3: Starter Set (DE)	Electronic Arts

* Quelle: Saturn, Top 20 vom 14.12.2013



X Rebirth: Egosoft-Chef redet Klartext

Trotz sieben Patches sind längst nicht alle inhaltlichen Bugs und Performance-Probleme von X Rebirth behoben. Studio-Boss Bernd Lehan erklärt, warum.

Während das Team laut Bernd Lehan mittlerweile die dringendsten Crash-Bugs entfernt sowie die Handelsfunktion von *X Rebirth* gesichert hat, gilt jetzt oberste Priorität für die Fehler, welche die Performance verschlechtern, sowie für Leistungsoptimierungen, berichtet der Studio-Chef zu Beginn des Interviews. So hätte man beispielsweise mit dem Patch 1.19 einen kuriosen Fehler behoben, der laut Bernd Lehan dazu führte, dass nach wiederholtem Laden eines Spielstandes die Framerate auf ein Viertel des normalen Wertes einbrach. Obwohl dies wahrscheinlich nur wenige *X Rebirth*-Spieler betraf, behob das Team gleich eine ganze Reihe ähnlicher Fehler, die durch das komplizierte Multithreading-System verursacht wurden. Im dem erwähnten Beispiel wurden schlichtweg einige Threads des vorherigen Savegames nicht korrekt beendet und bremsten das Spiel, so Bernd Lehan.

Generell ärgere sich Egosoft darüber, dass man, als die Masse der Tester vor Release immer größer wurde, viele Bugs vorher nicht gesehen oder unterschätzt hätte. Dazu gehören speziell die Fehler beim Handel, aber auch die mit dem Multithreading verbundene Komplexität. Auf unsere Frage, wie sich Egosoft die vorhandenen Performance-Probleme mit High-End-PCs erklärt, räumt Bernd Lehan ein, dass *X Rebirth* zum Beispiel auf PCs mit Radeon-R9-Karten langsamer läuft als es sollte. Zusammen mit AMD analysiere man gerade, was da schief läuft, doch es gäbe auch High-End-Systeme, für die man noch nicht optimiert habe und auf denen *X Rebirth* schneller laufen würde. Dazu gehörten SLI-Systeme, bei denen der Treiber die SLI-Unterstützung des Renderes nicht erkenne und diese abschalte. Außerdem sei der Titel stark von der CPU-Leistung abhängig, weil im Hintergrund Pathing-Berechnungen für die Raumschiffe ausgeführt würden, auch damit kämen viele Systeme nicht klar. *(fs)*



SPIEL DIE MONSTER-PUZZLE-APP!

Für Tablets und Smartphones erhältlich!



Soundtrack von Chris Hülsbeck!

ON THE RUN!

AUF iOS, ANDROID & FACEBOOK!

JETZT DOWNLOADEN!

Available on the App Store

Google play

Kein QR-Code-Scanner? Hol dir die App gratis in deinem Download-Store!

Auch kostenlos spielbar auf facebook

25 JAHRE computec



Bild: Aidbox

Systemanforderungen im Wandel der Zeit

Immer fordernder!

Beliebte Computerspiele-Serien verlangen von Teil zu Teil mehr Leistung von Prozessoren und Grafikkarten. Wir nehmen Sie mit auf eine Zeitreise durch die Systemanforderungen.

Es ist kein Geheimnis: Computerspiele wurden im Verlauf der Zeit leistungshungriger. Dafür verantwortlich sind zum einen Spielerinnen und Spieler, die immer bessere Grafik, Effekte und Fantasiewelten erleben wollen, um sich vom Alltagsgeschehen abzulenken oder sich zu entspannen. Zum anderen entwickeln sich neue technische Möglichkeiten. Als Beispiel seien hier Engines wie Frostbite (*Battlefield*) oder IW2.0 (*Call of Duty*) genannt. Auch Microsofts API DirectX, die standardmäßig seit Windows 98 inkludiert wurde, hat sich stetig weiterentwickelt. Apropos Windows: Neue Betriebssysteme trugen ebenfalls zu einer Weiterentwicklung bei. Waren es früher die bekannten 32-Bit-Systeme von Windows, die den Arbeitsspeicher auf 3,5 GByte limitierten. Dank des 64-Bit-Systems gibt es hinsichtlich des Arbeitspeichers keine Restriktionen mehr, sofern sich die Nutzer in einem vernünftigen Rahmen bewegen. Computerprozessoren haben sich ähnlich verbessert. Angefangen mit Einkernern, die bis 2005 und mit einem Takt von bis zu 4 GHz den Bereich der Computer dominierten, sind wir mit dem heutigen Stand der Technik bei Mehrkernern angelangt. Kein Wunder also, wenn die Systemanforderungen für Computerspiele in die Höhe schnellen und die Entwicklerstudios sich die effizientere Technik zunutze machen.

Wir haben für Sie fünf interessante respektive bekannte Spieleserien herausgesucht, die technisch große Sprünge in der Welt der Computerspieler machten. Eine dieser Serien ist *Call of Duty*, die lange Zeit auf die *Quake III*-Engine (id Tech 3) setzte. *Battlefield* ist aufgrund der Frostbite-Engine ebenfalls einer der interessanten Kandidaten, wenn es um Systemanforderungen geht. Mit *Assassin's Creed* haben wir für Sie zu einem Action-Adventure gegriffen, das sich auch noch heute großer Beliebtheit erfreut. Abgerundet wird der zeitliche Leistungsanstieg durch den Strategietitel *Total War*- und die populäre Rollenspiel-Reihe *The Elder Scrolls*. Wir haben für Sie versucht, ein mannigfaltiges Potpourri quer durch die Computerspiele-Landschaft zusammenzustellen, um auf möglichst viele Entwicklungssprünge einzugehen.

Gute Zukunftsaussichten

Gesetzt den Fall, dass das „Moore'sche Gesetz" weiterhin Bestand hat, verdoppelt sich die Anzahl der Transistoren auf einem Computerchip rund alle 18 Monate. Gleiches gilt aber auch für die Energieeffizienz von Computern – sie verdoppelt sich ebenfalls im angegebenen Zeitraum. Das hat Jonathan Koomey in einer Forschungsarbeit mit dem Titel „Assessing trends in the electrical efficiency of computation over time" herausgefunden.

Die wachsende Industrie der Computerspiele tut ihr übriges dazu, dass auch zukünftig erfolgreiche Spieleserien fortgesetzt und dem aktuellen Stand der Technik angepasst werden. *(fs, dn)*

Call of Duty (2003)

Die Anforderungen an den ersten Serienteil waren aus der heutigen Sicht fast schon lächerlich gering – selbst aktuelle Smartphones erfüllen spielend jene Systemanforderungen. Im Jahr 2003 forderte *Call of Duty* die Spieler-Hardware noch stark. Das PC-Spiel unterstützte Direct X 8.1 und arbeitet mit der iD Tech 3-Engine. Mit dieser war es erstmals möglich, eine Spielfigur in drei Teile zu gliedern: Kopf, Torso und Beine. Das führte zu einer flüssigeren Darstellung der Animationen..



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 700-MHz-Singlecore-CPU, 128 MB RAM, 3D Hardwarebeschl. mit 32 MB
- **Empfohlen:** 1.500-MHz-Singlecore-CPU, 256 MB RAM, Geforce FX 5900

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 1.400-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce 2 Ti
- **Empfohlen:** 2.000-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce FX 5600 Ultra

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 8.1, iD Tech 3-Engine

Call of Duty 2 (2005)

Der Nachfolger erschien im Jahr 2005. Der Titel basiert auf einer aufgebohrten iD Tech 3-Engine, die den Namen „IW 2.0" erhält. Mit dieser Weiterentwicklung findet unter anderem zum ersten Mal der Bloom-Effekt ins Spiel. Weitere neue Effekte und eine steigende Polygonanzahl lassen alte GPUs ganz schön schwitzen. In Verbindung mit Bump Mapping und dynamischem Licht war *CoD 2* zu seiner Zeit ein echter Hingucker – wenn auch ein leistungshungriger.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 1.400-MHz-Singlecore-CPU, 256 MB RAM, Geforce 3/Radeon 8500
- **Empfohlen:** 2.200-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce 6800 oder besser

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.080-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce 6600/Radeon X1600 XT
- **Empfohlen:** 3.000-MHz-Singlecore-CPU, 1 GB RAM, Geforce 7800 GTX oder besser

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0c, IW 2.0-Engine, Bloom, Unified Shadowing und Lights, Bump Mapping

Call of Duty: Black Ops 2 (2012)

Neben einer erstmaligen Unterstützung für Direct X 11 wird auch HDR eingebaut. Ab sofort ist es möglich, Bewegungsunschärfe zu erkennen und einen hohen Dynamikumfang zu berechnen. Das erfordert natürlich Leistung, die sich im Vergleich zu den Vorgängern in den minimalen Systemanforderungen des Herstellers bemerkbar macht. Ab jetzt ist es Pflicht, einen Zweikernprozessor in seinem System zu besitzen.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.660-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, GF 8800GT/Radeon HD 3870
- **Empfohlen:** 3.160-MHz-Dualcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce GTS 450

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 3.300-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 460 TI/Radeon HD 5850
- **Empfohlen:** 3.400-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce 660 Ti/Radeon 7870

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, *Black Ops II*-Engine, HDR, verbesserte Sound-Engine, Lens-Flare-Effekt

Call of Duty: Ghosts (2013)

CoD: Ghosts basiert auf der IW 6-Engine. Es ist nicht nur mit der Xbox 360, PS3, Wii U oder PC kompatibel, sondern auch mit den Next-Gen-Konsolen Xbox One und PS4. Mit Pixars SubD-Technologie ist es möglich, je nach Betrachtungsentfernung zu einem Objekt mehr oder weniger Details darzustellen Beachtlich: Nur mit einem 64-Bit-OS und mindestens 6 GiByte RAM lässt sich der Titel spielen.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.660-MHz-Dualcore-CPU, 6 GB RAM, GF GTS 450/Radeon HD 5870
- **Empfohlen:** 3.600-MHz-Quadcore-CPU, 8 GB RAM, Geforce GTX 760 oder besser

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.600-MHz-Quadcore-CPU, 6 GB RAM, Geforce GTX 570/Radeon 6950
- **Empfohlen:** 3.400-MHz-Quadcore-CPU, 8 GB RAM, Geforce GTX 770/Radeon R9 290

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, IW6-Engine, SubD-Technologie von Pixar, Umbra-3-Rendering

Call of Duty

2003
Call of Duty
Der erste Teil der Serie spielt sich im Zweiten Weltkrieg ab.



2005
Call of Duty 2
Der zweite Teil erschien für den Computer sowie für die Xbox 360.



2007
Modern Warfare
Zum ersten Mal wird die virtuelle Schlacht in der Zukunft ausgetragen.



2008
World at War
Erstmals auch für eine Nintendo-Konsole vorhanden (Wii und DS)



2009
Modern Warfare 2
Zwei Waffen gleichzeitig geht nicht? Doch: zulasten der Präzision.



2010
CoD: Black Ops
Verkaufsrekord: Binnen 24 Stunden über 5,6 Millionen Mal verkauft.



2011
Modern Warfare 3
Der Titel knüpft direkt an den fünften Teil *CoD: Modern Warfare 2* an.



2012
CoD: Black Ops 2
Nach unserer Empfehlung wird eine Quadcore-CPU vorausgesetzt.



2013
CoD: Ghosts
Playstation 4 und Xbox One profitieren von der IW 6-Engine.



Battlefield



2002

Battlefield 1942

Refractor Games wurde im Jahr 2000 aufgekauft und entwickelte *BF 1942*.



2004

Battlefield Vietnam

Originale Propaganda-durchsagen von Trinh Thi Ngo fanden ins Spiel.



2005

Battlefield 2

Es wird mehr Augenmerk auf taktische Vorgehens-weisen gelegt. Teamwork!



2006

Battlefield 2142

Der einzige Teil, dessen virtuelles Schlachtfeld sehr weit in der Zukunft liegt.



2010

BF: Bad Company 2

Als Grafikschnittstelle wer-den DX9, DX10 und DX11 gewählt.



2011

Battlefield 3

Dice' erstes Spiel, das mit der hauseigenen Frostbite-2-Engine arbeitet.



2013

Battlefield 4

Durch die neue Frostbite 3-Enginge finden viele Neuerungen ins Spiel.

Battlefield 1942 (2002)

Die bekannte Spieleserie wurde erstmals 2002 veröffentlicht und war dank des Mehrspielermodus sehr beliebt. Besonders auf LAN-Partys ist das Spiel gern gesehen. Technisch vollbringt die Refractor Engine 1.0 wahre Wunder und stellte das Flaggschiff unter den First-Person-Titeln dar. Nicht nur im Hinblick auf die notwendige CPU-Leistung, sondern auch die Grafikkarten-Anforderungen waren damals in *Battlefield 1942* sehr klein; der Detailgrad ist mit Direct X 8.1 indes ordentlich.



Systemanforderungen (Hersteller):

- **Min.:** 500-MHz-Singlecore-CPU, 128 MB RAM, 3D Hardwarebeschl. mit 32 MB
- **Empfohlen:** 800-MHz-Singlecore-CPU, 256 MB RAM, 3D Hardwareb. mit 64 MB

Systemanforderungen (PCGH):

- **Min:** 800-MHz-Singlecore-CPU, 256 MB RAM, Geforce2 Ti
- **Empfohlen:** 1.200-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, GF4 Ti-4200 oder besser

Technisch Besonderheiten:

- Direct X 8.1, Refractor Engine 1.0

Battlefield: Bad Company 2 (2010)

War der erste Teil von *Battlefield: Bad Company* nur für die Konsolen erhältlich, gibt Dice dem neuen Teil eine PC-Version und Direct-X-11-Unterstützung. Die Frostbite-1.5-Engine, die auf der Windows-Plattform ihr Debüt feiert, machte mit ihrer hochwertigen Zerstörungs-physik (Destruction 2.0) von sich reden. Da eine Vielzahl von Objekten in ihre Einzelteile zerlegt werden konnte, waren Einkerner völlig und Zweikerner meist auch noch überfordert. Nur mit einem Quad-Prozessor ist flüssiges Spielen möglich.



Systemanforderungen (Hersteller):

- **Min.:** 2.000-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 7800GT/Ati x1900
- **Empfohlen:** 2.130-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 260 oder besser

Systemanforderungen (PCGH):

- **Min:** 2.130-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8800 GT/Radeon HD 4870
- **Empfohlen:** 2.660-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 260/Radeon HD 5850

Technisch Besonderheiten:

- Direct X 11, Frostbite 1.5-Engine, Destruction 2.0

Battlefield 3 (2011)

Durch die Frostbite-2-Engine kann das volle Potenzial der Direct-X-11-API und der 64-Bit-Prozessoren ausgeschöpft werden. Mit Destruction 3.0 erfährt der Spieler eine verbesserte Physik und leicht erhöhte CPU-Anforderungen. Weiterhin spendiert Dice verbesserte Ani-mationen und Soundeffekte so-wie eine größere Skalierbarkeit. Letzteres spiegelt sich auch in den minimalen Systemanforde-rungen des Herstellers. Diese bleiben wie bei *Bad Company 2* gleich und glänzen durch eine gute Skalierbarkeit.



Systemanforderungen (Hersteller):

- **Min.:** 2.000-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8600 GTS/Radeon HD 4650
- **Empfohlen:** 2.130-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 560/Radeon HD 6950

Systemanforderungen (PCGH):

- **Min:** 2.830-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 260/Radeon HD 4870
- **Empfohlen:** 3.300-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 560/Radeon HD 5870

Technisch Besonderheiten:

- Direct X 11, Frostbite-2-Engine, Destruction 3.0, Animated Toolkit, HDR-Audio

Battlefield 4 (2013)

Technische Neuerungen bei angehobenen Systemvoraussetzungen – so lässt sich *BF4* wohl am ehesten beschreibend zusammenfassen. Mit der Frostbite-3-Engine erscheint die Spielwelt sehr glaubwürdig. Ein dynamisches Wettersystem sowie eine verbesserte Vegetati-on, vermehrte Partikeleff-fekte und mehr Polygone lassen die GPU-Anfor-derungen in die Höhen schnellen. Mit AMDs API namens Mantle soll die CPU-Performance indes noch gesteigert werden.



Systemanforderungen (Hesteller):

- **Min.:** 2.400-MHz-Dualcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce 8800 GT/Radeon HD 3870
- **Empfohlen:** 2.800-MHz-Quadcore-CPU, 8 GB RAM, GF GTX 660/Radeon HD 7870

Systemanforderungen (PCGH):

- **Min:** 3.500-MHz-Dualcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce GTX 580/Radeon HD 7870
- **Empfohlen:** 3.500-MHz-Quadcore-CPU, 8 GB RAM, GF GTX 770/Radeon HD 7970

Technisch Besonderheiten:

- Direct X 11, Frostbite-3-Engine, AMD-API-Mantle-Unterstützung, Levelution

Assassin's Creed (2008)

Bevor die PC-Version im Jahr 2008 erschien, kam bereits 2007 das Spiel für Xbox 360 und Playstation 3 auf den Markt. Mit der Scimitar-Engine entschieden sich die Entwickler für eine eigene Lösung. Der Workflow zwischen Programmierer und Designern sollte besser funktionieren, Animationen flüssiger und präziser erscheinen. Durch Scimitar werden auch Mehrkern-Architekturen unterstützt, die mit einem höheren Datenaufkommen rechnen müssen.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.660-MHz-Singlecore-CPU, 1 GB RAM, Geforce 6800 XT/Radeon HD 2400
- **Empfohlen:** 2.200-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 9600 GT oder besser

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.600-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8600 GTS/Radeon 2600 XT
- **Empfohlen:** 2.200-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, GF 9600 GT/Radeon HD 3870

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0, Scimitar-Engine

Assassin's Creed II (2010)

Die Anvil-Engine, die auf Scimitar fußt, erfährt eine gravierende Weiterentwicklung. Bessere Beleuchtung und Reflexionen, Tag-und-Nacht-Zyklus, neue Vegetationstechnologie sowie eine verbesserte KI und Umgebungserkennung für Kletteraktionen sind nur einige der Verbesserungen. Das erfordert natürlich sehr viel zusätzlichen Rechenaufwand für die GPU und erklärt den großen Sprung bei den Systemanforderungen für die Grafikkarte.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 1.800-MHz-Dualcore-CPU, 1,5 GB RAM, Geforce 9500 GS/Radeon HD 4550
- **Empfohlen:** 2.660-MHz-Dualcore-CPU, 3 GB RAM, GF 8800 GT/Radeon HD 3870

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.800-MHz-Triplecore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 9800 GTX/Radeon HD 4850
- **Empfohlen:** 3.000-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce GTX 260/Radeon 4870

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0, Anvil-Engine



Assassin's Creed III (2012)



Unmittelbar nach der Veröffentlichung von *Assassin's Creed II* standen bereits die ersten Konzepte und Ideen für *Assassin's Creed III* in den Startlöchern. Die Anvil-Engine wurde weiterentwickelt zur Anvil-Next-Engine und bietet den Spielern eine realistischere Umgebung. Fußspuren wurden nun auch im Schnee sichtbar und stellen eine neue Texturschicht dar. Das produziert mehr Renderlast. Schwerer fallen da die gleichzeitig darzustellenden Charaktere ins Gewicht. Mehr Polygone fordern der Grafikkarte einiges ab und lassen die Framezahlen bei einem zu alten Pixelschubser in den Keller rutschen. Wo vorher 100 Pixelsoldaten standen, sind es jetzt bis zu 2.000 gleichzeitig. Verständlich, dass somit die Mindestanforderungen in die Höhe geschnellt sind.

Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.660-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8600 GT/Radeon HD 3870
- **Empfohlen:** 2.130-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 260/Radeon HD 5770

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.200-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, GF GTX 460/Radeon HD 5850
- **Empfohlen:** 2.660-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 660/Radeon HD 6970

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, Anvil-Next-Engine

Assassin's Creed IV: Black Flag (2013)



Horizon-Based Ambient Occlusion (HBAO+) ist in dem neuen Serienteil die zentrale Verbesserung. Die Schatten-Technik stellen an den Pixelschubser eine erhöhte Renderlast – doch nicht nur das. Mehr Polygone und damit eine komplexere Umgebung mit Surface Shadern und Lichteffekte fordern die ganze Aufmerksamkeit der GPU. Die CPU wird indes mit volumetrischem Nebel ordentlich beansprucht. Der erhöhte Rechenaufwand ist gut in den minimalen Systemanforderungen des Herstellers zu sehen, der nun einen Quadcore-Prozessor voraussetzt. Die Skalierbarkeit des Spiels ist durch die AnvilNext-Engine erstaunlich gut gelungen. Bei minimalsten Grafikeinstellungen lässt sich *Black Flag*, wenn auch nur stark eingeschränkt, selbst mit einer Intel-3000-HD-Lösung spielen.

Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.600-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 260/Radeon HD 4870
- **Empfohlen:** 3.000-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 470/Radeon HD 5850

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 3.000-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 660/Radeon HD 7870
- **Empfohlen:** 3.500-MHz-Quadcore-CPU, 6 GB RAM, Geforce GTX 780/Radeon R9 290

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, Anvil-Next-Engine

Total War



2000

Shogun: Total War
Sollte eigentlich nur ein B-Titel neben *Command & Conquer* werden.



2002

Medieval: Total War
Belagerungen mit den entsprechenden Waffen standen hier im Fokus.



2004

Rome: Total War
Durch die Engine können 30.000 Soldaten gleichzeitig gerendert werden.



2006

Medieval 2: TW
Die Anzahl der zu rendernden Polygone hat sich verdoppelt.



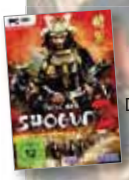
2009

Empire: Total War
Zum ersten Mal ist es möglich, auch auf hoher See Gefechte auszutragen.



2010

Napoleon: TW
Die KI erfuhr einen großen Schub und agierte nun wesentlich taktischer.



2011

TW: Shogun 2
Die Einheitenvielfalt wurde im Vergleich zum Vorgänger stark reduziert.



2013

Total War: Rome II
Total-War-Teil mit den höchsten Anforderungen an CPU und CPU.

Shogun: Total War (2000)

Der erste Teil der *Total War*-Serie ließe sich aus heutiger Sicht auf jedem Smartphone spielen. Der Grafikkarte wurde kaum etwas abverlangt. Das lag an der 2D-Darstellung in der Kartenansicht. Bei den 3D-Echtzeitkämpfen gab es auch noch nicht viele Truppen zu bestaunen. Die künstliche Intelligenz war für die damaligen Verhältnisse durchaus respektabel. Der Prozessor wurde folglich nicht geschont, weshalb wir andere CPU-Systemanforderungen ermittelt haben.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 233-MHz-Singlecore-CPU, 32 MB RAM, 3D Hardwarebeschl. mit 4 MB
- **Empfohlen:** 300-MHz-Singlecore-CPU, 64 MB RAM, 3D Hardwareb. mit 16 MB

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 500-MHz-Singlecore-CPU, 32 MB RAM, Geforce 256
- **Empfohlen:** 1.000-MHz-Singlecore-CPU, 64 MB RAM, Geforce2 GTS oder besser

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 7.0a, eigens entwickelte Engine

Medieval 2: Total War (2006)

Die eigens entwickelte Engine wurde speziell für *Medieval 2* angepasst. Der komplette Render-Algorithmus wurde umstrukturiert. Die Polygonanzahl sowie die Auflösung der Texturen wurden verdoppelt. Wo früher Klone von Soldaten mit gleichen Waffen standen, sind nun Individuen zu sehen. Hinzu kommen über 1.000 aufgenommene Motion-Capturing-Animationen. Die GPU-Systemanforderungen sind dadurch explosionsartig in die Höhe gestiegen.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 1.500-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, GF4 Ti 4200/Radeon 9600 SE
- **Empfohlen:** 2.400-MHz-Single-Core-CPU, 1 GB RAM, Geforce 7300/Radeon x1600

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.000-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce 6600/Radeon X1600 XT
- **Empfohlen:** 3.000-MHz-Singlecore-CPU, 1 GB RAM, GF 7800 GT/Radeon X1800 XT

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0c, eigens entwickelte Engine

Empire: Total War (2009)

Zu den optischen Finessen der Warscape-Engine gehören unter anderem Texture- und Geometry-Clipmaps, BRDF-Shading, HDR und Hardware-Shadow-Mapping. Dadurch steigt die Renderlast enorm. Die CPU wird indes bei Seeschlachten stark gefordert. Jedes Schiff besitzt eine physikalisch korrekt berechnete Auftriebssimulation und die Projektilphysik simuliert die Flugbahn von Geschossen wie Kanonenkugeln. Dadurch gerät die CPU ins Schwitzen.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.400-MHz-Singlecore-CPU, 1 GB RAM, Geforce 7600 GS/Radeon X1600
- **Empfohlen:** 2.200-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8800 GTX oder besser

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.660-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce 8800 GT/Radeon HD 3870
- **Empfohlen:** 3.160-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, GF GTX 260/Radeon HD 4870

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0c, Warscape-Engine, HDR

Total War: Rome II (2013)

Durch den verstärkten Einsatz von LoD-Techniken ist eine große Skalierbarkeit gegeben. Das zeigt sich an den minimalen Systemanforderungen des Entwicklers. Hier reicht noch immer ein Einkern-Prozessor, obwohl aufwendige KI-Berechnung betrieben wird. Die GPU wird indes deutlich mehr beansprucht. Vignettierung, Partikeleffekte sowie hochauflösende Texturen verlangen vom Grafikchip Schwerstarbeit. Selbst neueren Grafikkarten wird hier einiges abverlangt.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.600 MHz-Singlecore-CPU, 2 GB RAM, 3D Hardwarebeschl. mit 512 MB
- **Empfohlen:** 2.300-MHz-Dualcore-CPU, 4 GB RAM, 3D Hardwarebeschl. 1 GB

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 3.200-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 760/Radeon HD 7950
- **Empfohlen:** 3.500-MHz-CPU, 4 GB RAM, Geforce GTX 770/Radeon HD 7970 GE

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, Alpha-Texturen, HQSSOA

TES III: Morrowind (2002)

Die XnGine-Engine, die von Bethesda Softworks entwickelt wurde, musste der die Gamebryo-Engine weichen. Mit der aufpolierten Version wurde Direct 3D unterstützt. Die Techdemo der angekündigten Geforce 4 zeigte das ganze Grafikpotenzial von *Morrowind*. Besonders die Wassereffekte waren atemberaubend. So steigt im Vergleich zum Vorgänger der Renderaufwand immens an und gleicht hinsichtlich der Systemanforderungen dem eines aktuellen Shooters aus dem selbigen Jahr.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 500-MHz-Singlecore-CPU, 128 MB RAM, 3D Hardwarebeschl. mit 32 MB
- **Empfohlen:** 800-MHz-Singlecore-CPU, 256 MB RAM, Geforce2 GTS/Radeon 7500

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 800-MHz-Singlecore-CPU, 128 MB RAM, Geforce2 Ti
- **Empfohlen:** 1.200-MHz-CPU, 512 MB RAM, Geforce4 Ti-4200 oder besser

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 8, Gamebryo-Engine

TES IV: Oblivion (2006)

Die aufgebohrte Gamebryo-Engine teilt das Gelände in Häppchen ein. Fünf dieser Teile werden gleichzeitig geladen. Dieses Vorgehen verursacht großen Renderaufwand und daher eine Hochleistungs-GPU. Durch dieses Verfahren wird ebenfalls sehr viel Arbeitsspeicher verwendet. Deshalb müssten 1.024 MB RAM eingeplant werden. Selbst ein Mehrkern-Prozessor brächte lediglich ein Leistungsplus von 10 %, da *Oblivion* dahingehend nicht optimiert wurde.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.000-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, 3D Hardwarebeschl. 128 MB
- **Empfohlen:** 3.000-MHz-Singlecore-CPU CPU, 1 GB RAM, GF 6800/Radeon X800

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 1.833-MHz-Singlecore-CPU, 512 MB RAM, Geforce 6600/Radeon X1300
- **Empfohlen:** 3.500-MHz-Singlecore-CPU, 1 GB RAM, Geforce 7800 GTX oder besser

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9, Gamebryo-Engine, Self-Shadows, HDR

TES V: Skyrim (2011)

Die neu entwickelte Creation-Engine sorgt für eine große Weitsicht und realistische Wettereffekte. Dabei fällt die Systemanforderung an die Grafikkarte verhältnismäßig gering aus. Indes muss die CPU ordentlich schuften. Verursacht wird das durch die neue Radiant AI und dem individuellen Tagesablauf der NPCs. Die KI beansprucht sogar so viel Rechenleistung, dass von einer Singlecore- auf eine Quadcore-CPU umgestiegen werden muss.



Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** 2.000-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB MB RAM, 3D Hardwarebeschl. 512 MB
- **Empfohlen:** 2.000-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, 3D Hardwarebeschl. 1 GB

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min:** 2.800-MHz-Quadcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GTX 260/Radeon HD 4870
- **Empfohlen:** 3.600-MHz-Quadcore-CPU, 4 GB RAM, Geforce GTX 560 Ti oder besser

Technisch Besonderheiten:
- Direct X 9.0c, Creation-Engine, Radiant Story und AI

The Elder Scrolls

1994

TES: Arena
Wurde ursprünglich vom Entwickler als Gladiatorenspiel geplant.



1996

TES II: Daggerfall
Über 5.000 Dörfer warten darauf, vom Spieler entdeckt zu werden.



2002

TES III: Morrowind
Noch heute ist unter Kennern das „Quecksilber-Wasser" bekannt.



2006

TES IV: Oblivion
Zum ersten Mal erscheint ein Teil der *TES*-Reihe auf der Playstation 3.



2011

TES V: Skyrim
Die neu entwickelte Creation-Engine lässt die CPU ordentlich schwitzen.



2014

TES Online
Erster Teil der Serie, der nur im Online-Modus gespielt werden kann.



The Elder Scrolls Online (2014)



Durch die eigens entwickelte Engine sollen über 200 Spieler gleichzeitig abgebildet werden können. Als inspirierende Vorlage hatten sich die Entwickler die Hero-Engine angesehen, die bereits in *Star Wars: The Old Republic* verwendet wurde. Laut Matt Firor soll diese allerdings nicht ins Spiel finden. Mit der neu entwickelten Engine sollen auch Spieler auf Computer und Laptops, deren Rechenknecht in etwa fünf Jahre alt ist, *Elder Scrolls Online (ESO)* spielen können,. Somit würde das MMORPG eine große Skalierbarkeit aufweisen. Derzeit sind allerdings noch keine offiziellen Angaben zu den Systemanforderungen bekannt. Die Entwickler halten sich hier noch bedeckt und wollen durch weitere Beta-Phasen die finalen Daten ermitteln. Zum 4. April 2014 soll der Titel in den Läden erscheinen.

Systemanforderungen (Hersteller):
- **Min.:** Noch nicht bekannt
- **Empfohlen:** Noch nicht bekannt

Systemanforderungen (PCGH):
- **Min (vermutlich):** 1.600-MHz-Dualcore-CPU, 2 GB RAM, Geforce GT 520/ Radeon HD 4350
- **Empfohlen (vermutlich):** 3.600-MHz-Quadcore-CPU, 6 GB RAM, Geforce GTX 680/Radeon HD 7970

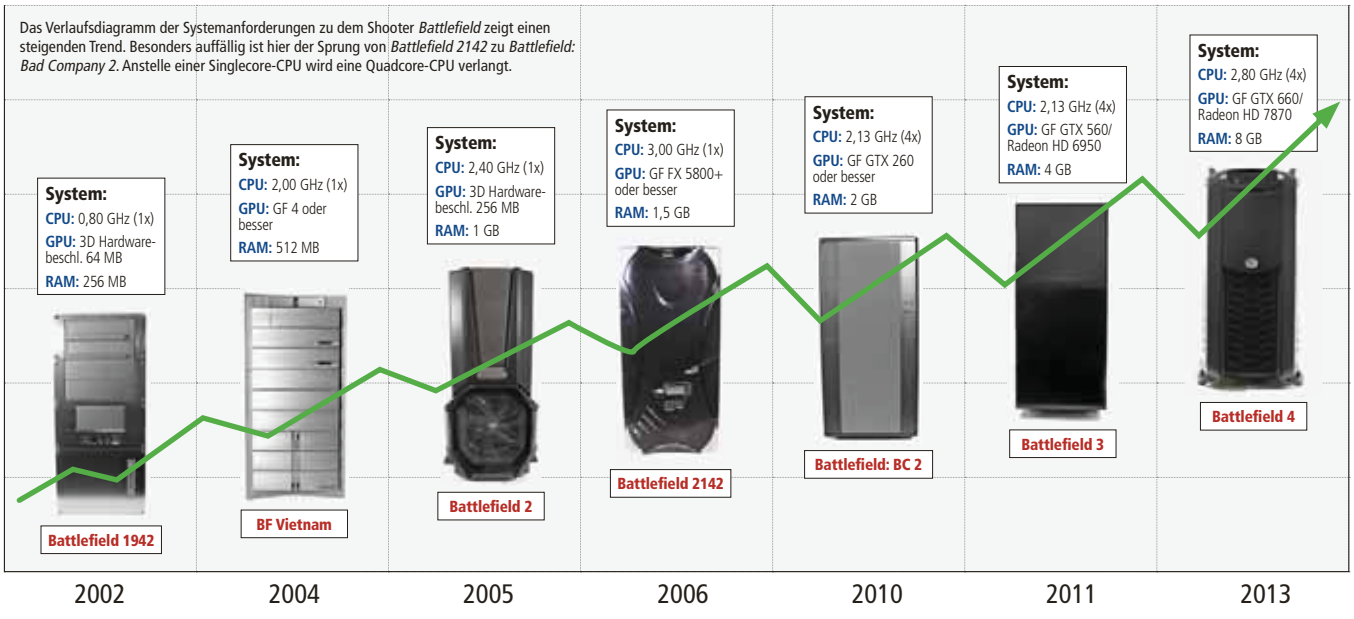
Technisch Besonderheiten:
- Direct X 11, eigens entwickelte Engine, vermutlich hohe Skalierbarkeit

Nachtrag: Systemanforderungen laut Hersteller im Diagramm

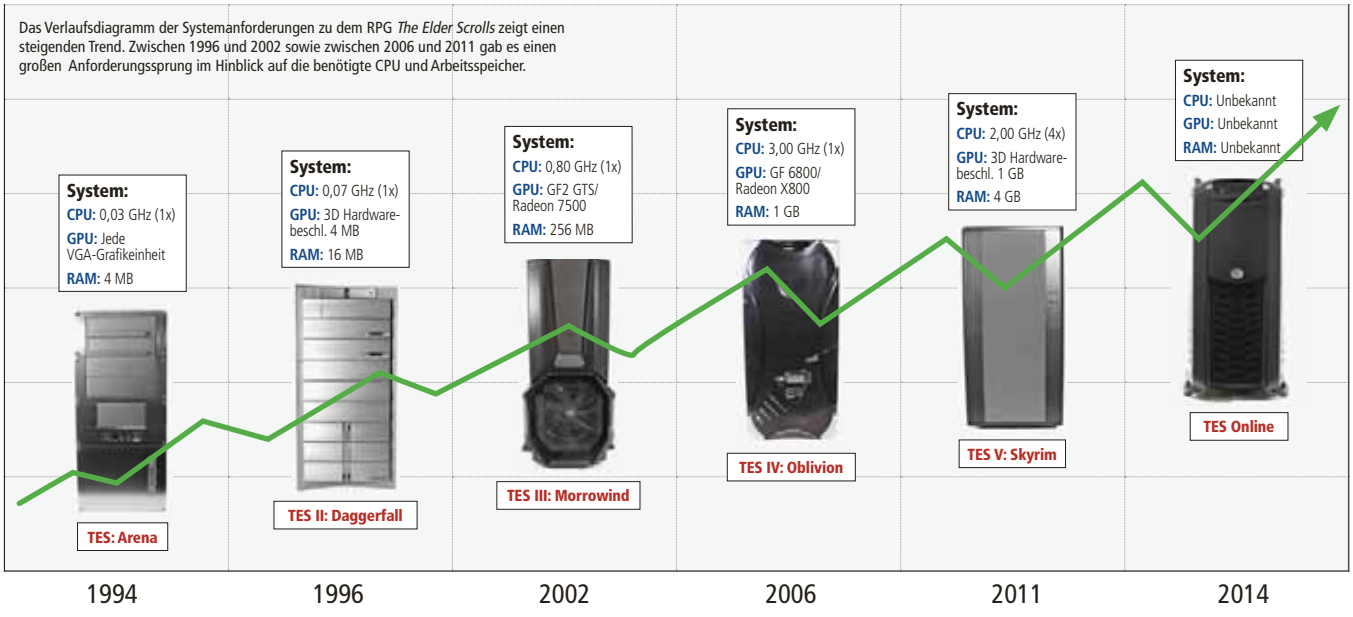
Ein stetiger Anstieg

Auf den letzten sechs Seiten haben wir Ihnen fünf beliebte Spieleserien vorgestellt, deren Systemanforderungen peu à peu gestiegen sind. Ergänzend hier noch der Systemtrend von zwei Auswahltiteln.

Herstellerseitig empfohlene BF-Systemanforderungen zwischen 2002 und 2013



Herstellerseitig empfohlene *TES*-Systemanforderungen zwischen 1994 und 2014



Lesereinsendungen

Ihr Feedback zum Heft
www.pcgh.de/print

PCGH-Mailbox



Bild: EyeWire

Außer über unsere Webseite www.pcgh.de und unser Forum www.pcghx.de können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an redaktion@pcgameshardware.de mit uns Kontakt aufnehmen.

SMT für Battlefield 4 deaktivieren?

Ich habe eine Frage zu *Battlefield 4* und Intels SMT. Ich habe dazu schon einige Berichte bzw. Foreneinträge gelesen, aber diese sind meist schon wieder etwas älter bzw. kann ich daraus nicht sicher ableiten, was ich jetzt tun sollte. Ich habe einen Core i7-3770K und habe mir für *Battlefield 4* extra Windows 8.1 auf einer neuen SSD installiert. Windows 7 läuft auf anderer Partition. Soll ich jetzt SMT im BIOS deaktivieren oder habe ich unter Windows 8.1 einen Vorteil mit SMT? Mir geht es hauptsächlich um eine Einschätzung für den Multiplayer-Modus.

Michael H., per E-Mail

Carsten Spille: *Im Multiplayer haben wir das von Ihnen geschilderte Szenario nicht explizit getestet, im Singleplayer jedoch bringt SMT prinzipiell zusätzliche Fps, es besteht also kein logischer Grund, warum das nicht auch im Multiplayer der Fall sein sollte. Wie groß der Zuwachs ausfällt, ist natürlich auch abhängig von den Grafikeinstellungen. Prinzipiell fordert BF 4 nämlich auch die Grafikkarte sehr stark.*

Kopfhörer mit 600 Ohm an das Mainboard anschließen?

Kann man den Kopfhörer Beyerdynamic DT 880 Edition mit 600 Ohm Impedanz mit einem Asrock Z87 OC Formula/ac verbinden – ohne dass irgendwas passiert und dass auch die 600 Ohm ausgenutzt werden? Oder braucht man wirklich einen Kopfhörerverstärker?

Marcel K, per E-Mail

Philipp Reuther: *Das Board hat einen Kopfhörerverstärker TI NE5532 Premium Headset Amplifier, der bis zu 600 Ohm unterstützt. Das sollte also passen. Generell gilt: Es ist unbedenklich, ein hochohmiges Gerät an einen niederohmigen Verstärker anzuschließen. Andersherum wird's gefährlich. Ein Beispiel: Ein 4-Ohm-Lautsprecher belastet den Verstärker bei gleicher Lautstärke um das Doppelte. Schließt man zwei 4-Ohm-Lautsprecher an den gleichen Kanal, ergibt das 2 Ohm, nicht etwa 8. Spätestens hier wird's für den Verstärker brandgefährlich. Einen 600-Ohm-Kopfhörer an eine Soundkarte ohne Kopfhörerverstärker anzuschließen ist dagegen völlig ungefährlich für beide Geräte. Dann bekommt die Soundkarte den Hörer einfach nicht ordentlich angetrieben. Die Kopfhörerverstärker merken normalerweise, was für ein Gerät man angeschlossen hat (deswegen „bis zu 600 Ohm"). Da kann man durchaus auch einen 16-Ohm-Kopfhörer anschließen, das ist kein Problem.*

Benchmark-Balken im CPU-Test

Ich möchte Sie gerne auf einen Fehler in Ihrem Artikel der aktuellen Ausgabe 01/14 hinweisen: Auf Seite 45 befinden sich oben der Spiele- und Anwendungsindex Prozessoren 2014. Das Balkendiagramm scheint aber für den Anwendungsindex einfach vom Spieleindex übernommen worden zu sein.

Florian G., per E-Mail

Carsten Spille: *Vielen Dank für Ihren Hinweis – da haben Sie vollkommen recht. Wie dieser Layout-Bug durchrutschen konnte, ist mir schleierhaft – es könnte höchstens etwas mit der knappen Zeit von der Fertigstellung der Benchmarks bis zum Redaktionsschluss zu tun haben. Das soll natürlich keine Entschuldigung sein, der Fehler hätte nicht passieren dürfen.*

Razer Kraken 7.1 für 60 Euro?

Auf der Suche nach einem USB-Headset bin ich durch Ihren Headset-Test in Ausgabe 12/2013 auf den Spar-Tipp „Razer Kraken 7.1" aufmerksam geworden. Leider musste ich bei meinen Recherchen feststellen, daß dieses Headset nicht für den angegebenen Preis von 60 Euro angeboten wird. Bei jedem Händler kostet das Headset 99 Euro aufwärts. Wie sind Sie auf den Preis von 60 Euro gekommen?

Andreas I., per E-Mail

Phillip Reuther: *Da ist uns bedauerlicherweise ein Fehler unterlaufen: Der Preis von 60 Euro bezieht sich auf die Version ohne USB-Soundkarte. Das Razer Kraken (ohne 7.1) ist aber bis auf das Fehlen der integrierten Soundkarte baugleich. Wenn Sie eine dedizierte Soundkarte oder eine gute integrierte mit Surround-Feature besitzen, ist das Kraken dennoch eine sehr gute Wahl. Haben Sie etwa Zugriff auf CMSS 3D (Creative-Soundkarten und einige Onboard-Chips beispielsweise auf Asus-Mainboards) oder Dolby-Headphone (ebenfalls einige Onbord-Chips und Asus-Xonar-Soundkarten), ist ein sehr ähnlicher Effekt zu erreichen. Außerdem können Sie die Razer-Surround-Software nutzen. Diese ist (zumindest noch) kostenlos.*

Lautheit der MSI R9 280X Gaming?

Im Test in Ausgabe 01/2014 habt ihr bei der MSI Radeon R9 280X Gaming die Lautheit mit 0,2/1,9/2,6 Sone angegeben. Hinten im Einkaufsführer stehen aber 0,2/1,5/1,7 Sone. Welche Werte stimmen denn nun?

„_chiller_", per Beitrag im PCGHX-Forum

Raffael Vötter: *Die Werte im Test sind korrekt. Solche Fehler passieren, wenn der Hersteller zwei Wochen nach Sendung des Samples meint, dass die neue Retail-Charge mit einem überarbeiteten BIOS ausgeliefert wird. Zwischenzeitlich hatte ich die Grafikkarte bereits durchgetestet und anschließend vergessen, die Werte im Einkaufsführer zu aktualisieren. Hintergrund: Das ältere BIOS lässt die Spannungswandler zu warm werden, daher hat MSI die Werte angepasst.*

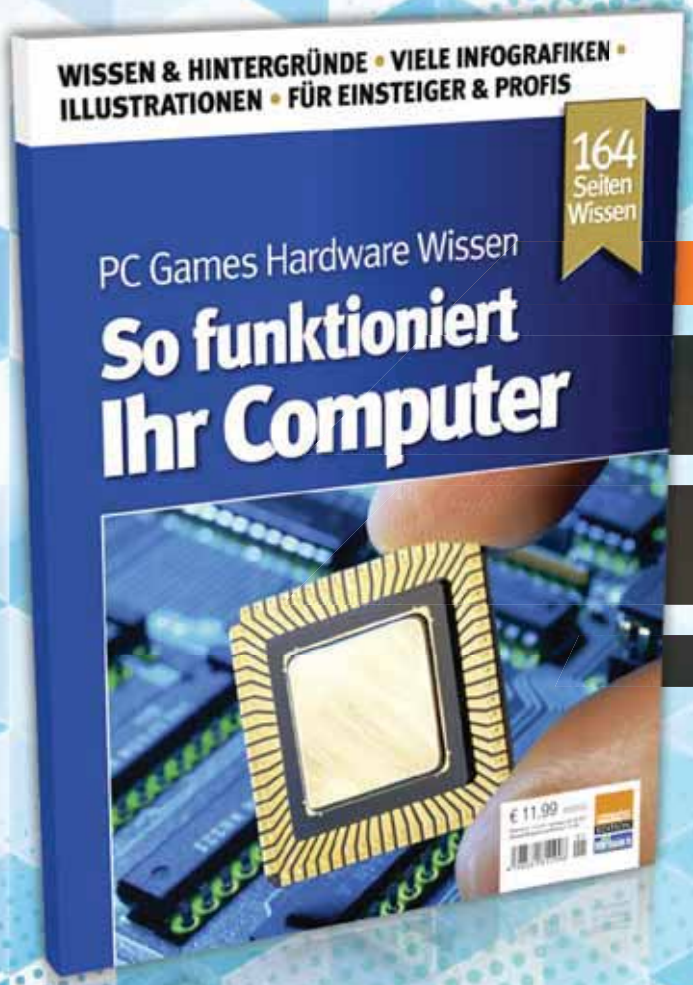


MSI Radeon R9 280X Gaming: Es ist nicht ungewöhnlich, dass ein Hersteller BIOS-Optimierungen an der Lüftersteuerung durchführt, obwohl bereits Testmuster verschickt wurden.

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.

EDLE BOOKAZI

IM PREMIUM-FORMAT



Auf 164 Seiten

Wissen und Hintergründe

Für Einsteiger und Profis

Nur **€ 11,99**

WEITERE PREMIUM-BOOKAZINES IM HANDEL:



Auf 164 Seiten

Die ganze Power der PS4:
- Jedes neue PS4-Spiel ausführlich angetestet
- Die 90 größten Playstation-Spiel aller Zeiten

Nur € 9,99



WENDE-BOOKAZINE

- Portrait-Fotografie
- Alles über: Licht, Blitz, Ausstattung, Schwarz & Weiß u. v. m.
- Landschafts-Fotografie

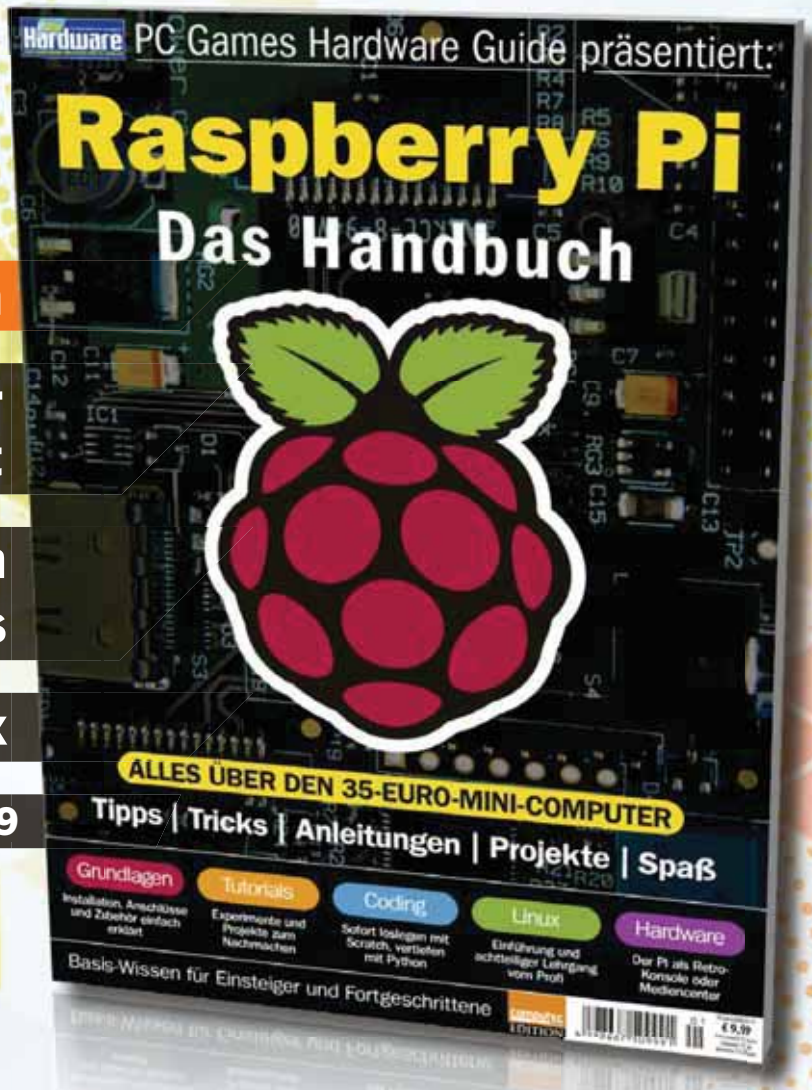
Auf 228 Seiten

Nur € 12,99

NES

25 JAHRE computec MEDIA

computec MEDIA EDITION



Auf 164 Seiten

Der Mini-Computer als Multitalent

Grundlagen und Tutorials

Coden mit Linux

Nur € 9,99



Auf 148 Seiten

- Für iPhone 5s/5c und alle iPhones mit iOS 7
- iOS 7 perfekt beherrschen
- Anwenderkurs für Apples iWork

Nur € 9,99



Bauen und erschaffen im kreativen Open-World-Spiel

- 450 Tipps für Einsteiger
- Zahlreiche Crafting-Rezepte

Auf 180 Seiten

Nur € 9,99

Alle Bookazines bequem online bestellen:
shop.computec.de/edition

Jetzt auch für das iPad in der Computec-Kiosk-App

computec MEDIA KIOSK

Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 16.12.2013

Testergebnisse gemäß PCGH-Wertungssystem – diesen Monat überarbeitet

Modell	Circa-Preis	Grafikspeicher	3D-Taktung (GPU-Boost/VRAM)	Verbrauch (2D/3D/Ernstf.)	Länge/(Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Gigabyte GTX 780 Ti GHz Windforce	€ 680,-	3.072 MiB	~1.215/3.500 MHz	14/325/325 Watt	28,5/3,5 cm	2x 8-Pol	0,2/4,4/4,4 Sone	1,69	02/2014	www.pcgh.de/preis/1041906 NEU
MSI Geforce GTX 780 Ti Gaming	€ 650,-	3.072 MiB	~1.097/3.500 MHz	13/269/270 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,4/1,7/1,7 Sone	1,70	02/2014	www.pcgh.de/preis/1044074 NEU
Evga GTX 780 Ti Superclocked ACX	€ 670,-	3.072 MiB	~1.097/3.500 MHz	13/270/270 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,6/3,4/3,4 Sone	1,72	02/2014	www.pcgh.de/preis/1029113 NEU
Asus GTX 780 Ti Direct CU II OC	€ 680,-	3.072 MiB	~1.084/3.500 MHz	25/310/310 Watt	29,0/3,5 cm	2x 8-Pol	0,7/4,0/4,0 Sone	1,76	02/2014	www.pcgh.de/preis/1045083 NEU
Palit Geforce GTX 780 Ti Jetstream	€ 600,-	3.072 MiB	~1.058/3.500 MHz	14/258/260 Watt	28,0/4,5 cm	2x 8-Pol	1,0/3,7/3,7 Sone	1,77	02/2014	www.pcgh.de/preis/1041870 NEU
Caseking King Mod Titan OC X3 Ultra	€ 999,-	6.144 MiB	~1.032/3.004 MHz	15/260/260 Watt	30,0/5,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,8/1,7/1,7 Sone	1,78	01/2014	Nicht aufgeführt
Gainward Gef. GTX 780 Ti Phantom	€ 620,-	3.072 MiB	~1.058/3.500 MHz	13/254/259 Watt	27,4/5,0 cm	2x 8-Pol	0,9/4,7/4,7 Sone	1,79	01/2014	www.pcgh.de/preis/1037198
Inno 3D GTX 780 iChill X3 Ultra	€ 470,-	3.072 MiB	~1.124/3.105 MHz	15/243/265 Watt	30,0/5,2 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,7/1,9/1,9 Sone	1,84	10/2013	www.pcgh.de/preis/952154
Sapphire Radeon R9 290 Tri-X OC	€ 400,-	4.096 MiB	~1.000/2.600 MHz	16/267/303 Watt	30,5/4,0 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,8/2,9/3,1 Sone	1,85	02/2014	Noch nicht aufgeführt NEU
Gigabyte GTX 780 GHz Windforce 3x	€ 460,-	3.072 MiB	~1.163/3.004 MHz	15/286/314 Watt	29,0/3,5 cm	2x 8-Pol	0,2/3,6/3,8 Sone	1,87	01/2014	www.pcgh.de/preis/1029917
MSI Geforce GTX 780 Lightning	€ 500,-	3.072 MiB	~1.124/3.004 MHz	18/285/290 Watt	29,4/4,8 cm	2x 8-Pol	0,6/4,6/4,6 Sone	1,87	11/2013	www.pcgh.de/preis/994506
Palit GTX 780 Super Jetstream	€ 450,-	3.072 MiB	~1.110/3.100 MHz	14/254/262 Watt	28,0/4,6 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,3/2,0/2,0 Sone	1,88	10/2013	www.pcgh.de/preis/967307
Gigabyte GTX 780 Windforce Rev. 2	€ 430,-	3.072 MiB	~1.097/3.004 MHz	15/250/300 Watt	28,7/3,9 cm	2x 8-Pol	0,2/3,0/3,5 Sone	1,89	10/2013	www.pcgh.de/preis/977501
Gainward GTX 780 Phantom GLH	€ 460,-	3.072 MiB	~1.097/3.100 MHz	13/241/260 Watt	27,4/4,8 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,3/2,4/2,6 Sone	1,89	10/2013	www.pcgh.de/preis/968050
Evga GTX 780 Classified ACX	€ 500,-	3.072 MiB	~1.150/3.004 MHz	24/317/327 Watt	28,0/3,5 cm	2x 8-Pol	0,7/4,1/4,4 Sone	1,90	11/2013	www.pcgh.de/preis/950189
MSI GTX 780 Twin Frozr Gaming	€ 440,-	3.072 MiB	~1.045/3.004 MHz	13/246/277 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,4/1,6/1,6 Sone	1,92	10/2013	www.pcgh.de/preis/972614
Asus GTX 780 Direct CU II OC	€ 450,-	3.072 MiB	~993/3.004 MHz	21/226/251 Watt	28,8/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,8/2,0/2,1 Sone	1,93	10/2013	www.pcgh.de/preis/983107
Sapphire Radeon R9 290	€ 340,-	4.096 MiB	~920/2.500 MHz	18/285/301 Watt	27,5/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,6/7,1/7,5 Sone	1,99	02/2014	www.pcgh.de/preis/1023288 NEU
Sapphire HD 7970 Vapor-X GE OC	€ 460,-	6.144 MiB	1.100/3.000 MHz	21/241/260 Watt	27,8/4,3 cm	2x 8-Pol	0,7/3,9/4,4 Sone	2,20	12/2012	www.pcgh.de/preis/830128
Asus R9 280X Direct CU II TOP	€ 290,-	3.072 MiB	1.070/3.200 MHz	23/238/278 Watt	28,8/3,6 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,6/1,8/2,1 Sone	2,22	01/2014	www.pcgh.de/preis/1012951
Sapphire Radeon R9 280X Toxic	€ 300,-	3.072 MiB	1.150/3.200 MHz	21/274/343 Watt	30,5/3,5 cm	2x 8-Pol	0,7/5,9/7,8 Sone	2,24	01/2014	www.pcgh.de/preis/1012406
Zotac Gef. GTX 770 AMP-Edition	€ 300,-	2.048 MiB	~1.241/3.600 MHz	15/238/242 Watt	27,0/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,2/3,1/3,1 Sone	2,25	08/2013	www.pcgh.de/preis/953276
MSI Radeon R9 280X Gaming	€ 260,-	3.072 MiB	1.050/3.000 MHz	24/217/292 Watt	26,7/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,2/1,9/2,3 Sone	2,26	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013429
Inno 3D GTX 770 iChill X3 Ultra	€ 310,-	2.048 MiB	~1.241/3.600 MHz	12/213/246 Watt	30,0/5,2 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,6/1,7/1,9 Sone	2,26	08/2013	www.pcgh.de/preis/965987
MSI Geforce GTX 770 Lightning	€ 310,-	2.048 MiB	~1.241/3.506 MHz	19/224/246 Watt	29,4/3,5 cm	2x 8-Pol	0,8/2,3/2,9 Sone	2,27	08/2013	www.pcgh.de/preis/953294
MSI GTX 770 Twin Frozr Gaming	€ 270,-	2.048 MiB	~1.150/3.506 MHz	12/211/243 Watt	26,3/3,4 cm	2x 8-Pol	0,3/1,4/1,5 Sone	2,28	08/2013	www.pcgh.de/preis/953297
Sapphire HD 7970 Vapor-X GHz Ed.	€ 380,-	3.072 MiB	1.050/3.000 MHz	16/209/236 Watt	27,8/4,3 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,7/4,1/5,3 Sone	2,29	10/2012	www.pcgh.de/preis/804863
Gigabyte GTX 770 Windforce 3x	€ 280,-	2.048 MiB	~1.241/3.506 MHz	14/226/236 Watt	28,0/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,2/3,1/3,7 Sone	2,31	08/2013	www.pcgh.de/preis/953268
Asus GTX 770 Direct CU II OC	€ 290,-	2.048 MiB	~1.163/3.506 MHz	18/194/239 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,2/2,3/3,6 Sone	2,31	08/2013	www.pcgh.de/preis/951728
HIS HD 7970 GHz Edition IceQ X²	€ 370,-	3.072 MiB	1.050/3.000 MHz	14/227/241 Watt	30,0/3,5 cm	2x 8-Pol	1,3/4,4/4,1 Sone	2,32	05/2013	www.pcgh.de/preis/829083
Palit Geforce GTX 770 Jetstream	€ 280,-	2.048 MiB	~1.254/3.506 MHz	15/236/238 Watt	28,0/4,6 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,4/2,9/2,9 Sone	2,32	08/2013	www.pcgh.de/preis/953270
XFX R7970 GE Double Dissipation	€ 280,-	3.072 MiB	1.050/3.000 MHz	16/247/256 Watt	26,9/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	1,7/4,1/3,9 Sone	2,33	12/2012	www.pcgh.de/preis/827777
Gainward GTX 770 Phantom	€ 290,-	2.048 MiB	~1.254/3.506 MHz	15/248/275 Watt	27,4/4,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,3/3,1/3,2 Sone	2,33	08/2013	www.pcgh.de/preis/953279
Evga GTX 770 Superclocked ACX	€ 300,-	2.048 MiB	~1.228/3.506 MHz	12/233/247 Watt	26,7/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	1,0/4,2/4,2 Sone	2,34	08/2013	www.pcgh.de/preis/953288
VTX3D Radeon R9 280X	€ 250,-	3.072 MiB	1.000/3.000 MHz	18/251/305 Watt	26,7/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,8/2,2/2,7 Sone	2,36	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013479 Hardware Preis-Leistungs-Tipp
Gigabyte HD 7970 Windforce 3x	–	3.072 MiB	1.000/2.750 MHz	23/192/224 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,9/2,9/3,6 Sone	2,36	08/2012	Nicht mehr lieferbar
Gigabyte HD 7950 Windforce 3x	€ 300,-	3.072 MiB	1.000/2.500 MHz	15/187/197 Watt	26,7/3,6 cm	2x 6-Pol	0,3/2,7/2,6 Sone	2,41	09/2013	www.pcgh.de/preis/732249
Evga GTX 670 FTW Signature 2	€ 340,-	2.048 MiB	~1.0843.105 MHz	19/160/178 Watt	26,4/3,5 cm	2x 6-Pol	0,8/1,2/1,3 Sone	2,44	05/2013	www.pcgh.de/preis/848637
MSI N670GTX Power Edition/OC	–	2.048 MiB	~1.202/3.004 MHz	16/180/185 Watt	26,8/3,5 cm	2x 6-Pol	0,4/2,8/2,8 Sone	2,45	09/2013	Nicht mehr lieferbar
Inno 3D Geforce GTX 760 iChill	€ 250,-	2.048 MiB	~1.202/3.105 MHz	12/172/199 Watt	29,0/5,5 cm	2x 6-Pol	1,1/1,7/1,7 Sone	2,46	09/2013	www.pcgh.de/preis/967229
MSI Radeon R9 270X Hawk	€ 190,-	2.048 MiB	1.150/2.800 MHz	14/179/232 Watt	26,2/3,4 cm	2x 6-Pol	0,4/0,9/1,2 Sone	2,48	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013432
MSI GTX 760 Twin Frozr Gaming	€ 220,-	2.048 MiB	~1.150/3.004 MHz	11/169/206 Watt	26,2/3,4 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,3/1,1/1,5 Sone	2,48	09/2013	www.pcgh.de/preis/967242
Asus GTX 670 Direct CU Mini OC	€ 300,-	2.048 MiB	~1.006/3.004 MHz	15/163/179 Watt	17,0/3,5 cm	1x 8-Pol	0,7/2,2/2,3 Sone	2,48	09/2013	www.pcgh.de/preis/928557
HIS HD 7950 IceQ X² iPower Boost	€ 300,-	3.072 MiB	950/2.500 MHz	22/195/217 Watt	30,0/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,9/2,0/2,3 Sone	2,51	01/2014	www.pcgh.de/preis/854833
Sapphire HD 7950 Vapor-X Boost	€ 310,-	3.072 MiB	950/2.500 MHz	19/205/222 Watt	27,7/4,3 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,7/2,8/3,0 Sone	2,51	09/2013	www.pcgh.de/preis/830164
Sapphire Radeon R9 270X Toxic	€ 200,-	2.048 MiB	1.150/3.000 MHz	22/166/194 Watt	30,5/3,5 cm	2x 6-Pol	0,8/2,1/2,7 Sone	2,51	01/2014	www.pcgh.de/preis/1012478
Zotac Geforce GTX 760 AMP	€ 210,-	2.048 MiB	~1.163/3.105 MHz	14/180/181 Watt	19,5/3,5 cm	2x 6-Pol	0,3/2,7/2,7 Sone	2,51	09/2013	www.pcgh.de/preis/967275
Gainward GTX 760 Phantom	€ 220,-	2.048 MiB	~1.215/3.100 MHz	13/174/182 Watt	24,0/4,9 cm	2x 6-Pol	0,3/2,3/2,4 Sone	2,51	09/2013	www.pcgh.de/preis/967160
MSI Radeon R9 270X Gaming	€ 170,-	2.048 MiB	1.120/2.800 MHz	17/168/220 Watt	26,2/3,4 cm	2x 6-Pol	0,2/1,1/1,5 Sone	2,52	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013474
Asus GTX 760 Direct CU II OC	€ 220,-	2.048 MiB	~1.150/3.004 MHz	10/182/209 Watt	21,5/3,5 cm	1x 8-Pol	0,2/2,4/2,9 Sone	2,52	09/2013	www.pcgh.de/preis/962309
Powercolor Radeon HD 7950 PCS+	–	3.072 MiB	880/2.500 MHz	19/155/155 Watt	26,7/3,4 cm	2x 6-Pol	0,7/1,3/1,3 Sone	2,53	09/2013	Nicht mehr lieferbar
Asus R9 270X Direct CU II TOP	€ 190,-	2.048 MiB	1.120/2.800 MHz	17/154/170 Watt	27,5/3,5 cm	2x 6-Pol	0,2/1,1/1,4 Sone	2,53	01/2014	www.pcgh.de/preis/1012967
Sapphire R9 270X Vapor-X OC	€ 190,-	2.048 MiB	1.100/2.900 MHz	15/162/196 Watt	26,5/3,5 cm	2x 6-Pol	0,6/1,5/2,2 Sone	2,54	01/2014	www.pcgh.de/preis/1012492
Asus HD 7950 Direct CU II TOP V2	–	3.072 MiB	900/2.500 MHz	17/162/162 Watt	27,6/4,7 cm	2x 6-Pol	1,5/2,9/2,9 Sone	2,54	09/2013	Nicht mehr lieferbar
Palit Geforce GTX 760 Jetstream	€ 210,-	2.048 MiB	~1.228/3.100 MHz	13/178/182 Watt	24,5/5,0 cm	2x 6-Pol	0,7/3,5/3,6 Sone	2,55	09/2013	www.pcgh.de/preis/967144
Asus GTX 760 Direct CU Mini OC	€ 230,-	2.048 MiB	~1.137/3.004 MHz	10/179/193 Watt	24,2/3,4 cm	2x 6-Pol	1,3/3,9/3,9 Sone	2,56	01/2014	www.pcgh.de/preis/989394
Asus HD 7870 Direct CU II TOP V2	€ 220,-	2.048 MiB	1.100/2.500 MHz	18/137/151 Watt	26,8/3,5 cm	2x 6-Pol	0,3/1,7/5,1 Sone	2,61	09/2013	www.pcgh.de/preis/798287
HIS Radeon R9 270X IceQ X² Turbo	€ 180,-	2.048 MiB	1.140/2.800 MHz	14/157/211 Watt	26,3/3,5 cm	2x 6-Pol	1,1/4,3/5,4 Sone	2,62	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013482
XFX R7870 Black Double Dissipation	€ 200,-	2.048 MiB	1.050/2.500 MHz	19/123/143 Watt	24,9/3,4 cm	2x 6-Pol	0,2/0,5/1,1 Sone	2,62	08/2012	www.pcgh.de/preis/751983
HIS Radeon HD 7870 Iceq X Turbo	€ 170,-	2.048 MiB	1.100/2.500 MHz	16/140/163 Watt	24,5/3,5 cm	2x 6-Pol	0,4/1,6/1,9 Sone	2,64	08/2012	www.pcgh.de/preis/751967
Club 3D HD 7870 Royal King	€ 160,-	2.048 MiB	1.050/2.400 MHz	17/94/122 Watt	21,0/3,5 cm	2x 6-Pol	0,4/2,7/3,6 Sone	2,69	08/2012	www.pcgh.de/preis/773040

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.

Einkaufsführer Prozessoren & Kühler

Preise: Stand 16.12.2013

AMD-Prozessoren (Auswahl)

Prozessor	Preis	Normierte Leistung*	Stromverbrauch (System, Watt)**	Kerne	Grafik	Takt	Prozess	RAM	Sockel	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
FX-9370	Ca. € 270,-	70,9 %/66,7 %	55/394/391/304	4 + CMT	-	4,7 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,35	01/2014	www.pcgh.de/preis/973468
FX-9370	Ca. € 200,-	67,1 %/64,1 %	56/387/382/299	4 + CMT	-	4,4 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,42	01/2014	www.pcgh.de/preis/976942
FX-8350	Ca. € 170,-	62,8 %/61,3 %	55/302/295/193	4 + CMT	-	4,0 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,43	01/2014	www.pcgh.de/preis/852989
FX-8320	Ca. € 130,-	57,6 %/57,0 %	56/296/285/180	4 + CMT	-	3,5 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,55	01/2014	www.pcgh.de/preis/852342
FX-6350	Ca. € 120,-	57,6 %/49,7 %	55/275/262/166	3 + CMT	-	3,9 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,60	01/2014	www.pcgh.de/preis/939528
FX-8150	Ca. € 140,-	53,0 %/55,1 %	60/312/295/194	4 + CMT	-	3,6 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,67	01/2014	www.pcgh.de/preis/689396
A10-6800K	Ca. € 120,-	46,6%/34,5 %	40/220/222/125	2 + CMT	HD 8670D	4,1 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-2133	FM2	2,74	01/2014	www.pcgh.de/preis/950987
Phen. II X6 1100T BE	Nicht lieferbar	51,2 %/43,1 %	61/276/269/158	6	-	3,3 GHz + Turbo	45 nm	DDR3-1333	AM3	2,97	01/2014	www.pcgh.de/preis/590202
Athlon X4 740	Ca. € 60,-	39,8 %/30,5 %	41/194/189/94	4	-	3,2 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	FM2	3,04	01/2014	www.pcgh.de/preis/846374
Phen. II X4 980 BE	Nicht lieferbar	47,0 %/34,2 %	60/241/245/146	4	-	3,7 GHz	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,12	01/2014	www.pcgh.de/preis/476201

* Spiele/Anwendungen **Leerlauf/BF4/C3/x264

Intel-Prozessoren (Auswahl)

Prozessor	Preis	Normierte Leistung*	Stromverbrauch (System, Watt)**	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	Prozess	RAM	Sockel	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Core i7-4960X	Ca. € 870,-	100 %/95,2 %	58/302/305/188	6 + SMT	-	3,6 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1866	2011	1,60	01/2014	www.pcgh.de/preis/993664
Core i7-4930K	Ca. € 490,-	96,8% /92,1 %	59/291/295/176	6 + SMT	-	3,4 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1866	2011	1,66	01/2014	www.pcgh.de/preis/993654
Xeon E5-2687W	Ca. € 1.600,-	89,3 %/100 %	62/302/310/191	8 + SMT	-	3,1 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1600	2011	1,77	01/2014	www.pcgh.de/preis/733985
Core i7-3960X	Ca. € 800,-	96,5 %/90,4 %	61/324/336/213	6 + SMT	-	3,3 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1600	2011	1,79	01/2014	www.pcgh.de/preis/841212
Core i7-4770K	Ca. € 290,-	90,5%/66,3 %	36/232/220/100	4 + SMT	HD 4600	3,5 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	1,79	01/2014	www.pcgh.de/preis/928911
Core i7-3770K	Ca. € 260,-	86,0 %/65,4 %	39/236/221/104	4 + SMT	HD 4000	3,5 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1155	1,95	01/2014	www.pcgh.de/preis/761779
Xeon E3-1230 v3	Ca. € 210,-	85,2%/62,0 %	36/227/214/98	4 + SMT	-	3,3 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1155	1,99	01/2014	www.pcgh.de/preis/954057
Core i5-4670K	Ca. € 200,-	83,0 %/51,0 %	35/216/208/91	4	HD 4600	3,4 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	2,07	01/2014	www.pcgh.de/preis/930960
Core i7-2600K	Ca. € 260,-	80,4 % / 59,7 %	39/238/226/108	4 + SMT	HD 3000	3,4 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1333	1155	2,15	01/2014	www.pcgh.de/preis/580332
Core i5-3570K	Ca. € 190,-	79,9 %/52,3 %	39/218/205/89	4	HD 4000	3,4 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1333	1155	2,20	01/2014	www.pcgh.de/preis/761856
Core i5-4570	Ca. € 170,-	80,5 %/49,4 %	34/211/200/84	4	HD 4600	3,2 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	2,21	01/2014	www.pcgh.de/preis/931005
Core i5-2500K	Ca. € 190,-	73,8 %/46,1 %	39/216/203/91	4	HD 3000	3,3 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1333	1155	2,37	01/2014	www.pcgh.de/preis/580328
Core i5-3470	Ca. € 160,-	76,3 %/49,0 %	40/211/195/82	4	HD 2500	3,2 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1155	2,37	01/2014	www.pcgh.de/preis/786395
Core i5-4570T	Ca. € 170,-	64,7%/34,0 %	35/184/170/66	2 + SMT	HD 4600	2,9 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	2,61	01/2014	www.pcgh.de/preis/953915
Core i3-4330	Ca. € 110,-	66,9 %/36,1 %	34/186/175/68	2 + SMT	HD 4600	3,5 GHz	22 nm	DDR3-1600	1150	2,62	01/2014	www.pcgh.de/preis/993697
Pentium G3220	Ca. € 50,-	43,8 %/23,5 %	36/152/152/59	2	HD Graphics	3,0 GHz	22 nm	DDR3-1333	1150	3,17	01/2014	www.pcgh.de/preis/993710

* Spiele/Anwendungen **Leerlauf/BF4/C3/x264

Prozessorkühler

Modell	Preis	Sockel AMD/Intel (Abkürzung 115x steht für die Sockel 1155 und 1156)	Montageaufwand AMD/Intel	CPU-Temperatur (100/75/50 %)	Lautheit (100/75/50 %)	Bauform	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Noctua NH-U14S	Ca. € 70,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	43,8/46,1/49,3 °C	1,9/0,7/0,2 Sone	Turm	2,14	11/2013	www.pcgh.de/preis/929404
Alpenföhn Brocken 2	Ca. € 40,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,6/48,8/53,1 °C	1,0/0,2/0,1 Sone	Turm	2,22	07/2013	www.pcgh.de/preis/912549
Noctua NH-U12S	Ca. € 60,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,2/46,8/50,5 °C	1,6/0,6/0,1 Sone	Turm	2,24	11/2013	www.pcgh.de/preis/929139
Thermalright HR-02 M. Rev. A	Ca. € 40,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	47,8/48,5/50,4 °C	1,3/0,5/0,2 Sone	Turm	2,31	09/2013	www.pcgh.de/preis/830474
Scythe Mugen 4	Ca. € 40,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,7/45,8/48,4 °C	2,2/1,0/0,2 Sone	Turm	2,33	07/2013	www.pcgh.de/preis/959487
Raijintek Ereboss	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,5/47,0/- °C	2,0/1,0/- Sone	Turm	2,34	09/2013	www.pcgh.de/preis/979338
Thermalright True Sp. 140 (BW)	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,6/47,0/48,6 °C	1,4/0,6/0,5 Sone	Turm	2,34	09/2013	www.pcgh.de/preis/917551
Thermalright APX-200	Ca. € 50,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,8/47,9/49,2 °C	2,8/1,5/0,2 Sone	Turm	2,36	11/2013	www.pcgh.de/preis/981860
Scythe Kabuto 2	Ca. € 40,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Gering/gering	48,3/49,9/54,1 °C	2,1/0,8/0,1 Sone	Top-Blow	2,36	07/2013	www.pcgh.de/preis/839777
Thermalright Archon SB-E X2	Ca. € 65,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,4/45,0/46,6 °C	4,1/1,7/0,4 Sone	Turm	2,37	02/2013	www.pcgh.de/preis/911179
Silverstone Argon AR03	Ca. € 50,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,8/45,5/47,0 °C	3,6/1,4/0,4 Sone	Turm	2,40	07/2013	www.pcgh.de/preis/934131
Xigmatek DK SD1283 N. H. FB Ed.	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,5/47,3/- °C	2,0/0,5/- Sone	Turm	2,42	11/2013	www.pcgh.de/preis/936148
Scythe Grand Kama Cross 2	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,7/47,2/52,8 °C	2,2/0,8/0,1 Sone	Top-Blow	2,44	11/2013	www.pcgh.de/preis/977463
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,1/46,3/50,3 °C	1,8/0,8/0,2 Sone	Turm	2,45	09/2013	www.pcgh.de/preis/782372
Scythe Ashura	Ca. € 40,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,0/47,1/49,4 °C	3,7/1,6/0,4 Sone	Turm	2,48	07/2013	www.pcgh.de/preis/910518
Silverstone Argon AR01	Ca. € 30,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,3/46,4/48,7 °C	3,6/1,6/0,4 Sone	Turm	2,48	07/2013	www.pcgh.de/preis/934123
Enermax ETS-T40-TB	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	45,7/47,5/50,1°C	3,6/2,0/0,6 Sone	Turm	2,49	09/2013	www.pcgh.de/preis/672830
Gelid The Black Edition	Ca. € 45,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,3/47,0/52,1 °C	3,6/1,6/0,4 Sone	Turm	2,56	07/2013	www.pcgh.de/preis/914748
Akasa Venom Medusa	Ca. € 60,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,1/44,9/46,4 °C	5,9/2,5/0,6 Sone	Turm	2,56	11/2013	www.pcgh.de/preis/919734
Thermaltake NiC F3	Ca. € 35,-	AM2(+), AM3(+), FM1/2(+),775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	47,6/49,3/54,1 °C	2,7/1,0/0,3 Sone	Turm	2,60	07/2013	www.pcgh.de/preis/918188

* Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt ** Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (120 mm) mit max. 1.500 U/min ermittelt *** Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt

Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 16.12.2013

Mainboards – Sockel AM3+

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungsaufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Gigabyte 970A-UD3	Ca. € 75,-	970/ATX	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	Dual-BIOS	65,8/311,4 Watt	1,75	1,81	01/2013	www.pcgh.de/preis/648214	Preis-Leistungs-Tipp Hardware
Asus M5A97 R2.0	Ca. € 75,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	58,8/277,6 Watt	1,75	1,89	01/2013	www.pcgh.de/preis/818969	
Asrock 970 Extreme3	Ca. € 70,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (2 x)/5 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	58,7/272,2 Watt	2,00	1,90	01/2013	www.pcgh.de/preis/679893	
MSI 970A-G46	Ca. € 70,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (2 x)/6 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	65,5/303,9 Watt	2,50	2,02	01/2013	www.pcgh.de/preis/721603	

System: FX-8350, Radeon HD 7970, 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel FM2

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (max. Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungsaufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Asus F2A85-V Pro	Ca. € 105,-	A85X/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	38,2/141,2 Watt	1,75	1,66	12/2012	www.pcgh.de/preis/842246	Preis-Leistungs-Tipp
Asrock FM2A85X Extr. 6	Ca. € 85,-	A85X/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	Diagnose-LEDs	39,1/163,6 Watt	2,00	1,70	12/2012	www.pcgh.de/preis/845271	Hardware

System: A10-5800K, integrierte Grafikeinheit, 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 1150

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungsaufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Asus Maximus VI Extr.	Ca. € 320,-	Z87/ATX	x16 (5), x4 (1), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	OC Panel, WLAN, Bluetooth	69/286 Watt	1,00	1,48	09/2013	www.pcgh.de/preis/953928	
Gigabyte G1.Sniper 5	Ca. € 365,-	Z87/ATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	6 x (10 x)/10 x 6Gb/s	Killer E2200, Soundcore 3D	70/270 Watt	1,25	1,49	07/2013	www.pcgh.de/preis/950964	
Asus Maximus VI Form.	Ca. € 245,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	ROG-Armor, WLAN, Bluet.	62/290 Watt	1,25	1,50	10/2013	www.pcgh.de/preis/954348	
Asrock Z87 OC Formula	Ca. € 235,-	Z87/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	9 x (13 x)/10 x 6Gb/s	Wakü-Anschlü., wasserdicht	50/272 Watt	1,00	1,50	09/2013	www.pcgh.de/preis/953884	
MSI Z87 Mpower Max	Ca. € 200,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (10 x)/8 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag-LEDs.	58/297 Watt	1,00	1,50	09/2013	www.pcgh.de/preis/953894	
Asus Z87 Sabertooth	Ca. € 190,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (3) PCI (0)	6 x USB 3.0, 8 x USB 2.0	TUF Thermal Armor, Lüfter	48/283 Watt	1,25	1,59	01/2014	www.pcgh.de/preis/981472	
Asus Z87-Deluxe	Ca. € 220,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (8 x)/10 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	53/275 Watt	1,25	1,60	07/2013	www.pcgh.de/preis/953930	
MSI Z87-Mpower	Ca. € 180,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	4 x USB 3.0, 8 x USB 2.0	WLAN ac, Bluetooth	43/276 Watt	1,25	1,60	01/2014	www.pcgh.de/preis/953895	
MSI Z87M Gaming	Ca. € 140,-	Z87/mATX	x16 (2), x1 (2), PCI (0)	8 x USB 3.0, 12 x USB 2.0	Killer-LAN, OC-Genie	49/275 Watt	1,25	1,61	01/2014	www.pcgh.de/preis/1014422	
MSI Z87-GD65 Gaming	Ca. € 160,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	4 x (6 x)/8 x 6Gb/s	Killer E2205, Diag.-LEDs	57/262 Watt	1,25	1,64	07/2013	www.pcgh.de/preis/952981	
Gigabyte Z87X-OC	Ca. € 175,-	Z87/ATX	x16 (4), x1 (1), PCI (2)	6 x (10 x)/6 x 6Gb/s	Grafikkarten-Halterahmen	53/270 Watt	1,00	1,72	09/2013	www.pcgh.de/preis/947829	
MSI Z87-G45 Gaming	Ca. € 130,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	4 x (6 x)/6 x 6Gb/s	Killer E2205	49/275 Watt	1,25	1,76	08/2013	www.pcgh.de/preis/953892	Preis-Leistungs-Tipp
Asrock Z87 Extreme4	Ca. € 120,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	4 x (8 x)/8 x 6Gb/s	Diagnose-LEDs, wasserdicht	46/263 Watt	1,25	1,79	07/2013	www.pcgh.de/preis/953093	Hardware
Gigabyte Z87X-UD3H	Ca. € 145,-	Z87/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (1)	6 x (10 x)/8 x 6Gb/s	Dual-UEFI, Diagnose-LEDs	51/276 Watt	1,25	1,79	08/2013	www.pcgh.de/preis/950962	

System: Core i7-4770K, kein Turbo, MSI GTX 670 Power Ed. (915/1.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (9-9-9-27, 2T), Cooler Master Hyper TX 3 @ 12 Volt, Anno 1404 „große Stadt": max. Det., 1.680 x 1.050, kein AA/AF; Win 7 x64, Gef.-Tr. 314.22

Mainboards – Sockel 1155

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungsaufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Asrock Z77 Extreme11	Ca. € 270,-	Z77/EATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	8 x (10x)/10 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	77,1/211,0 Watt	1,50	1,46	06/2013	www.pcgh.de/preis/861398	
MSI Z77 Mpower	Ca. € 140,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (8 x)/2 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	49,6/197,8 Watt	1,25	1,51	10/2012	www.pcgh.de/preis/823426	
MSI Z77A-GD65 Gaming	Ca. € 140,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	2 x (4 x)/4 x 6Gb/s	Killer E2205, Diag.-LEDs	48,5/191,5 Watt	1,50	1,55	06/2013	www.pcgh.de/preis/928223	
Asus P8Z77-V Pro	Ca. € 180,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	4 x (8 x)/4 x 6Gb/s	WLAN n	57,7/211,7 Watt	1,75	1,66	06/2012	www.pcgh.de/preis/749620	Preis-Leistungs-Tipp
Gigabyte Z77X-D3H	Ca. € 110,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (1)	6 x (8 x)/4 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	61,2/217,1 Watt	1,75	1,67	06/2012	www.pcgh.de/preis/749610	Hardware

System: Core i7-3770K, kein Turbo-Modus, Radeon HD 7950 (880/2.500 MHz), 2 x 2.048 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 2011

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (max.)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungsaufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Asus Ramp. IV Black Ed.	Ca. € 380,-	X79/EATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4x (6x)/6x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN; LN2-Mode	104,6/323,2 Watt	1,00	1,40	02/2014	www.pcgh.de/preis/1024617	NEU
Asus Ramp. IV Formula	Ca. € 300,-	X79/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4x (6x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN	103,4/322,4 Watt	1,25	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700342	Preis-Leistungs-Tipp
MSI X79A-GD65 (8D)	Ca. € 190,-	X79/ATX	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM-Slots	80,5/294,8 Watt	1,50	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700084	Hardware
MSI Big Bang XPowerII	Ca. € 280.-	X79/ATX	x16 (4), x1 (3), PCI (0)	4x (6x)/ 6x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM-Slots	91,3/314,7 Watt	1,25	1,67	02/2014	www.pcgh.de/preis/711485	NEU

System: Core i7-3960X, kein Turbo-Modus, Geforce GTX 780, Corsair SSD F60, 4 x 2.048 MiByte DDR3-2133-RAM (9-9-9-27, 2T), Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

RAM – DDR3

Produkt	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Garantierte Latenzen	Stabile Latenzen DDR3-1600/1866/2133, 2T, 1,50 Volt	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Corsair Vengeance Pro	CMY16GX3M2A2400C10R	N. lieferbar	2 x 8 GiByte DDR3-2400	10-12-12-31	7-8-8-24/8-9-9-27/10-11-11-33	2,31	10/2013	www.pcgh.de/preis/951204	
Corsair Vengeance Pro	CMY8GX3M2A1866C9	Ca. € 90,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-10-9-27	7-8-8-24/9-9-9-27/10-10-10-30	2,41	09/2013	www.pcgh.de/preis/951191	
Avexir Core Series Mpower Ed.	AVD3U24001004G-2CM	Ca. € 100,-	2 x 4 GiByte DDR3-2400	10-13-13-31	7-9-9-27/8-10-10-30/10-11-11-33	2,46	09/2013	www.pcgh.de/preis/855128	
G.Skill Trident X	F3-2400C10D-16GTX	Ca. € 150,-	2 x 8 GiByte DDR3-2400	10-12-12-31	7-8-8-24/8-9-9-27/9-11-11-33	2,54	09/2013	www.pcgh.de/preis/764621	
Crucial Ballistix Tactical	BLT2CP4G3D1869DT1TX0CEU	Ca. € 70,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-9-9-27	7-7-7-21/9-9-9-27/10-10-10-30	2,67	09/2013	www.pcgh.de/preis/703271	Hardware
Patriot Viper	PV38G160C9KRD	Ca. € 75,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	8-9-9-27/9-10-10-30/11-12-12-36	2,75	09/2013	www.pcgh.de/preis/853459	Preis-Leistungs-Tipp
G.Skill Ripjaws X	F3-1600C9D-16GXM	Ca. € 130,-	2 x 8 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	7-8-8-24/8-9-9-27/nicht möglich	2,82	09/2013	www.pcgh.de/preis/736813	

System: Core i7-4770K, Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711), Zotac Geforce GT 640; Windows 7 x64, Stresstest HCI Memtest Pro; die erreichten Ergebnisse können je nach Modul variieren

Einkaufsführer LCDs, Eingabegeräte & Soundkarten

Preise: Stand 16.12.2013

LCDs

	Modell	Preis	Native Auflösung	Back-light	Reaktionszeit (alt)/ Schlieren/Korona	Spieletaug-lich/Inputlag	Helligkeit	Hellig-keitsab-weichung	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
	23 bis 24 Zoll										
	Eizo Foris FG2421	Ca. € 500,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	<1 ms (10)/gering/gering	Ja/15 ms	40 bis 360 cd/m²	Max 10 %	1,63	12/2013	www.pcgh.de/preis/1024965
NEU	Benq XL2420T	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED (144 Hz)	1 ms (13)/gering/gering	Ja/6 ms	65 bis 361 cd/m²	Max. 12 %	1,79	02/2014	www.pcgh.de/preis/696261
	Asus VG248QE	Ca. € 300,-	1.920 x 1.080	LED (144 Hz)	2 ms (15)/gering/sichtbar	Ja/4 ms	74 bis 441 cd/m²	Max. 17 %	1,86	04/2013	www.pcgh.de/preis/891345
NEU	LG Flatron 24EB23PY-W	Ca. € 230,-	1.920 x 1.200	LED	5 ms (23)/sichtbar/sichtbar	Ja/5 ms	99 bis 303 cd/m²	Max. 8 %	1,95	02/2014	www.pcgh.de/preis/936781
	Benq XL2411T	Ca. € 280,-	1.920 x 1.080	LED (144 Hz)	1 ms (14)/gering/sichtbar	Ja/6 ms	118 bis 381 cd/m²	Max. 18 %	1,98	04/2013	www.pcgh.de/preis/859887
NEU	Asus VS248H	Ca. € 160,-	1.920 x 1.080	LED	2 ms (13)/gering/gering	Ja/3 ms	120 bis 267 cd/m²	Max. 15 %	2,00	02/2014	www.pcgh.de/preis/668654
NEU	Dell Ultrasharp U2412M	Ca. € 240,-	1.920 x 1.200	LED	7 ms (25)/sichtbar/gering	Bedingt/6 ms	43 bis 322 cd/m²	Max. 15 %	2,11	02/2014	www.pcgh.de/preis/665211
	27 Zoll										
	Asus VG278HE	Ca. € 380,-	1.920 x 1.080	LED (144 Hz)	3 ms (16)/gering/sichtbar	Ja/10 ms	61 bis 301 cd/m²	Max. 14 %	1,88	12/2012	www.pcgh.de/preis/807004
Hardware	Asus VE278H	Ca. € 230,-	1.920 x 1.080	LED	2 ms (15)/gering/gering	Ja/3 ms	53 bis 265 cd/m²	Max. 11 %	1,96	09/2013	www.pcgh.de/preis/806934
Preis-Leis-tungs-Tipp	Acer HN274Hbmiiid	Ca. € 420,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	3 ms (16)/gering/sichtbar	Ja/12 ms	84 bis 292 cd/m²	Max. 16 %	1,99	12/2012	www.pcgh.de/preis/614314
	Iiyama Prolite E2773HS	Ca. € 240,-	1.920 x 1.080	LED	2 ms (16)/gering/sichtbar	Ja/5 ms	29 bis 321 cd/m²	Max. 10 %	2,00	09/2013	www.pcgh.de/preis/846705
	Iiyama Prolite G2773HS	Ca. € 320,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	1 ms (13)/gering/gering	Ja/11 ms	60 bis 305 cd/m²	Max. 17 %	2,01	08/2012	www.pcgh.de/preis/766344
	Dell Ultrasharp U2713HM	Ca. € 490,-	2.560 x 1.440	LED	25 ms/sichtbar/gering	Bedingt/19 ms	35 bis 404 cd/m²	Max. 14 %	2,09	10/2012	www.pcgh.de/preis/808420
	AOC d2757Ph	Ca. € 290,-	1.920 x 1.080	LED	9 ms (22)/sichtb./sichtb.	Bedingt/4 ms	90 bis 227 cd/m²	Max. 10 %	2,10	12/2012	www.pcgh.de/preis/825872
	29 bis 30 Zoll										
	HP ZR30w	Ca. € 1.000,-	2.560 x 1.600	CCFL	28 ms/sichtbar/keine	Bedingt/9 ms	125 bis 415 cd/m²	Max. 13 %	2,02	11/2010	www.pcgh.de/preis/541029
	LG Flatron 29EA93-P	Ca. € 410,-	2.560 x 1.080	LED	8 ms (25)/sichtb./sichtb.	Bedingt/5 ms	64 bis 266 cd/m²	Max. 15 %	2,08	05/2013	www.pcgh.de/preis/870716
	Dell Ultrasharp U3014	Ca. € 1.000,-	2.560 x 1.600	LED	8 ms (26)/sichtb./sichtb.	Bedingt/24 ms	33 bis 305 cd/m²	Max. 18 %	2,29	06/2013	www.pcgh.de/preis/911737
	Dell Ultrasharp U2913WM	Ca. € 440,-	2.560 x 1.080	LED	9 ms (27)/sichtb./keine	Bedingt/32 ms	27 bis 349 cd/m²	Max. 19 %	2,35	05/2013	www.pcgh.de/preis/867123
	32 Zoll										
	Asus PQ321QE	Ca. € 3.500,-	3.840 x 2.160	LED	7 ms (28)/sichtbar/gering	Bedingt/21 ms	57 bis 405 cd/m²	Max. 12 %	2,21	11/2013	www.pcgh.de/preis/956562

Mäuse

Modell	Preis	Kabel-länge	Tasten	Abtastung	Maximale Auflösung	Gewicht	Spieletauglichkeit	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Steelseries Sensei MLG Edition	Ca. € 85,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	105 Gramm	Uneingeschränkt	1,43	12/2012	www.pcgh.de/preis/871876
Roccat Kone XTD	Ca. € 80,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	120 bis 140 Gramm	Uneingeschränkt	1,43	12/2012	www.pcgh.de/preis/841868
Razer Ouroboros	Ca. € 120,-	Schnurlos	8 + Scrollrad	Laser und LED	8.200 Dpi	117/147 Gramm mit Akku	Uneingeschränkt	1,43	07/2013	www.pcgh.de/preis/815637
Razer Taipan	Ca. € 75,-	210 cm	8 + Scrollrad	Laser und LED	8.200 Dpi	96 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	09/2012	www.pcgh.de/preis/802137
Razer Imperator 4G	Ca. € 50,-	200 cm	7 + Scrollrad	Laser und LED	6.400 Dpi	100 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	09/2011	www.pcgh.de/preis/659521
Roccat Kone [+]	Ca. € 80,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	6.000 Dpi	125 bis 145 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	10/2010	www.pcgh.de/preis/569609
Steelseries Sensei	Ca. € 70,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.000 Dpi	102 Gramm	Uneingeschränkt	1,47	11/2011	www.pcgh.de/preis/671586
Logitech G600 MMO G. Mouse	Ca. € 60,-	200 cm	16 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	133 Gramm	Uneingeschränkt	1,54	09/2012	www.pcgh.de/preis/798637
Logitech G700s	Ca. € 75,-	Schnurlos	11 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	126/152 Gramm mit Akku	Uneingeschränkt	1,56	07/2013	www.pcgh.de/preis/938889

Tastaturen

Modell	Preis	Anschlag/Druckpunkt	Layout/Tasten-höhe	An-schluss	Zusatztasten	Handballenab-lage	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Roccat Ryos MK Pro	Ca. € 170,-	Sehr gut/sehr gut (Cherry MX Brown)	Full-size/normal	USB	5 + 3 Daumentasten	Vorhanden	1,36	12/2013	www.pcgh.de/preis/996208
Roccat Isku	Ca. € 70,-	Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	15 + 3 Daumentasten	Vorhanden	1,42	11/2011	www.pcgh.de/preis/648485
Gigabyte Aivia Osmium	Ca. € 100,-	Sehr gut/sehr gut (Cherry MX Brown)	Full-size/normal	USB	5 + 2 Scrollräder	Vorhanden	1,43	01/2013	www.pcgh.de/preis/818661
Corsair Vengeance K95	Ca. € 130,-	Sehr gut/sehr gut (Cherry MX Red)	Full-size/normal	USB	29 + Lautstärkenregler	Vorhanden	1,53	01/2014	www.pcgh.de/preis/935877
Logitech G19s	Ca. € 130,-	Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut	Full-size/normal	USB	29 + LCD	Vorhanden	1,55	07/2013	www.pcgh.de/preis/941139
Roccat Ryos MK Glow	Ca. € 100,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	5 + 3 Daumentasten	Vorhanden	1,55	08/2013	www.pcgh.de/preis/890215
Logitech G510s	Ca. € 80,-	Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut	Full-size/normal	USB	18 + LCD	Vorhanden	1,58	07/2013	www.pcgh.de/preis/941371
Logitech G710+	Ca. € 130,-	Sehr gut/sehr gut (Cherry MX Brown)	Full-size/halbhoch	USB	18 + Scrollrad	Vorhanden	1,59	01/2013	www.pcgh.de/preis/849421
Microsoft Sidewinder X4	Ca. € 40,-	Gut/gut bis sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	16	Vorhanden	1,59	05/2010	www.pcgh.de/preis/498724

Soundkarten

Modell	Preis	Anschlüsse	Tiefton-bereich	Mitteltonbereich u. Stimmwiedergabe	Hochton-bereich	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Creative Soundblaster ZxR	Ca. € 210,-	Stereo-Cinch-Ausgang, 2 x 3,5-mm-Klinke u. v. a.	Gut bis sehr g.	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,58	03/2013	www.pcgh.de/preis/886468
Asus Xonar Phoebus	Ca. € 160,-	4 x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,74	07/2012	www.pcgh.de/preis/771017
Asus Xonar Essence ST + H6	Ca. € 150,-	8 x Cinch, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-Out	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,80	03/2012	www.pcgh.de/preis/438421
Asus Xonar Essence One	Ca. € 390,-	S/PDIF-In (Coax/Optical), Kopfhörer, 2 x Cinch, XLR-Out	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut	1,90	03/2012	www.pcgh.de/preis/680613
Creative Soundblaster Z	Ca. € 80,-	3 x Klinke-Out, 1 x 3,5-mm-Kopfhörer-Out, S/PDIF In/Out	Befr. bis gut	Befriedigend bis gut	Befr. bis gut	2,26	03/2013	www.pcgh.de/preis/852776
Asus Xonar DG	Ca. € 40,-	4 x Klinke-Out, Optical-Out	Befriedigend	Befriedigend	Gut	2,63	01/2012	www.pcgh.de/preis/564843

Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 16.12.2013

Solid State Drives (2,5-Zoll-Format)

Modell	Preis	SATA-Interface	Kapazität binär/dezimal	Controller/Flash	Zugriffszeit Lesen/Schreiben	Transfer Lesen/Schreiben	Hersteller-garantie	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Bis 256 GByte											
Samsung SSD 840 Pro (Kit)	Ca. € 190,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	S4LN021X01/Toggle-DDR	0,03/0,02 ms	561/519 MB/s	5 Jahre	1,85	09/2013	www.pcgh.de/preis/841490	
OCZ Vector	Ca. € 250,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Indilinx Barefoot 3/Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	559/534 MB/s	5 Jahre	1,86	09/2013	www.pcgh.de/preis/871849	
OCZ Vector 150	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	Indilinx Barefoot 3/ONFI-DDR	0,05/0,03 ms	556/528 MB/s	5 Jahre	1,90	02/2014	www.pcgh.de/preis/1024733	NEU
Corsair Neutron GTX	Ca. € 210,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	LM87800/Toggle-DDR	0,04/0,05 ms	559/512 MB/s	5 Jahre	1,90	09/2013	www.pcgh.de/preis/796012	
Plextor M5 Pro	Ca. € 190,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Marvell 88SS9187/Toggle-DDR	0,11/0,06 ms	547/456 MB/s	5 Jahre	1,92	09/2013	www.pcgh.de/preis/820216	
Intel SSD 520	Ca. € 220,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,12/0,11 ms	557/529 MB/s	5 Jahre	1,99	09/2013	www.pcgh.de/preis/724405	
Toshiba Q-Series Pro	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Tosh.TC358790XGB/Toggle-DDR	0,17/0,07 ms	555/519 MB/s	2 Jahre	2,03	02/2014	Noch nicht gelistet	NEU
Intel SSD 335	Ca. € 150,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,13/0,12 ms	558/535 MB/s	3 Jahre	2,03	09/2013	www.pcgh.de/preis/843952	
OCZ Vertex 450	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Indilinx Barefoot 3/ONFI-DDR	0,05/0,03 ms	560/525 MB/s	3 Jahre	2,04	09/2013	www.pcgh.de/preis/949882	
Corsair Neutron	Ca. € 170,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	LM87800/ONFI-DDR	0,08/0,05 ms	518/353 MB/s	5 Jahre	2,04	09/2013	www.pcgh.de/preis/894326	
Seagate SSD 600	Ca. € 160,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	LM87800/Toggle-DDR	0,05/0,06 ms	555/470 MB/s	3 Jahre	2,05	09/2013	www.pcgh.de/preis/942609	Preis-Leistungs-Tipp
Samsung SSD 840 Evo	Ca. € 150,-	6,0 Gbit/s	233 GiB2500 GB	S4LN045X01/Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	507/496 MB/s	3 Jahre	2,07	09/2013	www.pcgh.de/preis/977940	Hardware
Toshiba Q-Series	Ca. € 150,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	TC58NC5HA9GST/Toggle-DDR	0,11/0,07 ms	506/480 MB/s	2 Jahre	2,09	12/2013	www.pcgh.de/preis/931040	
Corsair Force LS	Ca. € 170	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	PS3108/Toggle-DDR	0,08/0,07 ms	507/386 MB/s	3 Jahre	2,11	12/2013	www.pcgh.de/preis/993729	
Sandisk Extreme SSD	Ca. € 170,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,03/0,10ms	559/535 MB/s	3 Jahre	2,13	09/2013	www.pcgh.de/preis/717810	
Bis 512 GByte											
M5 Pro Xtreme	Ca. € 380,-	6,0 Gbit/s	477 GiB/512GB	Marvell 88SS9187/Toggle-DDR	0,07/0,08 ms	502/448 MB/s	5 Jahre	1,95	12/2013	www.pcgh.de/preis/820176	
Samsung SSD 840 Evo	Ca. € 290,-	6,0 Gbit/s	466 GiB/500 GB	S4LN045X01/Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	504/496 MB/s	3 Jahre	2,01	12/2013	www.pcgh.de/preis/977941	
Crucial M500 SSD	Ca. € 280,-	6,0 Gbit/s	447 GiB/480 GB	Marvell 88SS9187/ONFI-DDR	0,04/0,06 ms	539/445 MB/s	3 Jahre	2,11	09/2013	www.pcgh.de/preis/889883	
Crucial m4 SSD	N. lieferbar	6,0 Gbit/s	477 GiB/512 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,04/0,26 ms	552/272 MB/s	3 Jahre	2,23	09/2013	www.pcgh.de/preis/685994	
Ab 960 GByte											
Samsung SSD 840 Evo	Ca. € 480,-	6,0 Gbit/s	932 GiB/1000 GB	S4LN045X01/Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	514/503 MB/s	3 Jahre	1,94	09/2013	www.pcgh.de/preis/977944	
Crucial M500 SSD	Ca. € 470,-	6,0 Gbit/s	894 GiB/960 GB	Marvell 88SS9187/ONFI-DDR	0,04/0,06 ms	541/444 MB/s	3 Jahre	2,09	09/2013	www.pcgh.de/preis/889884	

Altes Bewertungssystem*

Modell	Preis	SATA-Interface	Kapazität binär/dezimal	Controller/Flash	Zugriffszeit Lesen/Schr.	Transfer Lesen/Schreiben	PCGH-Stresstest	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Bis 128 Gigabyte										
Plextor M5 Pro	Ca. € 110,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Marvell 88SS9187/Toggle-DDR	0,03/0,05 ms	548/336 MB/s	54/79/55 Sek.	1,65	11/2012	www.pcgh.de/preis/820221
OCZ Vertex 4	Ca. € 150,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Indilinx Everest 2/ONFI-DDR	0,11/0,03 ms	554/406 MB/s	57/74/55 Sek.	1,69	10/2012	www.pcgh.de/preis/759195
Bis 256 GByte										
OCZ Vector	Ca. € 250,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Indilinx Barefoot 3/ONFI-DDR	0,04/0,03 ms	559/534 MB/s	44/68/43 Sek.	1,44	06/2013	www.pcgh.de/preis/871849
Plextor M5 Pro	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Marv. 88SS9187/Toggle-DDR	0,11/0,06 ms	547/456 MB/s	45/72/46 Sek.	1,50	06/2013	www.pcgh.de/preis/820216
Ab 256 GByte										
OCZ Vector	N. lieferbar	6,0 Gbit/s	477 GiB/512 GB	Indilinx Barefoot 3/ONFI-DDR	0,07/0,03 ms	559/537 MB/s	45/63/43 Sek.	1,47	02/2013	www.pcgh.de/preis/871851
Samsung SSD 840 Pro	Ca. € 380,-	6,0 Gbit/s	477 GiB/512 GB	S4LN021X01/Tog.-DDR 2.0	0,03/0,02 ms	560/536 MB/s	46/67/44 Sek.	1,48	02/2013	www.pcgh.de/preis/841491

* Bewertungen nicht mit denen des neuen Bewertungssystems vergleichbar

Festplatten (3,5-Zoll-Format)

Modell	Preis	SATA-Interface	Kapazität binär/dezimal	U/min	Lautheit Leerl./Zugriff	Zugriffszeit Lesen/Schreiben	Transfer Lesen/Schreiben	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Bis 1.000 Gigabyte											
WD Velociraptor WD1000DHTZ	Ca. € 180,-	6,0 Gbit/s	932 GiB/1.000 GB	10.000	0,4/1,7 Sone	6,8/8,8 ms*	165/165 MB/s	1,81	06/2012	www.pcgh.de/preis/764000	
Seagate Barracuda 7200.14 ST1000DM003	Ca. € 50,-	6,0 Gbit/s	932 GiB/1.000 GB	7.200	0,3/0,4 Sone	14,5/15,7 ms*	164/164 MB/s	2,15	01/2013	www.pcgh.de/preis/686480	
WD Velociraptor WD6000HLHX	Ca. € 130,-	6,0 Gbit/s	559 GiB/600 GB	10.000	0,4/1,5 Sone	6,8/3,5 ms	133/132 MB/s	2,19	06/2010	www.pcgh.de/preis/521635	
Samsung Spinpoint F3 HD502HJ	Ca. € 50,-	3,0 Gbit/s	466 GiB/500 GB	7.200	0,2/0,4 Sone	13,6/7,8 ms	116/116 MB/s	2,26	11/2009	www.pcgh.de/preis/447077	
Toshiba DT01ACA100	Ca. € 50,-	6,0 Gbit/s	932 GiB/1.000 GB	7.200	0,3/0,5 Sone	14,5/15,7 ms*	152/151 MB/s	2,28	01/2013	www.pcgh.de/preis/799537	
Bis 2.000 Gigabyte											
Toshiba DT01ACA200	Ca. € 70,-	6,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,4/0,6 Sone	15,7/15,4 ms	144/144 MB/s	1,90	02/2014	www.pcgh.de/preis/833755	NEU
Hitachi Deskstar HDS723020BLA642	Ca. € 120,-	6,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,6/0,7 Sone	15,6/7,0 ms	125/125 MB/s	2,08	06/2012	www.pcgh.de/preis/588432	
Western Digital 2.0 TB	Ca. € 75,-	6,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	5.400	0,3/0,3 Sone	14,9/17,9 ms	119/86 MByte/s	2,25	02/2014	www.pcgh.de/preis/828732	NEU
WD Caviar Black WD2002FAEX	Ca. € 130,-	6,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,5/1,4 Sone	12,2/5,1 ms	110/110 MB/s	2,32	06/2012	www.pcgh.de/preis/603607	
Bis 3.000 Gigabyte											Preis-Leistungs-Tipp
Toshiba DT01ACA300	Ca. € 95,-	6,0 Gbit/s	2.794 GiB/3.000 GB	7.200	0,3/0,6 Sone	15,2/15,4 ms*	154/153 MB/s	1,90	01/2013	www.pcgh.de/preis/833757	Hardware
Western Digital Red WD30EFRX	Ca. € 120,-	6,0 Gbit/s	2.794 GiB/3.000 GB	K. A.	0,2/0,3 Sone	19,9/21,0 ms*	112/112 MB/s	2,22	01/2013	www.pcgh.de/preis/807343	
Ab 4.000 Gigabyte											
Western Digital Black 4.0 TB	Ca. € 220,-	6,0 Gbit/s	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,9 Sone	12,5/12,9 ms	145/146 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/1010394	NEU
Hitachi Deskstar HDS724040ALE640	Ca. € 170,-	6,0 Gbit/s	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,6 Sone	16,3/14,8 ms*	131/135 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/682487	NEU
Western Digital Red WD40EFRX	Ca. € 160,-	6,0 Gbit/s	3.726 GiB/4.000 GB	5.400	0,4/0,5 Sone	16,6/18,5 ms	119/109 MB/s	2,06	02/2014	www.pcgh.de/preis/992027	NEU
Seagate Desktop HDD.15 4000GB	Ca. € 140,-	6,0 Gbit/s	3.726 GiB/4.000 GB	5.900	0,4/0,9 Sone	17,1/20,7 ms	127/126,5 MB/s	2,14	02/2014	www.pcgh.de/preis/903248	NEU

* Advanced-Format/4K-Sektoren ** Ehemals Samsung-Festplatten

Einkaufsführer Gehäuse, Lüfter & Netzteile

Preise: Stand 16.12.2013

Gehäuse

Modell	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit enth. Lüfter (12/7/5 V)	Temperatur (CPU/VGA/HDD)	Lautheit frontal/ schräg (SW 2*)	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Silent-Gehäuse (Standardtakt und -spannung)									
Fractal Design Define R4	Ca. € 90,-	7 x 140 mm	2 x 140 mm	1,0/0,1/0,1 Sone	69/74/36 °C	2,8/2,6 Sone	2,08	09/2012	www.pcgh.de/preis/812617
Corsair Obsidian 550D	Ca. € 115,-	2 x 120, 3 x 120/140 & 1 x 200 mm	2 x 120 mm	0,2/0,1/0,1 Sone	77/77/34 °C	2,7/3,1 Sone	2,31	06/2012	www.pcgh.de/preis/724411
Bitfenix Shinobi Kingmod (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 80,-	3 x 120 & 2 x 140 mm	1 x 120 mm	0,2/0,1/0,1 Sone	76/78/31 °C	2,7/2,9 Sone	2,37	06/2012	www.pcgh.de/preis/737035
Midi-Gehäuse (CPU @ 3,2 GHz, 1,2 Volt)									
Nanoxia Deep Silence 1	Ca. € 95,-	4 x 140, 2 x 120 mm	1 x 140, 2 x 120 mm	0,8/0,1/0,1 Sone	77/77/35 °C	2,5/2,8 Sone	1,72	10/2013	www.pcgh.de/preis/788809
Lian Li PC-Z60B	Ca. € 180,-	1 x 140, 2 x 120 mm	1 x 140, 3 x 120 mm	1,2/0,2/0,1 Sone	72/77/31 °C	2,8/2,8 Sone	1,81	10/2013	www.pcgh.de/preis/630871
Thermaltake Urban S71	Ca. € 120,-	2 x 200, 1 x 140 mm, 1 x 120 mm	2 x 200, 1 x 120 mm	3,3/0,6/0,3 Sone	79/77/36 °C	2,4/2,3 Sone	2,03	10/2013	www.pcgh.de/preis/913562
Lian Li PC-7H (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 85,-	3 x 120, 3 x 140 mm	1 x 120, 2 x 140 mm	1,1/0,2/0,1 Sone	69/74/30 °C	3,3/3,6 Sone	2,36	04/2013	www.pcgh.de/preis/854473
Xigmatek Talon	Ca. € 90,-	2 x 200, 2 x 140 mm	1 x 200, 1 x 140 mm	1,3/0,3/0,2 Sone	72/78/34 °C	3,3/3,0 Sone	2,39	04/2013	www.pcgh.de/preis/882610
Big-Tower-Gehäuse (CPU @ 3,2 GHz, 1,2 Volt)									
Bitfenix Shinobi XL	Ca. € 135,-	3 x 230, 1 x 140, 2 x 120 mm	2 x 230, 1 x 120 mm	0,3/0,1/0,1 Sone	63/72/34 °C	2,9/3,0 Sone	1,85	05/2013	www.pcgh.de/preis/798404
NZXT Phantom 630	Ca. € 165,-	4 x 200, 4 x 140/120 mm	3 x 200, 1 x 140 mm	2,1/0,7/0,4 Sone	61/69/31 °C	3,3/3,4 Sone	1,96	05/2013	www.pcgh.de/preis/888373
Antec Eleven Hundred	Ca. € 90,-	1 x 200, 8 x 120 mm	1 x 200, 1 x 120 mm	0,9/0,2/0,1 Sone	50/59/32 °C	3,7/3,8 Sone	2,16	05/2013	www.pcgh.de/preis/692214
In Win GR one	Ca. € 100,-	9 x 140/120 mm	5 x 140 mm	2,3/0,4/0,2 Sone	57/69/31 °C	3,6/3,7 Sone	2,28	05/2013	www.pcgh.de/preis/866718

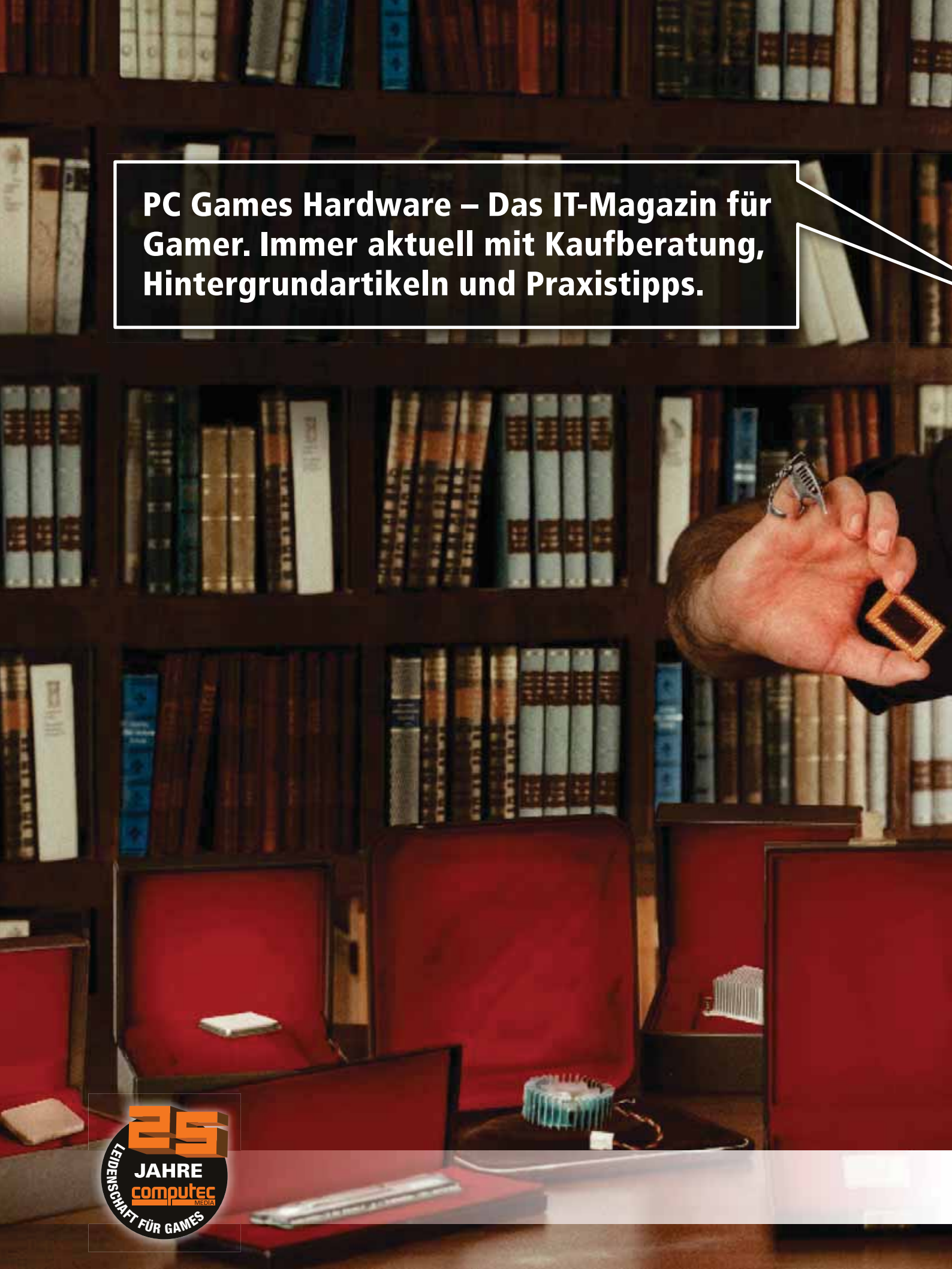
System: Core i7-920, Stromsparmodi aus, Geforce GTX 560 Ti @ 55 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM, Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Cooler Master RS-800-80GA-D3, Umgebungstemperatur: 24 Grad Celsius * Silent Wings 2/Dark Wings

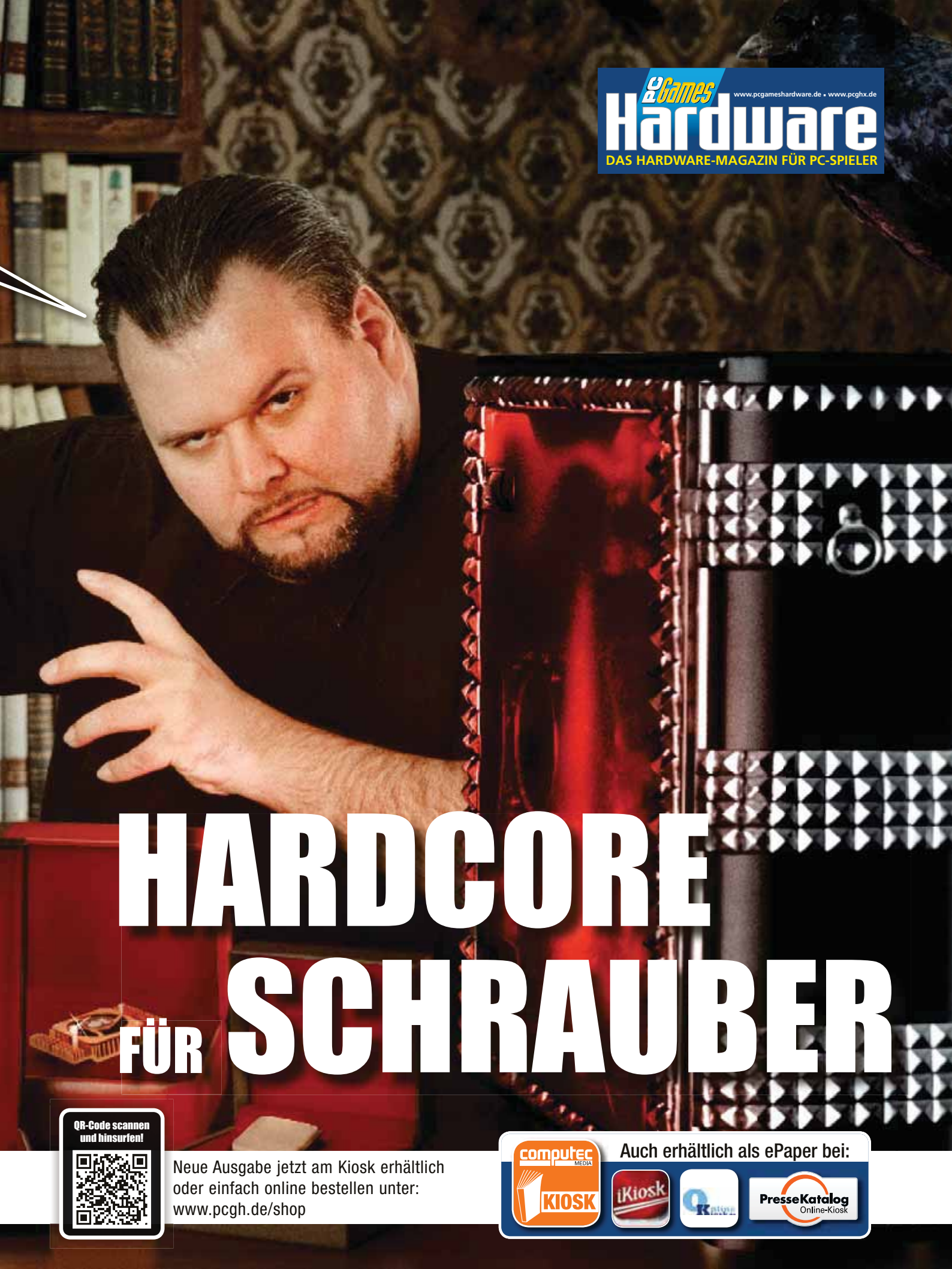
Lüfter

Modell	Preis	Anschluss/ Kabel(-länge)	Regelung	Drehzahl 100 % (Angabe)	Kühlleistung 100/75/50 %	Lautheit 100/75/50 %	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
140-mm-Lüfter									
Noctua NF-A15 PWM	Ca. € 20,-	4-Pin/22 cm	Adapter (7 Volt)	1.200 U/min	45,1/47,5/51,4 °C	1,4/0,4/0,1 Sone	1,51	11/2013	www.pcgh.de/preis/870806
Be quiet Silent Wings 2	Ca. € 17,-	3-Pin/44 cm	Adapter (5/7/12 Volt)	1.000 U/min	47,5/49,5/52,8 °C	0,5/0,2/0,1 Sone	1,52	12/2012	www.pcgh.de/preis/745193
Noctua NF-A14 FLX	Ca. € 19,-	3-Pin/22 cm	Adapter (5/7 Volt)	1.200 U/min	45,6/48,5/52,1 °C	1,4/0,4/0,1 Sone	1,59	11/2013	www.pcgh.de/preis/903901
Nanoxia FX Evo 140 mm (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 11,-	3-Pin/44 cm	Potenziometer	1.000 U/min	47,1/49,3/53,7 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	1,65	12/2012	www.pcgh.de/preis/732780
Enermax T.B. Silence	Ca. € 11,-	3-Pin/50 cm	Potenziometer	1.300 U/min	45,2/46,3/49,3 °C	2,5/0,7/0,2 Sone	1,67	11/2013	www.pcgh.de/preis/886129
Scythe Slipstream XT 140	Ca. € 9,-	3-Pin/50 cm	-	800 U/min	48,8/50,0/55,8 °C	0,4/0,2/0,1 Sone	1,68	11/2013	www.pcgh.de/preis/954175
Pure Wings 2	Ca. € 9,-	3-Pin/47 cm	-	1.000 U/min	48,9/49,7/50,8 °C	0,7/0,2/0,1 Sone	1,72	11/2013	www.pcgh.de/preis/994425
Enermax Twister Everest	Ca. € 11,-	3-Pin/50 cm	Autom. Lüfterregel.	1.200 U/min	47,3/49,0/52,7 °C	1,7/0,5/0,2 Sone	1,76	12/2012	www.pcgh.de/preis/822961
120-mm-Lüfter									
Noctua NF-S12A FLX	Ca. € 19,-	3-Pin/22 cm	Adapter (5/7 Volt)	1.100 U/min	47,2/49,2/55,4 °C	1,1/0,4/0,1 Sone	1,68	11/2013	www.pcgh.de/preis/903901
Noctua NF-F12 PWM	Ca. € 17,-	4-Pin/22 cm	Adapter (7 Volt)	1.500 U/min	46,7/48,9/51,5 °C	2,1/0,7/0,1 Sone	1,68	11/2013	www.pcgh.de/preis/698532
Silverstone SST-FN121-P (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 5,-	3-Pin/50 cm	-	1.200 U/min	47,2/48,7/53,2 °C	0,7/0,2/0,1 Sone	1,69	11/2013	www.pcgh.de/preis/875710
Blacknoise NB-Eloop B12-2	Ca. € 14,-	3-Pin/76 cm	-	1.300 U/min	49,6/51,1/53,1 °C	0,6/0,2/0,1 Sone	1,70	12/2012	www.pcgh.de/preis/820060
Phobya NB-Eloop	Ca. € 15,-	3-Pin/49 cm	-	1.600 U/min	47,1/49,9/54,9 °C	1,6/0,5/0,1 Sone	1,77	11/2013	www.pcgh.de/preis/929515
Nanoxia FX Evo 120 mm	Ca. € 11,-	3-Pin/44 cm	Potenziometer	1.300 U/min	47,8/49,9/53,6 °C	1,6/0,6/0,2 Sone	1,80	12/2012	www.pcgh.de/preis/732780
Fractal Silent Series R2 Case Fan	Ca. € 8,-	3-Pin/50 cm	Adapter (7 Volt)	1.200 U/min	47,6/50,2/54,8 °C	1,1/0,4/0,1 Sone	1,81	12/2012	www.pcgh.de/preis/813671
Blacknoise NB-Blacksilent Pro	Ca. € 11,-	3-Pin/54 cm	-	1.400 U/min	48,7/50,2/54,2 °C	0,9/0,4/0,1 Sone	1,81	12/2012	www.pcgh.de/preis/476778

Netzteile

Modell	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Länge)	Leistung +12 V	Lautheit bei 10/20/50/80/100 % Last	Effizienz bei 10/20/50/80/100 % Last	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
400 bis 600 Watt								
Seasonic Platinum Fanless 520W	Ca. € 140,-	2x 6+2-Pin (60 cm)	516 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	86/90/93/94/93 %	1,48	11/2013	www.pcgh.de/preis/874992
Be quiet Dark Power Pro P10 550W	Ca. € 120,-	4x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	83/89/92/92/91 %	1,49	08/2012	www.pcgh.de/preis/790408
Enermax Platimax EPM600AWT	Ca. € 130,-	4x 6+2-Pin (75 cm)	600 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/0,9 Sone	85/91/94/93/92 %	1,51	12/2011	www.pcgh.de/preis/683476
Be quiet Straight Power E9 580 W (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 95,-	4x 6+2-Pin (55 cm)	564 Watt	0,1/0,1/0,1/0,4/1,2 Sone	85/90/93/92/91 %	1,66	02/2012	www.pcgh.de/preis/677397
Seasonic G-Series 550W	Ca. € 90,-	2x 6+2-Pin (60 cm)	540 Watt	0,2/0,2/0,2/2,7/4,8 Sone	82/89/92/92/91 %	1,72	01/2013	www.pcgh.de/preis/830688
Enermax Triathlor FC 550W	Ca. € 65,-	3x 6+2-Pin (50 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,4/1,7/2,5 Sone	79/86/89/88/86 %	1,87	04/2013	www.pcgh.de/preis/852500
600 bis 800 Watt								
Seasonic X-750 (KM3)	Ca. € 150,-	4x 6+2-Pin (60 cm)	744 Watt	0,1/0,1/0,1/0,8/1,3 Sone	87/91/93/93/92 %	1,45	04/2013	www.pcgh.de/preis/485157
Fractal Newton R3	Ca. € 115,-	4 x 6+2-Pin (57 cm)	600 Watt	0,1/0,1/0,1/1,9/1,9 Sone	89/92/94/92/91 %	1,50	06/2013	www.pcgh.de/preis/815663
Lepa G650-MAS (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 90,-	4x 6+2-Pin (45 bis 60 cm)	648 Watt	0,1/0,1/0,3/0,6/1,3 Sone	80/87/92/91/91 %	1,72	04/2013	www.pcgh.de/preis/826166
Super Flower Golden Green 600W	Ca. € 95,-	2x 6+2-Pin (55 cm)/2x 6-Pin (55 cm)	594 Watt	0,4/0,4/0,4/0,4/0,4 Sone	86/91/93/92/91 %	1,91	04/2013	www.pcgh.de/preis/540645
Inter-Tech Coba Nitrox Nobility 800W	Ca. € 95,-	4x 6+2-Pin (60 cm)	770 Watt	0,1/0,1/0,1/0,2/0,8 Sone	80/86/88/87/86 %	1,94	04/2013	www.pcgh.de/preis/837465
Über 800 Watt								
Enermax Platimax 850W	Ca. € 200,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	840 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/2,1 Sone	83/90/94/92/92 %	1,46	11/2011	www.pcgh.de/preis/683488
Corsair AX1200i	Ca. € 270,-	6x 6+2-Pin (60 cm)	1.205 Watt	0,1/0,1/0,3/0,8/1,3 Sone	88/93/94/92/91 %	1,48	11/2012	www.pcgh.de/preis/815977
Be quiet Dark Power Pro P10 850W (Hardware Preis-Leistungs-Tipp)	Ca. € 190,-	6x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	840 Watt	0,3/0,3/0,3/0,4/0,6 Sone	85/91/93/92/91 %	1,49	01/2013	www.pcgh.de/preis/790591
Seasonic Platinum 1000W	Ca. € 220,-	6x 6+2-Pin (60 cm)	996 Watt	0,1/0,1/0,1/0,7/2,4 Sone	85/92/94/93/92 %	1,55	02/2012	www.pcgh.de/preis/691083


PC Games Hardware – Das IT-Magazin für Gamer. Immer aktuell mit Kaufberatung, Hintergrundartikeln und Praxistipps.
25 JAHRE
computec MEDIA
LEIDENSCHAFT FÜR GAMES


PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER
HARDCORE
FÜR SCHRAUBER
QR-Code scannen und hinsurfen!
Neue Ausgabe jetzt am Kiosk erhältlich
oder einfach online bestellen unter:
www.pcgh.de/shop
Auch erhältlich als ePaper bei:
computec MEDIA KIOSK
iKiosk
PresseKatalog Online-Kiosk

Die Redaktion

THILO BAYER
Chefredakteur | tb@pcgh.de | Fachbereiche: Organisation, Personal, Finanzen, Kickstarter



PC aktuell: Da bei meiner Grafikkarte relativ schnell die Lüftersteuerung Amok läuft und Vollgas gibt, experimentiere ich im Moment herum, um die beste Mischung aus Takt, Temperatur und Lautstärke zu erhalten.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist das Gleiche wie im alten Jahr auch: Zeit finden für *Battle Worlds Kronos* und *XCOM Enemy Within*. Ach ja, im Januar kommt dann auch noch *The Banner Saga* dazu. :-)

Privat-PC: Intel Core i7-970, 12 GiB RAM, Asus Sabertooth X58, Gainward Geforce GTX 570 Phantom, 24-Zoll-Display von Acer

MARCO ALBERT
Redaktionsleiter | ma@pcgh.de | Fachbereiche: Monitore, Netzteile, Notebooks, Organisation



PC aktuell: Letzten Monat habe ich noch über mein Ruckelproblem mit HD-Filmen von Watchever berichtet. Es war nun doch die CPU, welche immer für Sekunden ausgelastet war. Eine kleine Übertaktung des HTPC hat nun für Abhilfe gesorgt – alles läuft flüssig! :)

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, einen neuen Monitor anschließen – vorausgesetzt, Omas Geldgeschenk hat für ein LCD gereicht.

Privat-PC: AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiByte RAM, Gigabyte GA870A-UD3, Asus Radeon HD 7870 Direct CU II @ TOP, 22-Zoll-LCD

RAFFAEL VÖTTER
Redakteur | rv@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Grafikkarten-Kühler, Spiele



PC aktuell: In einem Anflug von Dekadenz habe ich 2 x 8 GiByte DDR3-2400-Speicher bestellt, auch wenn ich den gar nicht benötige ... =D

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, im Windows-Kalender nachzusehen, ob der Millennium-Bug nicht doch noch zugeschlagen hat. Im Ernst: gegen 13:37 Uhr stark verkatert den Browser öffnen und gucken, wer im PCGHX-Forum schon wach ist, dabei selbst gebackene Plätzchen mampfen.

Privat-PC: FX-8350 @ 1,2 Volt (3,8 GHz; NB @ 2,6 GHz), Asus Sabertooth Gen 3, 16 GiB DDR3, GTX Titan + Accelero @ 1,2 GHz, X-Fi Forte, 30-Zoll-LCD

ANDREAS LINK
Redakteur | al@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt von PC Games Hardware (pcgh.de)



PC aktuell: Getreu dem Motto „Nur die Harten kommen in den Garten" habe ich diesen Monat das *Sim City*-Add-on *Städte der Zukunft* ausprobiert und muss schon sagen, dass es Spaß macht. Ob dafür jetzt gleich 30 Euro fällig sein müssen, sei einmal dahingestellt, aber die Türme sind schon cool.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, den Stecker in die Steckdosenleiste, nachdem ich wieder aus dem Urlaub zurück bin.

Privat-PC: Core i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 16 GiByte DDR3-1600, Audigy 2 ZS, 120-GByte-SSD, 24-Zoll-LCD, Obsidian 800D, Windows 8.1

TOM LOSKE
Redakteur | tl@pcgh.de | Fachbereiche: Mainboards, Kühler/Lüfter



PC aktuell: Noch mehr Takt ließ sich aus meiner Geforce GTX 780 nicht herauskitzeln. Wohl aber ließen sich Temperaturen und Lautstärke nochmals spürbar senken, Aftermarket-Kühler Inno iChill sei Dank.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist: nichts. Denn meinen Urlaub verbringe ich glücklicherweise in wärmeren Gefilden, fernab von meinem heimischen Rechenknecht. Das iPad muss dann als Ersatz herhalten.

Privat-PC: Core i7-4770K @ 4,0 GHz, Maximus VI Formula, Geforce GTX 780 Phantom GLH @ 1.200/3.400 MHz, Samsung SSD 840, Dell UH2713HM

CARSTEN SPILLE
Redakteur | cs@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Prozessoren, Heft-DVD



PC aktuell: Ein fataler Fehler, H87 statt Z87, aber nun ist er zum Glück korrigiert. Dazu flottes DDR3-RAM und der besagte Vierkerner mit OC-Chance.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, ihn mit den oben genannten Teilen aufzurüsten. Keine E-Mail, kein Facebook, kein Twitter, sondern ehrliches, anständiges Oldschool-Basteln. Zum Zocken mit Downsampling habe ich ja schon seit letztem Monat die neue Grafikkarte (s.u.) im Einsatz.

Privat-PC: C2D E8500 (3,8 GHz @ 1,2V), GBT EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800, Samsung SSD 830 (256 GB), Evga GTX 780 Ti SC, Benq XL2410T

REINHARD STAUDACHER
Redakteur | rs@pcgh.de | Fachbereiche: Windows, SSDs/Festplatten/USB-Storage/NAS



PC aktuell: Ich spiele gerade den Gruselschocker *Outlast* durch. Im Gegensatz zu vielen Spielen der letzten Jahre trifft der Begriff „Schocker" hier zu.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, ihn mit einem Core i7-4770K zu bestücken. Grund für den Austausch ist weniger die CPU-Geschwindigkeit des i7-870 als vielmehr der Wunsch, endlich die Vorteile der zivilisierten Welt, wie etwa SATA-6-GBit/s und USB 3.0 zu nutzen.

Privat-PC: Core i7-870, Asus P7P55D Deluxe, 8 GiB DDR3-1600, Samsung 830 256 GB, Seagate 3 TB, Zotac Geforce GTX 480 AMP, Creative X-Fi

FRANK STÖWER
Redakteur | fs@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, Mauspads, Gehäuse



PC aktuell: Meine neue LTE-Verbindung war ruck, zuck eingerichtet, läuft bestens und der Empfang mit zwei Zimmerantennen liegt bei 90 Prozent Signalstärke. Wenn da nur die Volumenbeschränkung von 15 Gigabyte nicht wäre.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist der Versuch, meinen Spiele-Mini mit einer übertakteten HD 7950/3G anstelle der HD 7870 zu bestücken. Allerdings besitzt die HD 7950 einen Triple-Slot-Kühler. Ob der passt?

Privat-PC: Phenom II X6 1075T auf Asus Sabertooth 990FX (AMD 990FX/SB950), 8 GiByte DDR3-1600-RAM, HD 6870 (Referenz), 24-Zoll-LCD mit 3D

DANIEL WAADT
Product Manager | dw@pcgh.de | Fachbereich: PCGH-Produkte (u. a. PCGH-PC), PCGH in Gefahr



PC aktuell: Mein BIOS-Modding-Versuch bei der Geforce GTX 760 hat geklappt und die Grafikkarte ist nun deutlich leiser. Selbst auf den Einsatz von Tools für die Lüftersteuerung kann ich nun verzichten.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, ihn für die üblichen Sachen wie Internet oder E-Mails zu nutzen. Gezockt wird vermutlich an der Playstation 4, damit sich die Investition von 399 Euro auch lohnt. ;-)

Privat-PC: AMD FX-8350, 8 GiB DDR3, Asrock 970 Extreme4, Geforce GTX 760, 384-GB-SSD, Be quiet E8 580 Watt, LG BH10LS, Samsung S27A850D

STEPHAN WILKE
Community Content Commerce Manager | sw@pcgh.de | Fachbereiche: OC, RAM, PCGH-Extreme-Forum



PC aktuell: Nach zwei Ausfällen altgedienter Nager habe ich eine Zowie EC1 Evo bestellt. Hoffentlich überzeugt sie im Alltag; ergonomische Gaming-Mäuse mit präzisem Infrarot-Sensor scheinen Mangelware zu sein, zumal Razer wegen Synapse 2.0 für mich keine Option mehr darstellt.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … sind wohl Hörvergleiche zwischen der Hi-Fi-Anlage und den neuen Nubert Nupro A-300. :)

Privat-PC: Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580/1.536 MiByte, Fujitsu Display P27T-6 IPS

PC Games Hardware Online; wichtige Dienste und Partner



- **News & Downloads:** www.pcgameshardware.de
- **Expertenforum:** www.pcghx.de
- **Abos online bestellen:** www.pcgh.de/shop
- **Einzelheft bestellen:** www.pcgh.de/heft

Bonuscodes im Heft: Einfach den Code mit folgendem Schema nutzen: www.pcgh.de/CODE/1234

Amazon: Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch ein führender Anbieter von PC-Spielen, Blu-rays und Unterhaltungselektronik. **www.pcgh.de/amazon**

Alternate: Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland. **www.pcgh.de/alternate**

Caseking: Speziell bei Themen wie Modding, Gehäuse und Kühlung spielt Caseking seine Stärken aus und ist die erste Wahl. **www.pcgh.de/caseking**

Der PCGH-PC: Wenn Sie auf der Suche nach einem gut abgestimmten Rechner sind, kommen Sie um die PCGH-PCs kaum herum. **www.pcgh.de/pcgh-pc**

PCGH-Preisvergleich: Finden Sie immer die besten Preise für Hardware und Software im PCGH-Preisvergleich powered by Geizhals! **www.pcgh.de/preisvergleich**

PCGH-Schnäppchenführer: Erfahren Sie in unserem täglich aktualisierten Schnäppchenführer, welche Produkte besonders günstig zu haben sind. **www.pcgh.de/preistipps**

Thema des Monats: Frohes Neues!

Wenn Sie dieses Heft in Händen halten, ist es (wahrscheinlich, Abonnenten erhalten ihre PCGH meist wenige Tage früher) so weit: 2013 ist vorbei und das neue Jahr 2014 hat begonnen. Die Redaktion wünscht natürlich alles Gute für 2014 und dass Ihre guten Vorsätze lange halten! Auch im Bereich PC-Hardware spricht alles für einen spannenden 2014ten Sonnenumlauf: AMD bringt die dringend nötigen, verbesserten Steamroller-Kerne auf den Markt, Nvidia will Maxwell die Kepler-Nachfolge antreten lassen und bei Intel dürfen wir uns auf verbesserte Effizienz und „mehr Grafik" bei Broadwell freuen – auch DDR4-RAM steht in den Startlöchern. Spieleseitig kommen *Watch Dogs*, *The Witcher 3*, *Star Citizen* (Beta) und vielleicht sogar *GTA 5* – wenn es dann noch jemand will. In diesem Sinne: „Frohes Neues"!



PHILIPP REUTHER
Volontär | pr@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Sound



PC aktuell: Die Hardware langweilt sich momentan etwas, denn momentan zockeln meist old-schoolige Rollenspiele in 90°-Schritten wie *Legend of Grimrock* über den Schirm. Aber immerhin mit Downsampling.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, peinliche Facebook-Party-Bilder zu entfernen. Okay, ernsthaft: Ich habe noch keine Pläne. Da ich gerade *Skyrim* neu aufsetze, wage ich vielleicht nochmal einen neuen Anlauf.

Privat-PC: Core i7-920, Asus Rampage II, 16 GiB DDR3-1600, Samsung 840 512 GiB, Western Digital 3 TB, Sapphire HD 7970 OC Dual-X, 550 Ti (PhysX)

MARK MANTEL
Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online



PC aktuell: Er dümpelt munter vor sich hin, seitdem das Netzteil ausgetauscht worden ist. In naher Zukunft sind erst mal keine weiteren Änderungen geplant.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist vermutlich, meine mittlerweile stark angestaubte Grafikkarte auszuwechseln. Voraussetzung dafür sind allerdings für mich interessante Titel – Ego-Shooter wie *Battlefield 4* und *CoD: Ghosts* finden auf meiner Festplatte nicht ihren Platz.

Privat-PC: Core i5-750@H_2O, Gigabyte GA-P55-UD4, Corsair 16 GiB DDR3-1600, Point of View GTX280@H_2O, Crucial C300 128 GiB

DOMINIK NEUGEBAUER
Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online



PC aktuell: Ich probiere gerade neue Farben für meine Wasserkühlung aus. Dazu verwende ich Lebensmittelfarben. Die wirken intensiver und sind kostengünstiger zu erwerben. Mal sehen, wie schnell sich die Schläuche verfärben.

Das Erste, was ich im neuen Jahr am PC mache … ist, mir ein neues Headset zu kaufen. Es scheint, als gäbe es bei meinem alten Headset einen Kabelbruch. Unschön, wenn man selbst nicht mehr im Teamspeak 3 gehört wird.

Privat-PC: Core i7 4770K@H_2O, MSI Mpower Max Z87, 16 GiByte RAM, Radeon 7970@H_2O, Obsidian 900D, Samsung 840 Pro 512 GB, Windows 8.1

Inserenten PC Games Hardware 02/2014

Asrock 2	Listan 41, 43
Sea Sonic 11, 13	Thermaltake 45
Coolergiant 15, 61, 67	Logitech 72, 73
MS-Tech 27	Cooler Master 77
Aquatuning 29	Sharkoon 91
Caseking 30, 39, 62	Alternate 126, 127
Asus 35	Koch Media 132

PC Games Hardware

computec MEDIA

Ein Unternehmen der Marquard Media International AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media AG
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
Telefax: 0911/2872-200
redaktion@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

Vorstand Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender), Rainer Rosenbusch, Ingo Griebl

Chefredakteur (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Redaktionsleiter Marco Albert (ma)
Redaktion Andreas Link (al), Tom Loske (tl), Carsten Spille (cs), Reinhard Staudacher (rs), Frank Stöwer (fs), Raffael Vötter (rv), Stephan Wilke (sw), Philipp Reuther (pr)
Product Manager Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe Mark Mantel (mm), Dominik Neugebauer (dn), Torsten Vogel (tv), Tim Gehrmann (tg)
Lektorat Claudia Brose (Ltg.), Birgit Bauer, Esther Marsch, Heidi Schmidt
Layout Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Layoutkoordination Albert Kraus
Titelgestaltung Frank Pfründer
Fotografie Heft tb, ma, al, tl, cs, rs, rv, sw, pr, dw
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

CD, DVD, Video Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dziewiszek, Michael Schraut, Daniel Kunoth, Dominik Pache, Marcus Winkler (Praktikant)

COO Hans Ippisch
Vertrieb, Abonnement Werner Spachmüller (Ltg.), Nikolaus Krier
Marketing Jeanette Haag
Produktion Martin Closmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link, Marco Albert, Tom Loske, Carsten Spille, Reinhard Staudacher, Frank Stöwer, Raffael Vötter, Stephan Wilke, Philipp Reuther
Entwicklung Markus Wollny (Ltg.), René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert
Webdesign Tony von Biedenfeld, Emanuel Popa

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Anzeigenleiter
Gunnar Obermeier
verantwortlich für den Anzeigenteil, Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print
Anne Müller: Tel.: +49 911 2872-251; anne.mueller@computec.de
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
René Behme: Tel.: +49 911 2872-152; rene.behme@computec.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Stresemannstraße 29, 22789 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 46 85 67-0, Fax: +49 40 46 85 67-39
E-Mail: info@stroeerdigitalmedia.de

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 26 vom 01.01.2013.

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

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

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 47,88 (€ 51,60 Österreich, € 59,88 Ausland), DVD € 60,- (€ 67,20 Österreich, € 72,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, 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)

Vertrieb: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH, Düsternstr. 1-3, 20355 Hamburg, Internet: www.dpv.de
Druck: RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

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 Schmidt, 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.

MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel
SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES MMORE, PC GAMES HARDWARE, BUFFED, X3, PLAY 3, GAMES & MORE, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES, PLAY BLU

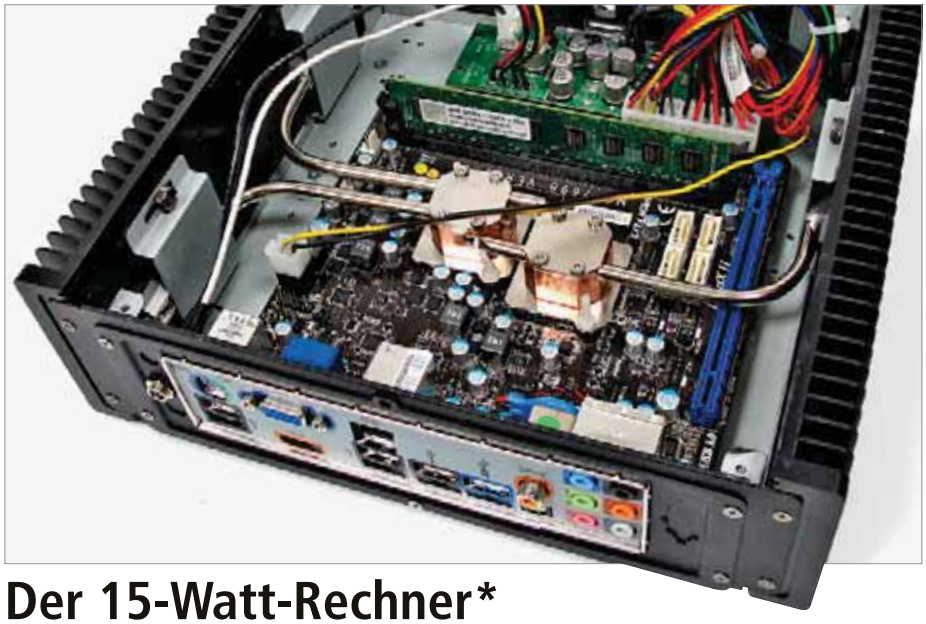
Polen
COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, HARPER'S BAZAAR

Ungarn
JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM, MEN'S HEALTH

Vorschau: 02/2014



Vollversion auf Heft-DVD!



Der 15-Watt-Rechner*

Die Kilowattstunde Strom wird immer teurer, daher plant PCGH den Bau eines sehr sparsamen PCs, den Sie als HTPC, NAS, Büro-Rechner oder bedingt auch zum Spielen einsetzen können. Entscheidend beim Bau ist, dass der Computer im Leerlauf unter 15 Watt bleibt. Entsprechend wählen wir auch die Komponenten aus.



27-Zoll-LCDs*

Eine Umfrage unter PCGH-Lesern hat ergeben, dass sich viele Anwender als Nächstes ein 27-Zoll-LCD mit der Auflösung 2.560 x 1.440 kaufen möchten. PCGH testet entsprechende LC-Displays.



Extreme-OC*

Nachdem wir Ihnen in dieser Ausgabe (Seite 8) gezeigt haben, wie man eine CPU mit Stickstoff übertaktet, versuchen wir es für das nächste Heft mit der GPU-Overclocking und wieder LN_2 als Kühlmittel.

Weitere Themen*

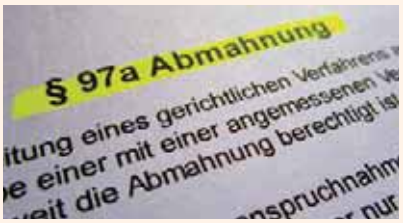
- Tests: NAS-Systeme, Kompaktwasserkühler, Partitionierungs-Software, Grafikkarten und vieles mehr
- Praxis: Raspberry Pi (Teil 1 der Serie), Bitcoin-Mining, Battlefield 4 (Mantle Patch)
- Info: AMD Kaveri und vieles mehr

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 5. Februar 2014

Abonnenten bekommen das Heft üblicherweise ein bis zwei Tage früher.

* Alle Angaben und Termine ohne Gewähr. Aufgrund von Terminverschiebungen auf Herstellerseite kann es zu außerplanmäßigen Änderungen kommen.

Bild des Monats



Mit den „Porno"-Abmahnungen der Regensburger Kanzlei Urmann und Collegen (U+C) werden erstmals Nutzer vom Streaming-Angeboten rechtlich belangt.

Worte des Monats

„Das war der größte Fehler, den ich jemals gemacht habe."

Steve Ballmer über Windows Vista

Rossis Restekiste

Facebook T-Shirt

T-Shirts trägt jeder. Bedruckte T-Shirts sind, egal welcher Aufdruck, inzwischen so originell wie Blondinenwitze. Eigentlich zu peinlich, um sich damit in die Öffentlichkeit zu wagen. Einen Hauch weniger peinlich wurde es, als die ersten, animierten T-Shirts auf den Marlt kamen. Der Tiefpunkt dieser Peinlichkeit dürfte dann wohl das animierte Facebook-T-Shirt sein. Nun kann man seinen „Likes" nicht nur virtuell, sondern auch im richtigen Leben hinterherhecheln. Das Shirt registriert den Druck auf den Button und setzt den Zähler dementsprechend hoch. Wer also einsam ist und gerne wieder angefasst werden möchte – hier ist die Lösung. Allerdings sollte man darauf achten, wer das Facebook-Shirt trägt. Zwischen einem harmlosen Gag und – juristisch relevanter – sexueller Belästigung liegt oft nur ein ganz schmaler Grat. www.amazon.de



EDLE BOOKAZINES im Premium-Format

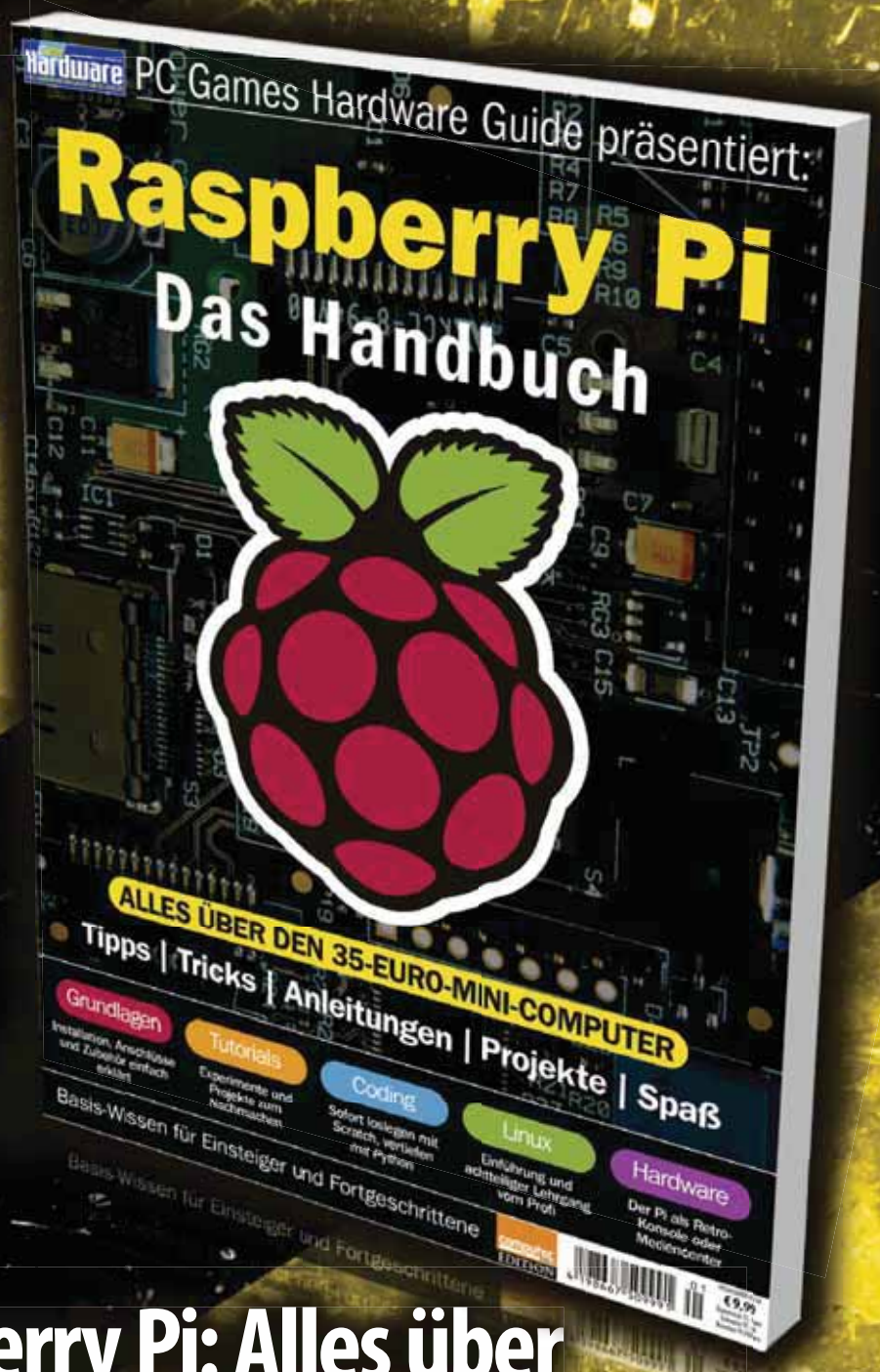
25 JAHRE computec MEDIA

computec MEDIA EDITION

DAS MINI-MULTITALENT
Der Raspberry Pi als Retro-Spielekonsole oder Mediencenter

GRUNDLAGEN & TURORIALS
Installation, Experimente und Projekte zum Nachmachen

MIT LINUX PROGRAMMIEREN
Linux-Einführung und achtteiliger Lehrgang + Scratch & Python



auf 164 Seiten!

Mit Smartphone fotografieren und hinsurfen!

Raspberry Pi: Alles über den 35-Euro-Mini-Computer

Raspberry Pi ist jetzt überall am Kiosk erhältlich oder einfach online bestellen unter: shop.computec.de/edition

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

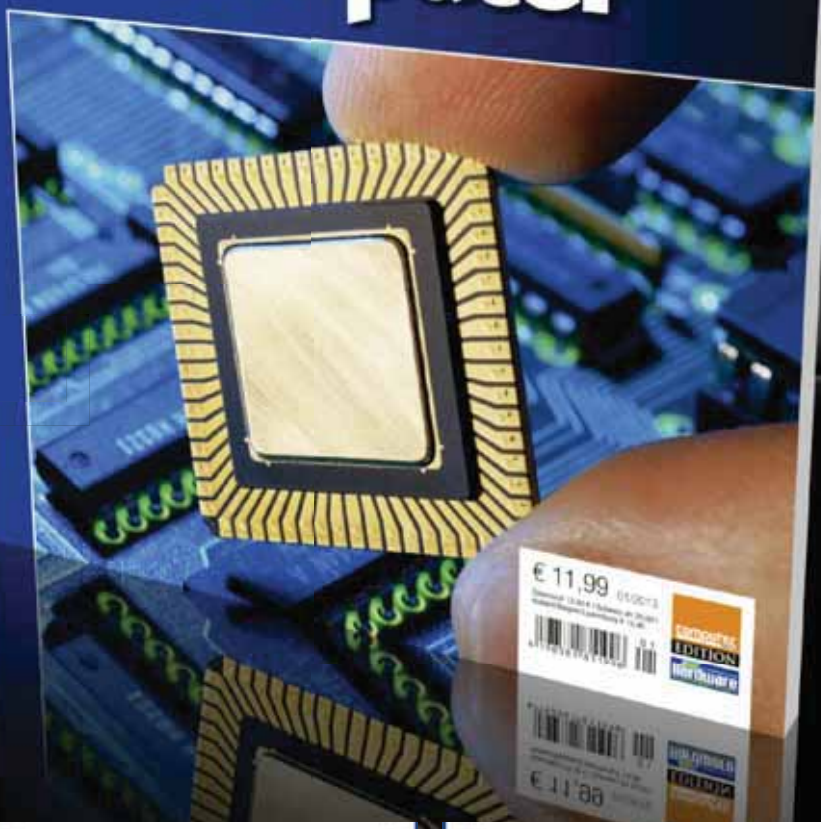
computec MEDIA
EDITION

WISSEN & HINTERGRÜNDE • VIELE INFOGRAFIKEN • ILLUSTRATIONEN • FÜR EINSTEIGER & PROFIS

164 Seiten Wissen

PC Games Hardware Wissen

So funktioniert Ihr Computer



NUR 11,99 EURO

PROZESSOREN
GRAFIKKARTEN
MAINBOARD
INFRASTRUKTUR
PERIPHERIE
WINDOWS



Jetzt einfach bestellen unter: www.pcgh.de/wissen

Auch für Android- und iOS-Geräte bei iKiosk erhältlich