



Stromspar-PC für Spieler

Geld sparen, Stromfresser meiden!

Großes Praxis-Special

Grafikkarten, CPUs, Mainboards im Test **PLUS:** Preis-Leistungs-Tipps dank Übertakten ▶ Ab S. 22

Grafikkarten 2012/2013: GTX 670, 690 und GK110

Nvidia: Tests der neuen Geforce-Generation mit 28-nm-Technik. Plus: Ausblick auf 2013 – was kann der GK110-Chip? ▶ Ab S. 40

CPU-Legenden heute: E6600 und Q6600 im Test

6 Jahre nach Release: Was leisten die Hardware-Legenden Core 2 Duo und Core 2 Quad heute? PCGH macht den Test. ▶ Ab S. 80

PC der Zukunft schon heute

Alles über Thunderbolt, PCI-E 3.0, 4 GiB VRAM, und mehr!

▶ Ab Seite 10



33 Gehäuse-Tipps

Hardware perfekt eingebaut: So optimieren Sie Kühlung & Lautstärke ▶ S. 92



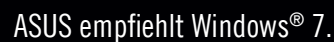
Experiment: PC überhitzen ▶ S. 90



Spielegrafik

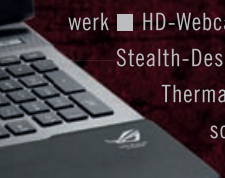
Wie hat sich die Bildqualität in Spielen in den letzten Jahren verändert? ▶ S. 62





ASUS empfiehlt

Notebooks und setzt so radikal neue Maßstäbe wie kein zweites. Es ist eine der konsequentesten Gaming-Maschinen aller Zeiten und es ist die ultimative Waffe, mit der du jede Herausforderung für dich entscheidest. Ausgestattet mit den leistungsfähigsten Komponenten verbindet das G75 überwältigende Performance mit der Flexibilität eines Notebooks, das alles kann, was kompromissloses Gaming braucht. Dank hocheffizienten Dual-Lüftern mit speziellen Staubfiltern, dem perfekt aufs Gaming ausgelegten ergonomischen Design und dem überlegenen Zusammenspiel von brandneuem Intel® Core™ i7 Prozessor, original Windows® 7 Home Premium, NVIDIA® Grafik, großem Arbeitsspeicher und schneller SSD läuft bei höchster Belastung extrem stabil. Du glaubst, jede Schlacht geschlagen? Hör auf zu glauben und kämpfe!



werk ■ HD-Webcam **ÜBERLEGEN:** ■ ROG
Stealth-Design ■ Hocheffektives
Thermaldesign mit staubge-
schützten Dual-Lüftern ■
Ergonomisches Metall
Keyboard mit gaming-
optimiertem Layout ■
Großes Multitouch-Touchpad ■ Sonic-
Master™ 2.1 Soundsystem ■ 4x USB 3.0
■ 3D-Brille im Lieferumfang



REPUBLIC OF GAMERS



Auftakt: 140 Editorials, Hardwarefresser, Lesetipp



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

Editorial Nummer 141: 140 Ausgaben mit Editorials, das ist eine Menge Holz. Anlass genug, die Startseite zu modifizieren und aus der One-Man-Show eine Teamveranstaltung zu machen. Ab sofort finden Sie hier jeden Monat die Redakteure, Layouter und freien Mitarbeiter von PC Games Hardware und woran die Kollegen im Laufe einer Produktion so alles arbeiten. Bitte schicken Sie mir Ihre Meinung zum überarbeiteten Editorial an tb@pcgh.de!

Hardwarefresser: In der letzten Ausgabe referierte ich noch darüber, dass das Jahr 2012 aus Hardware-Sicht ein „Superjahr“ wird. Doch das allein reicht nicht. Jetzt müssen auch die Spieleentwickler endlich den Mut aufbringen, Hardware-Komponenten auszureizen – am besten über ein cleveres Level-of-Detail-System. So wäre *Max Payne 3* PC ist ein Kandidat dafür, schnelle PCs zu fordern – leider kam das Spiel zu spät für diese Ausgabe. Aber es braucht noch mehr solcher Titel. Nur gut, dass der *Battlefield 3*-Entwickler Dice weiterdenkt. 2013 kommen die ersten Frostbite-Spiele, die ein 64-Bit-Betriebssystem erfordern. Vielleicht sehen wir in naher Zukunft dann hübschere PC-Spiele. Zu hoffen wäre es.

Aufrüsten oder neu bauen – die Gretchenfrage: Neue Komponenten locken mit höherer Leistung bei niedrigerer Leistungsaufnahme. Vor dem Kauf gilt es abzuwägen: Lohnt es sich, den alten PC aufzurüsten oder soll man gleich ein neues System kaufen oder bauen? Im neuen PCGH-Sonderheft 01/2012 (seit 30.5. im Handel) beantworten wir diese wichtige Frage. Es gibt nicht nur viele Beispiel-Konfigurationen und Benchmark-Analysen, das Sonderheft bietet darüber hinaus viele Anleitungen, wie Sie Ihren neuen PC zusammenbauen – einsteigergerichtet, aber auch mit nützlichen Tipps für Fortgeschrittene. Mit unseren Overclocking-Empfehlungen holen Sie zudem mehr Leistung aus Ihrer neuen Hardware heraus. Mehr Infos finden Sie unter www.pcgh.de/go/sohe.

facebook

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



Jetzt neu
am Kiosk!

Thilo Bayer

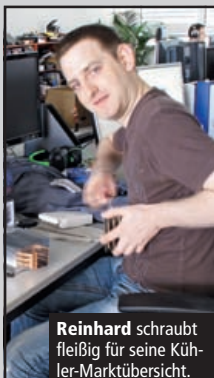
Bild: [e]M – www.editorial247.com



Raff freut sich über den Mega-Test der GTX 690 und GTX 670.



Marco gibt in dieser Ausgabe wertvolle Aufrüsttipps für Netzteile.



Reinhard schraubt fleißig für seine Kühler-Marktübersicht.



Daniel ist auf der Suche nach günstigen Platinen.



Die Redaktion im Mai 2012

+++ **Carsten** ist auf der Entwicklerrunde GTC und bringt spannende Infos zum Nvidia GK110 mit +++ **Marc** arbeitet an Hardware-Legenden Teil 2 und schaut sich E6600 und Q6600 aus heutiger Sicht an +++ **Daniel, Raff und Carsten** schrauben am PC der Zukunft – schon heute +++ **Reinhard und Stephan** übertakten preiswerte Hardware +++ **Marc** lässt sich von AMD den Trinity-Chip erklären

Heftinhalt

10

PC der Zukunft

Aufrüsten überflüssig: Wir zeigen den PC der Zukunft schon heute, denn mit diesen Komponenten eignet sich Ihr Rechner auch Jahre später noch für aktuelle Spiele sowie Anwendungen und unterstützt alle wichtigen Standards. Themen sind unter anderem Thunderbolt gegen USB 3.0 und (E-)SATA 6Gb/s sowie PCI Express 3.0 und Grafikkarten mit bis zu 4 GiByte Videospeicher.



SPECIALS

Praxis: Der PC der Zukunft	10
Auch in Jahren noch aktuell	
Praxis: High-End für Schotten	22
OC-Komponenten mit Aussicht auf High-End-Leistung	
Praxis: Energie-Effizienz	28
Verbrauch und Leistung von Hardware im Überblick	

GRAFIKKARTEN

Startseite	38
PCGH-Leistungsindex Single-GPUs	
Test: Geforce GTX 670 und GTX 690	40
Info: Nvidia GK110	51
Was wird Nvidias Kepler-Vollausbau bringen und was ist für Spieler relevant?	
Test: GTX 600 gegen HD 7000	54
13 neue Grafikkarten mit GTX 670/680 und HD 7970/7950/7870 im Test	
Info: Retro: 3D-Spielegrafik	62
3D-Grafik in den Anfangsjahren: Das erste Jahrzehnt bis Direct X 9	

PROZESSOREN

Startseite	66
PCGH-Leistungsindex Prozessoren	
Test: CPU-Kühler	70
Acht neue Luftkühler im Vergleichstest	

Praxis: Ivy Bridge im Alltag	76
Ladezeiten, Blu-ray, Spiele, Quicksync, Mainboard-Kompatibilität und vieles mehr	
Info: Core 2 Quad Q6600 & Duo E6600	84
Hardware-Legenden heute	

INFRASTRUKTUR

Startseite	84
Alienwares neues Gaming-Notebook im Test	
Test: Günstige Mainboards für Ivy Bridge...	86
Sockel-1155-Boards für weniger als 100 Euro	
Praxis: Hardware heiß gespielt	90
PCGH experimentiert: Wir bringen Prozessor und Grafikkarte zum Kochen	
Praxis: 33 Gehäuse-Tipps	92
33 Praxis-Tipps für praktische, leise und individuelle Gehäuse	
Test: AMDs mobile Comal-Plattform	98
Test: Netzteile	102
Leistungsfähige Netzteile von 500 bis 650 Watt zu fairen Preisen	
Praxis: Austausch Netzteil	106
PCGH rüstet auf: So wechseln Sie das Netzteil problemlos	

PERIPHERIE

Startseite	108
Neue Soundlösungen im Test	
Test: NAS	110
Die neue NAS-Generation im Test	

SPIELE & SOFTWARE

Startseite	114
Test: Diablo 3	
Praxis: Diablo 3	116
Diablo 3 im Hardware-Check: CPU- und GPU-Benchmarks sowie Optik-Tuning	
Info: Kopierschutz erklärt	120
Eine Übersicht zur Rechtslage bei technischen Schutzmaßnahmen. Was ist zu beachten?	
Info: Prototype 2	126
Technik-Fakten zur PC-Version des Action-Spektakels mit Open-World-Setting	

EINKAUFSFÜHRER

Info: Sparen beim Prozessoren-Kauf	128
Durch bedachte Auswahl beim CPU-Kauf Geld sparen	
Grafikkarten	132
Prozessoren & Kühler	134
Mainboards & RAM	136
LCDs, Eingabe & Sound	137
SSDs & Festplatten	138
Gehäuse, Lüfter & Netzteile	140

SERVICE

Editorial	3
Inhalt DVD	6
PCGH-PC	68
Abo	135, 139, 141
Lesereinsendungen	130
Teamseite & Impressum	144
Die letzte Seite	146

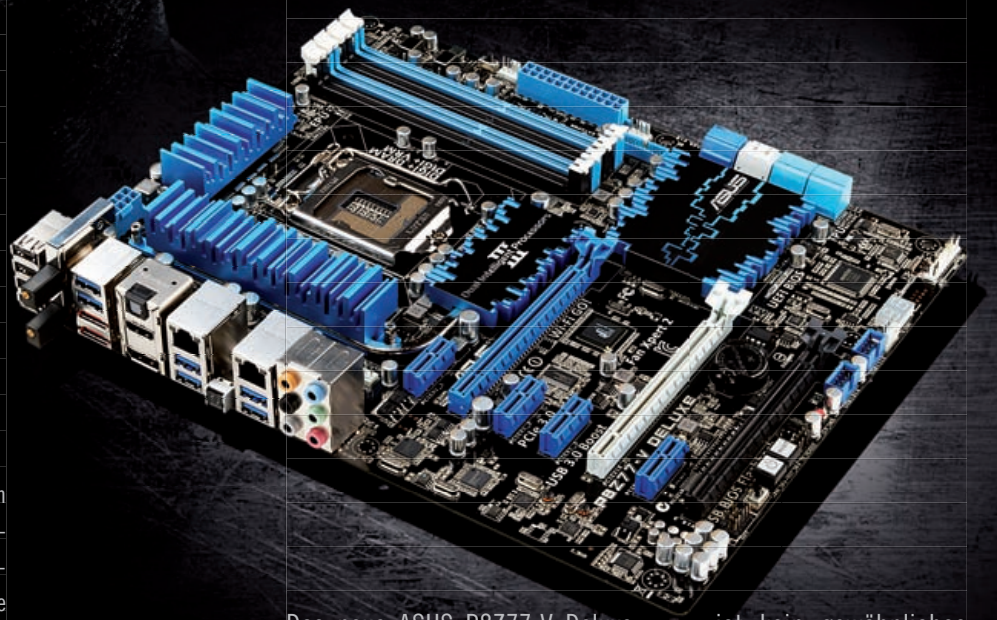
PIMP YOUR PERFORMANCE



DAS NEUE ASUS P8Z77-V DELUXE MAINBOARD:

■ Intel® Core™ i7-Prozessor der dritten Generation für den LGA1155-Sockel ■ Intel® Z77-Express-Chipsatz ■ Dual Intelligent Processors 3-Technologie für gesteigerte Performance ■ Digitale Spannungskontrolle mit SMART DIGI+ ■ Fan Xpert 2-Lüftersteuerung ■ ASUS Wi-Fi Go! für DLNA-Streaming und PC-Remote-Funktionen ■ Network iControl ■ Multi-GPU-Unterstützung: SLI™/CrossFireX™/LucidLogix Virtu MVP ■ UEFI BIOS & USB BIOS Flashback ■ PCI Express 3.0, USB 3.0 Boost, Bluetooth™ 4.0

WWW.ASUS.DE/MOTHERBOARDS



Der Antrieb für neue Höchstleistungen

Das neue ASUS P8Z77-V Deluxe ist kein gewöhnliches Mainboard, es ist eine High-End-Steuerzentrale, die jeden PC zu Höchstleistungen treibt. Basierend auf dem aktuellsten Intel® Z77-Chipsatz und angefeuert von der revolutionären Dual Intelligent Processors 3-Technologie mit SMART DIGI+ Power Control startet das Deluxe mit Höchstgeschwindigkeit in eine neue Mainboard-Generation. Hochpräzise Spannungseinstellungen für CPU, iGPU und DRAM sind ab sofort so einfach wie nie, das System lässt sich auf Knopfdruck übertakten und arbeitet gleichzeitig mit höchster Energieeffizienz und Stabilität. Mit ASUS Wi-Fi GO! kann der PC unkompliziert für DLNA-Streaming ins Heimnetzwerk integriert werden – inklusive der Möglichkeit, auf Desktop-Inhalte via Tablet oder Smartphone zuzugreifen oder den Rechner komplett fernzusteuern. Und mit Fan Xpert 2 erwartest dich schließlich die flexibelste Mainboard-Lüftersteuerung aller Zeiten.

ASUS®

Inhalt der Heft-DVD

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



Die DVD im Überblick

VOLLVERSIONEN UND SPECIALS

PCGH-PDF-Heftarchiv (2000 bis 2011)	Seite 1 und 2
PCGH-Testdatenbank 1.5: Jetzt mit SSDs	Seite 1
Special: Ivy Bridge	Seite 1
TuneUp Utilities 2012 (120-Tage-Testversion)	Seite 1

REDAKTIONSVIDEOS

Redakteur im Kreuzfeuer mit Andreas Link	Seite 1
Geforce GTX 670 und 690 im Test	Seite 1
CPU-Overclocking (Low-Budget-OC)	Seite 1
Praxistest Energieeffizienz	Seite 1
Der PC der Zukunft	Seite 1

Das DVD-Symbol im Heft

Viele Heftartikel werden durch Bonusmaterial auf der DVD ergänzt, darunter Fotos, Tools, Videos oder passende Artikel im PDF-Format. Auf solche DVD-Inhalte weist Sie stets dieses Symbol hin.



Special: Geforce GTX 670 & 690

Neue Grafikkarten von Nvidia beschäftigen uns auch in dieser Ausgabe – diesmal im Heft: Geforce GTX 670 und 690. Im Special auf der Heft-DVD finden Sie Bilder zahlreicher neuer Karten sowie zwei Videos. Die beiden Filme zeigen die Geforce GTX 670 und die 690 im Praxistest.

- Titel: Geforce GTX 670 & 690
- Art: Special
- Inhalt: 2 Videos (ca. 13 min) & 28 Bilder

PCGH-PDF-Heft-Archiv

Stöbern Sie in 135 alten PC-Games-Hardware-Ausgaben und lesen Sie nach, wie PCGH vor rund 12 Jahren berichtet hat. Auf der DVD (Seite 1 und 2) finden Sie die Ausgaben 11/2000 (plus Nullnummer) bis 12/2011 jeweils als PDF-Datei vor.

- Titel: Heft-Archiv
- Art: PCGH-Ausgaben als PDF
- Größe: Ca. 5 GiByte



Feedback im PCGH-Forum

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

■ www.pcgh.de/code/28H7



PCGH-Top-Videos



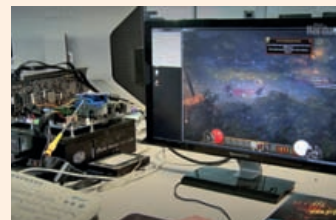
Redakteur im Kreuzfeuer: Andreas Link muss auf die Fragen der Leser antworten.



Effizienz: PCGH testet, welcher Prozessor effizienter arbeitet und weniger Energie aufnimmt.



Geforce GTX 670: Raffael Vötter stellt die neuen Grafikkarten auf Basis des GTX-670-Chips vor.



PCGH experimentiert: Frank Stöwer testet, ob man auch ohne Kühlung spielen kann.



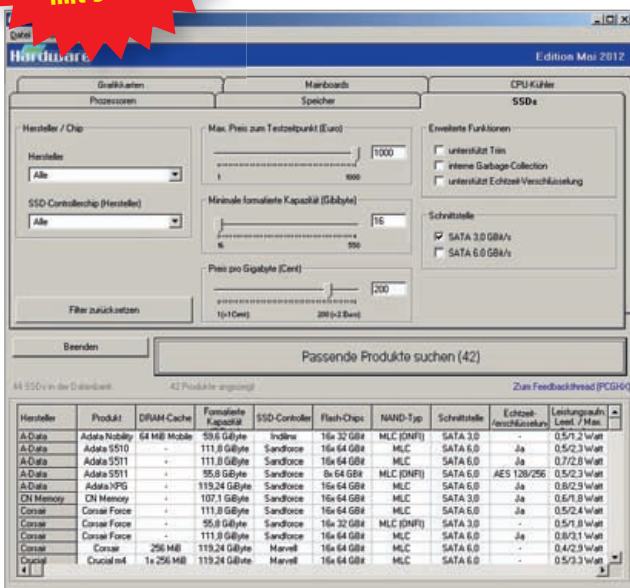
PCGH-Testdatenbank

Das Tool soll Ihnen helfen, schnell einen Überblick über die für Sie optimal geeignete Hardware zu erhalten. Sie müssen lediglich einige Parameter vorgeben und erhalten dann eine gefilterte Liste passender Produkte – enthalten sind alle wichtigen Komponenten der vergangenen Jahre. Die neue Version gibt Ihnen Zugriff auf die aktuellen Testergebnisse von Grafikkarten, Mainboards, Prozessoren, CPU-Kühlern und DDR3-RAM.

Neu in Version 1.5 sind 42 SSD-Tests. Sie können die Testergebnisse nach Preis, Kapazität, Schnittstelle und vielem mehr filtern. Wie bei den anderen Kategorien enthält jedes Produkt auch einen direkten Link in den PCGH-Preisvergleich.

- Titel: PCGH-Testdatenbank 1.5
- Art: Datenbank für Testergebnisse
- Umfang: Rund 370 Produkte

NEU
Jetzt zusätzlich
mit SSDs!



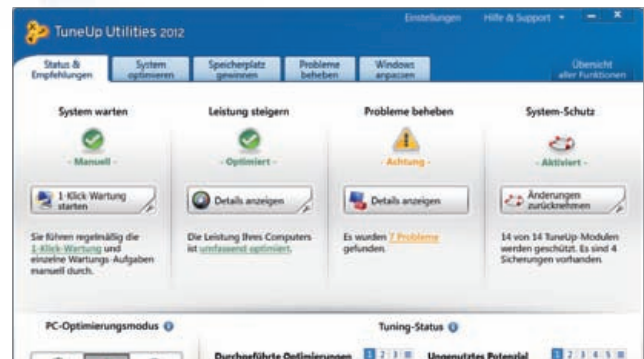
Sie suchen eine neue Grafikkarte, ein Mainboard, einen Prozessor, einen CPU-Kühler, DDR3-RAM oder eine SSD? Dabei hilft die Testdatenbank und zeigt die passenden Modelle.



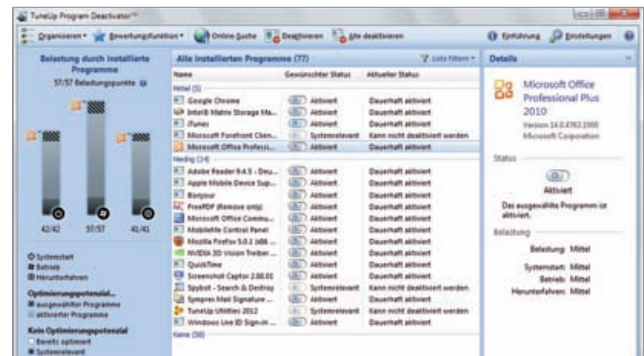
TuneUp Utilities 2012

Testen Sie 120 Tage die neue und sehr beliebte System-Tuning-Software TuneUp Utilities 2012. Das Programm soll unter anderem die Leistung des Systems erhöhen und zudem auch die Energieeffizienz verbessern. TuneUp verspricht, bis 50 Prozent Performance eines belasteten PCs zurückzugewinnen. Notebook-Anwender sollten den TuneUp-Economy-Modus anschauen.

- Titel: TuneUp Utilities 2012
- Art: System-Tuning-Software
- Testzeitraum: 120 Tage ab Installation



Im Startmenü von TuneUp Utilities 2012 haben Sie Zugriff auf alle wichtigen Tuning-Maßnahmen. Der Menüpunkt „Übersicht aller Funktionen“ bringt Sie in eine Listenansicht.



Die meisten Windows-Systeme werden durch automatisch mitstartende Software ausgebremst. TuneUp Utilities 2012 hilft Ihnen, die Programme zu erkennen und zu deaktivieren.



GeForce GTX 690: Nvidias Leistungsmonster muss zeigen, was es tatsächlich kann.



Gigabyte EOC 2012: PCGH hat den Overclocking-Wettbewerb mit der Kamera begleitet.



Overclocking: Kann man durch Übertakten die Leistung einer teuren CPU erreichen?



PC der Zukunft: Daniel Möllendorf und Raffael Vötter bauen einen zukunftssicheren PC.

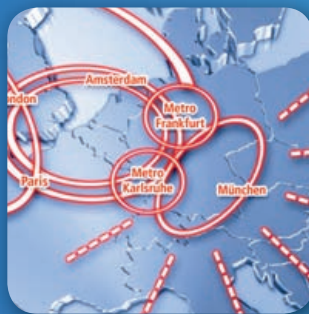
UNLIMITED

UNENDLICHE MÖGLICHKEIT



MAXIMALE SICHERHEIT

- Georedundanter Betrieb – parallel in räumlich getrennten Hochleistungs-Rechenzentren in Deutschland
- Maximale Verfügbarkeit



MODERNSTE TECHNIK

- Über 275 Gbit/s Außenanbindung
- 9.000 TeraByte monatliches Transfervolumen
- Perfekte Entwicklungsumgebung
- Mehr als 70.000 Hightech-Server im Parallelbetrieb
- Hohe Innovationskraft durch 1.300 Entwickler bei 1&1



PERSÖNLICHER ANSPRECH-PARTNER!

KOSTENLOSER PLATIN-SERVICE

- Profi-Hotline mit persönlichem Ansprechpartner, über kostenlose 0800-Nummer jeden Tag und rund um die Uhr erreichbar



UNLIMITED!

EN FÜR IHRE PROFI-WEBSITE!

- **UNLIMITED** Webspace
- **UNLIMITED** Traffic
- **UNLIMITED** E-Mail Postfächer
- **UNLIMITED** FTP-Zugänge
- **UNLIMITED** MySQL-Datenbanken (je 1 GB)
- **UNLIMITED** Click&Build Applications
- **UNLIMITED** Subdomains
- 12 Inklusiv-Domains
- PHP, Zend Framework, Perl, Python, Ruby, SSI, Versionsmanagement (git)
- NetObjects Fusion® 1&1 Edition oder Adobe Dreamweaver® CS4
- **NEU:** Facebook Credits in Höhe von 30,- €
- **24/7 Platin-Service**

**1&1 DUAL UNLIMITED
6 MONATE FÜR**

0,- €/Monat, danach
29,99 €/Monat*

**.DE
DOMAIN**

1 JAHR NUR

0,29 €/Monat*

Keine Einrichtungsgebühr!

Im 2. Jahr 0,49 €/Monat

**ANGEBOTE NUR
BIS 30.06.12**

Weitere Sparangebote
auf unserer Website.

1&1

**Jetzt informieren
und bestellen:**



0 26 02 / 96 91



0800 / 100 668

www.1und1.info



Auch in Jahren noch aktuell

Der PC der Zukunft

Aufrüsten überflüssig: Wir zeigen den PC der Zukunft schon heute, denn mit diesen Komponenten eignet sich Ihr Rechner auch in Jahren noch für aktuelle Spiele sowie Anwendungen und unterstützt alle wichtigen Standards.



Bonusmaterial



Heft-DVD: In unserem Praxistest-Video zeigen wir alle Komponenten des PCs der Zukunft.

Zukunftssichere Komponenten

Komponente	Produkt	Preis	Zukunftssicher, weil:
Prozessor	Core i7-3770K	310 €	Neueste Architektur, viel OC-Potenzial, 8 virtuelle Kerne dank SMT
Mainboard	MSI Z77A-GD80	250 €	Thunderbolt-Port, UEFI, USB 3.0, SATA 6Gb/s
CPU-Kühler	Thermalright Silver Arrow SB-E	60 €	Große Reserven bei der Kühlleistung
RAM	4 x 4 GiByte DDR3-1600	80 €	Mit insgesamt 16 GiByte ist der PC bereit für alle Aufgaben, die viel RAM brauchen.
Grafikkarte	MSI R7970 Lightning	500 €	Top-Leistung, DX11, PCI-Express 3.0, viel OC-Potenzial, hochwertige Spannungsversorgung
SSD	Samsung SSD 830 mit 128 GiByte	110 €	Unterstützung für SATA 6Gb/s
HDD	WD Caviar Black WD1502FAEX, 1,5 TByte	110 €	Hohe Kapazität, Unterstützung für SATA 6Gb/s
Optisches Laufwerk	LG BH10LS38	70 €	Liest und brennt Blu-ray-Discs
Netzteil	Enermax Platimax EPM600AWT	160 €	Sehr effizient (80 Plus Platin), fünf Jahre Herstellergarantie
Gehäuse	Corsair 550D	120 €	2 x Front-USB-3.0, effiziente Dämmung
Gesamtpreis		1.770,- €	

Peripherie und optionale Komponenten für den PC der Zukunft

Komponente	Produkt	Preis	Zukunftssicher, weil:
Maus	Roccat Kone+ New Revision	60 €	Moderner Sensor, zukunftsorientierte Software, neue Funktionen angekündigt (Roccat Talk)
Mauspad	Steelseries S&S	30 €	Geringe Abnutzung dank Hartplastik-Material
Tastatur	Razer Black Widow Ultimate	110 €	Langlebig dank mechanischer Tasten, Variationsmöglichkeit bei den Schaltern
Headset	Beyerdynamic MMX 300	280 €	Bester Klang, hervorragender Tragekomfort, tolle Verarbeitung
Soundkarte	Asus Xonar Essence ST + H6	180 €	Bringt den Top-Klang des MMX 300 oder einer guten Anlage erst richtig zur Geltung
SSD	Zwei weitere Samsung SSD 830 mit je 128 GB	220 €	Sicherheit dank RAID 5, Unterstützung für SATA 6Gb/s
Externe Festplatte	Elgato Thunderbolt SSD 120 GB	400 €	Extrem schnelle externe SSD dank Thunderbolt-Unterstützung

Spielekonsolen und Tablets Gehört die Zukunft? Von wegen: Auch in den nächsten Jahren wird der klassische PC für anspruchsvolle Anwendungen und Spiele die erste Wahl bleiben. Für unser aktuelles Projekt haben wir Komponenten zusammengestellt, die schon heute alle wichtigen Standards unterstützen, auch wenn diese erst in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle spielen werden. Unser Ziel lautet: Dieser PC soll sich auch ohne Aufrüstung in mehreren Jahren für alle Anforderungen eignen und dabei nicht unverhältnismäßig teuer sein.

Komponenten

Die Grundlage für einen zukunftstauglichen PC ist eine flotte CPU. Wir nutzen den aktuellen Core i7-3770K, der dank acht virtueller Kerne auch für kommende Anwendungen, die stark auf Multithreading optimiert sind, gerüstet ist. Ein Sockel-2011-System würde sich zwar für eine Sechskern-CPU eignen, ist aber relativ teuer. Zum Vergleich: Wer sich zum Beispiel

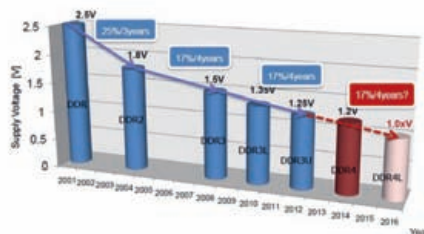
2009 einen Core i5-750 gekauft hat, obwohl dieser nicht das Topmodell war, ist auch heute noch für alle Aufgaben gerüstet. Zudem sind vorerst nur Sockel-1155-Mainboards mit Thunderbolt-Unterstützung verfügbar – mehr zu Thunderbolt finden Sie auf den nächsten Seiten. Da die Ivy-Bridge-CPU PCI-Express 3.0 unterstützt, kann die verwendete Radeon HD 7970 auf lange Sicht ihre volle Leistung ausspielen. Bei GeForce-6-Karten konnten wir hingegen keinen Vorteil durch PCIe 3.0 messen.

Da der PC mehrere Jahre stabil und effizient arbeiten soll, nutzen wir ein 80-Plus-Platin-Netzteil. Zudem haben wir uns gegen eine komplexe Wasserkühlung entschieden, weil diese langfristig gewartet werden muss – dabei soll der PC ohne Zutun des Nutzers zuverlässig arbeiten. Eine Kompaktwasserkühlung ist zwar wartungsfrei, aber nicht besser als eine High-End-Luftkühlung. Weitere Komponenten der Zukunft finden Sie auf ▶ den nächsten Seiten. (dm)

Weitere Zukunftstrends

DDR SDRAM Supply Voltage Trend

DDR4L of 1.0xV anticipated in 2016 if the supply voltage trend can be maintained.



JEDEC

Global Standards for the Microelectronics Industry

Mit DDR4 und Windows 8 folgen in den nächsten Jahren weitere Standards, die allerdings für unseren PC nicht erforderlich sind.

Die Hersteller Samsung und Micron haben bereits lauffähige DDR4-Module gefertigt. Finale Modelle sollen laut JEDEC-Spezifikation mit bis zu DDR4-2400 und gesenkter Spannung gegenüber DDR3-RAM (1,2 statt 1,5 Volt) laufen. Warum Ihnen das auf absehbare Zeit egal sein kann? Weil frühestens 2015 Desktop-CPUs verfügbar sind, die (teures) DDR4-RAM unterstützen. Für mehrere Jahre bleibt daher DDR3 Standard. Auch Windows 8 bietet nur wenige Verbesserungen für typische PC-Nutzer. Microsoft wird den Support für Windows 7 noch über absehbare Zeit aufrechterhalten.

LEPA 
Fan · Cooler · Power

Der Leopard, Panthera pardus, gehört zur Familie der Raubkatzen.

**Kraftvoll, dynamisch, angriffslustig und edel.
LEPA – Für Gamer mit Leidenschaft.**



G 1600
RELEASE THE BEAST
Gold-Effizienz / 1700W Spitze / Vollmodular

In Kürze verfügbar:

G 1000 / G 850 / G 750 / G 650

WWW.LEPATEK.DE/G1600

ALTERNATE

amazon.de

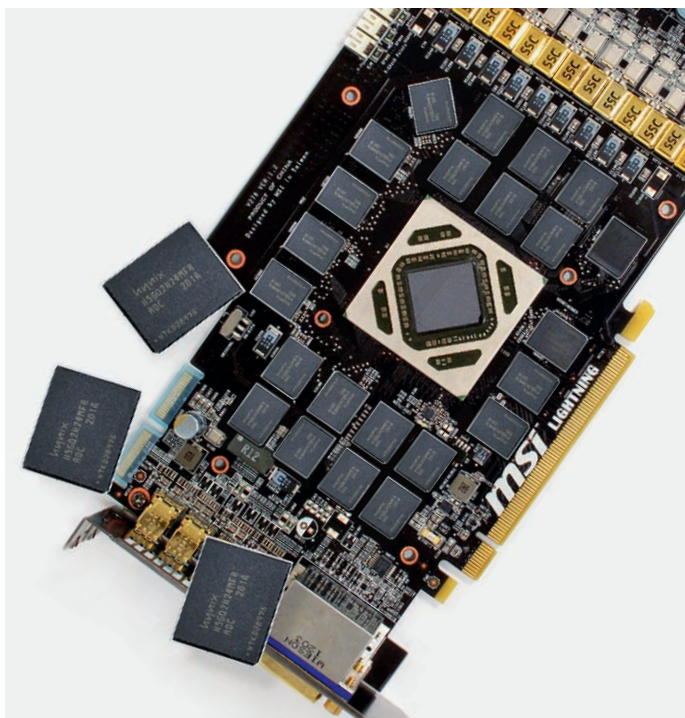
DiTech

Mindfactory



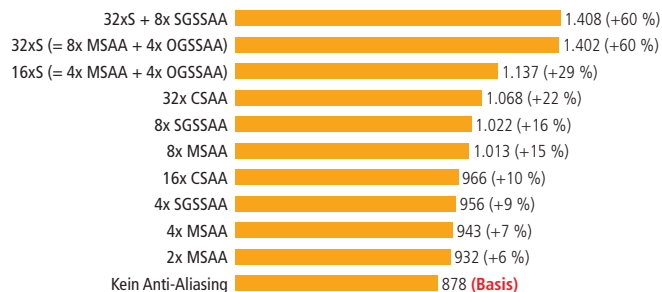
Speicher-Überfluss

Lohnen sich Grafikkarten mit 4 GiByte Videospeicher?



VRAM-Belegung: Anti-Aliasing ist teuer

HL2: Episode 2 + Cinematic Mod 11.05, 1.920 x 1.080, 16:1 HQ-AF – „Outlands“



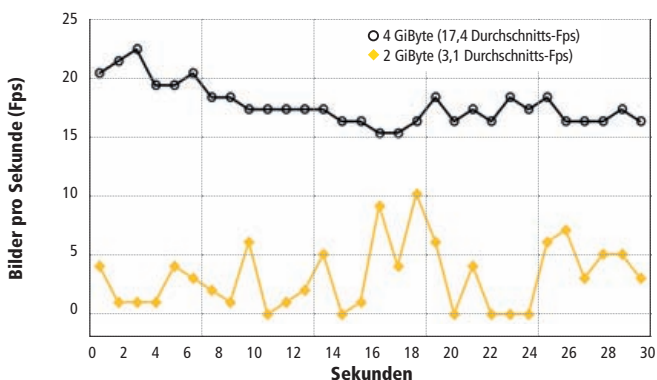
Bedingt spielbar von 25-40 Fps • Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, Palit GeForce GTX 680 Jetstream 4GB, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.24 – HQ-AF **Bemerkungen:** SSAA belegt grob dieselbe Speichermenge wie gleichstufiges MSAA. CSAA ist günstig zu haben.

MiByte
▲ Besser

Crysis Warhead mit PCGH Über-Config

2.560 x 1.600 mit 16xQ-AA/16:1 HQ-AF



System: GTX 680 2G/4G OC @ 1.245/3.500 MHz, i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2G DDR3-1600; Win 7 x64; GF 301.24 (HQ) **Bemerkungen:** In extremen Einstellungen kommt die 2-GiByte-Karte nicht aus dem Nachladen heraus. Speicherbelegung laut Tools: 2,7 GiByte. Mit nur 4x MSAA genügen 2 GiByte VRAM.

Speicher kostet derzeit nichts, also kauf ruhig die doppelte Menge! – über diesen Rat sind Sie womöglich schon einmal gestolpert. Je länger ein PC bei Ihnen im Einsatz ist, desto eher dürfen Sie ihm folgen. Aber lohnen sich Grafikkarten mit 4 GiByte Speicher schon jetzt oder handelt es sich um eine reine Zukunftsinvestition? PC Games Hardware überprüft den Status quo in üblichen und extremen Auflösungen.

Überblick: Speicherriesen

Ursprünglich wollten wir Ihnen an dieser Stelle nicht nur einen Vergleich der GeForce GTX 680 mit 2 und 4 GiByte Speicher präsentieren. Mit Sapphires Toxic Radeon HD 7970, erstmals auf der Cebit im März gezeigt, sollte schon im Frühjahr die erste 6-GiByte-Grafikkarte erscheinen. Das Debüt wurde laut Sapphire jedoch auf „nach der Computex“ (IT-Messe) verlegt und könnte stattfinden, während Sie diese Zeilen lesen. Natürlich werden wir uns die mutmaßlich schnellste Single-GPU-Grafikkarte bei Verfügbarkeit ansehen. Andere AMD-Partner halten sich mit VRAM-Experimenten zurück, HD-7870-Karten mit 4 GiByte Speicher lassen genauso auf sich warten wie HD-7900-Platinen mit nur 1,5 GiByte – obgleich einige PCBs bereits darauf vorbereitet sind.

Währenddessen beginnt das Wettrennen der Nvidia-Partner: Palit, Gainward und Zotac führen bereits GTX-680-Grafikkarten mit verdoppeltem VRAM (4 anstelle von 2 GiByte) und ein Modell von KFA² (Galaxy) ist im PCGH-Preisvergleich gelistet. Der Aufpreis für eine GTX 680/4G anstelle von 2G beträgt zwischen 80 und 100 Euro. Außerdem zeichnet sich ab, dass sowohl Evga als auch Zotac 4G-Versionen der GTX 670 planen.

VRAM-Test: Präludium

Das Jahr 2012 nähert sich seiner zweiten Hälfte und noch immer stellen Konsolen mit 2005er-Hardware den kleinsten gemeinsamen Nenner für plattformübergreifende Spieleprojekte. Angesichts der Speicher- und leistungsarmen Basis verwundert es wenig, dass derartige Spiele keine hohen Anforderun-

gen an einen modernen PC stellen. Immerhin zeichnet sich ein Trend ab: Kaum ein Entwickler kann es sich 2012 leisten, ein Konsolenspiel 1:1 auf den PC zu portieren – ein Direct-X-11-Pfad mit zusätzlichen Grafikeffekten gehört mittlerweile zum guten Ton. In einigen Fällen freuen sich PC-Spieler über feinere Texturen: Die sind nicht nur hübsch, sondern zählen auch zu den größten „Speicherfressern“ in Spielen – neben Kantenglättung und hohen Auflösungen.

Alle Informationen, welche für die unmittelbare Bildberechnung nötig sind, werden in den lokalen Speicher (VRAM) Ihrer Grafikkarte geladen. Ist dieser belegt, müssen die Daten umständlich durch den PCI-Express-Flaschenhals aus dem langsamen Hauptspeicher des Systems gepumpt werden. Da an diesem Punkt die Leistung dramatisch einbricht, gilt es, alle Daten auf der Grafikkarte zu halten.

Grafikmods, ahoi!

Vergangene Speichertests und deren ernüchternde Ergebnisse im Hinterkopf, greifen wir für diesen Test nach Möglichkeit auf Grafikmods zu (siehe rechts) und führen die Benchmarks nicht nur in der aktuellen Mainstream-Auflösung 1.920 x 1.080 durch, sondern auch in 2.560 x 1.600 und mit Downsampling. Um die Ergebnisse besser zu deuten, protokollieren wir währenddessen die Speicherbelegung (siehe Extrakasten) und geben sie in den Benchmarks an.

Die Krux mit dem Boost

Über die Kepler-Funktion GPU-Boost wissen treue PCGH-Leser Bescheid. Zwar ist dieser adaptive Turbo sinnvoll, er verhindert wegen seiner Varianz aber akkurate Pro-Takt-Vergleiche – vor allem dann, wenn die Testkarten verschiedene Kühler und BIOS-Versionen haben. Für den Vergleich der 2G- mit der 4G-Version einer GeForce GTX 680 mussten wir in die Trickkiste greifen: Beide Probanden, eine Palit GTX 680 Jetstream 4GB und eine Gainward GTX 680 2GB, laufen mit aufgezoogenem Power Target (TDP); manuell angelegener Baseclock und stark belüftet. Derart eingestellt halten die Karten ihren



Texturmods: Das Hauptargument für gut bestückte Grafikkarten

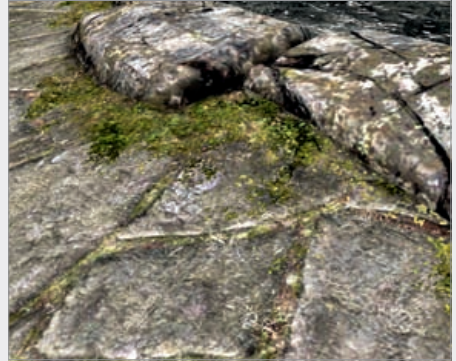
Crysis 2 mit Cryteks Hi-Res-Texturen



Crysis Warhead Original



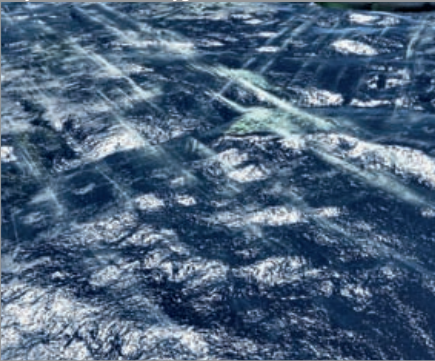
Skyrim mit Bethesdas Hi-Res-Texturen



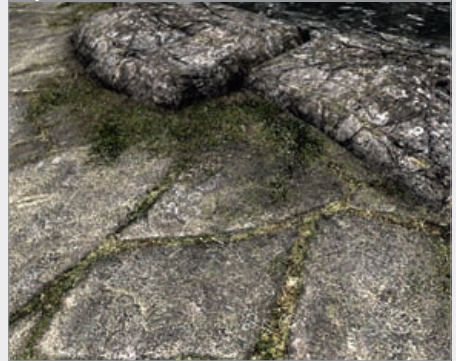
Crysis 2 mit Maldo-HD-Texturen 3.0



Crysis Warhead mit Rygel-Texturmod



Skyrim mit Realistic-Overhaul-Texturmod



Grafikmods erfreuen sich seit Jahren anhaltender Beliebtheit und sind ideal, um einen großen Grafikspeicher sinnvoll zu füllen. Meist stammen diese Aufwertungen von Fans, welche entweder spieleigenes Material verfeinern oder ganz neue Inhalte erschaffen. Beispiele für empfehlenswerte Texturmods sind das Maldo-HD-Paket für Crysis 2, die Rygel-Texturen für Crysis und Warhead sowie Realistic Overhaul für TES: Skyrim. Letzteres wurde zwar vom Entwickler Bethesda mit einem Hi-Res-Update versehen, kommt aber nicht im Ansatz an die hochdetaillierte Overhaul-Mod heran. Weitere Informationen und Download-Möglichkeiten zu den genannten Mods finden Sie auf www.pcgh.de.

Boost konstant auf 1.124 MHz; der Speicher arbeitet bei beiden Karten mit Referenztakt (3.004 MHz). Dennoch können wir nicht hundertprozentig ausschließen, dass während der Benchmarks kurzzeitig Taktsprünge auftraten.

Auswertung

Obwohl wir es mithilfe von Grafikmods (sofern vorhanden) und hohen AA-Modi darauf anlegten, ist das Fazit in der verbreiteten Full-HD-Auflösung eindeutig: 2 GiByte Speicher sind ausreichend. In 2.560 x 1.600 kann sich die 4G-Karte einzeln um zwei bis drei Prozent absetzen, für die Spielbarkeit hat das aber kaum Relevanz. Erst als wir es mithilfe wahnwitziger Pixelmengen in *Bad Company 2* und *Crysis* übertreiben, stoßen wir auf signifikante Unterschiede – aber nur im unspielbaren Bereich. Kurz: Die GPU-Leistung limitiert in der Regel, bevor der Speicher knapp wird. Daraus folgt: Lassen Sie die Finger von Speicherblendern wie einer GeForce GT 430 oder GTX 550 Ti mit 4 GiByte langsamem DDR3-RAM!

Was die Benchmarks nur bedingt wiedergeben, ist, dass sich speicherintensive Spiele auf der 4G-Grafikkarte schlicht und ergreifend „weicher“ anfühlen als auf der 2G-Version: Nachladeruckler treten nur selten auf, die Bildrate ist deutlich konstanter. Das gilt aber nur, wenn der Speicher gut gefüllt ist – also in 2.560 x 1.600 und höher. Der *Crysis*-Verlauf links zeigt einen konstruierten Extremfall dieser Art: Zwar stemmt eine GTX 680/2G spielbare Bildraten, das Nachlade-Stocken ist jedoch störender als bei der 4-GiByte-Schwester. (rv)

Fazit



GTX 680/670 mit 4 GiByte VRAM

Die Benchmarks (Folgende) sind eindeutig: In üblichen Einstellungen ist eine GTX 600 mit 2 GiB optimal bestückt. Erst in extremen Auflösungen spielt eine 4-GiB-Karte ihre Trümpfe aus – aber nur selten in spielbaren Gefilden. Wer seine Grafikkarte länger als ein Jahr nutzt, darf in 4 GiB investieren, allen anderen raten wir davon ab.

Speicherbelegung per Tool prüfen

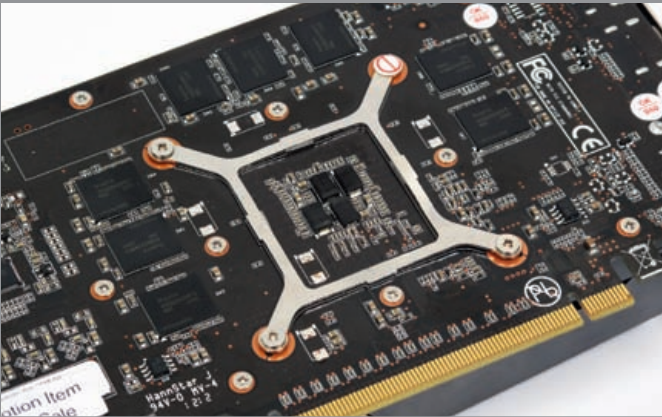
Sie möchten immer im Blick haben, wie viel Videospeicher gerade belegt ist? Kein Problem, mehrere Tools sind in der Lage, diese und weitere Informationen per On-Screen-Display anzuzeigen. Sowohl der MSI Afterburner als auch Evgas Precision-X-Tool verfügen über solche OSDs, bei denen Sie auch darüber bestimmen können, ob die GPU-Temperatur, die Kernspannung und die aktuelle Bildrate ausgegeben werden; auch die Skalierung der Schriftgröße wird angeboten. Die Anzeige der Speicherbefüllung wird fast in Echtzeit aktualisiert und erlaubt interessante Einblicke: Beim Laden eines Speicherstandes wird der VRAM befüllt, auch beim Erkunden einer Spielwelt kommen stetig Daten hinzu – das ist der Grund dafür, dass sich Speicherengpässe nicht immer gleich zeigen, sondern mitunter erst nach längerer Spielzeit.





Die ersten 4-GiByte-Grafikkarten

Palit-/Gainward-Platine mit 4 GiB: Weitere 8 x 256 MiB auf der Rückseite



Gainward GTX 680 Phantom 4GB (oben) und Palit GTX 680 Jetstream 4GB



Während Radeon-Karten mit 6 GiByte auf sich warten lassen, haben einige Nvidia-Partner bereits 4-GiB-Versionen der GeForce GTX 680 auf den Markt gebracht, darunter Palit, Gainward und Zotac. Von KFA² steht ebenfalls eine 4G-Version der GTX 680 EX OC in den Startlöchern, während Evga und Zotac auch die GTX 670 mit 4 GiB bestücken werden.

DX11-Spiele: Üppiger VRAM bedingt hilfreich

Battlefield 3: „Op. Swordbreaker“, Ultra, 1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,19 GiB)	48	54,0 (+0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,26 GiB)	48	53,9 (Basis)

Battlefield 3: „Op. Swordbreaker“, Ultra, 2.560 x 1.600, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,60 GiB)	30	35,3 (+0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,69 GiB)	30	35,3 (Basis)

Crysis 2 + Maldo 3.0: „Lebender Toter“, 1.920 x 1.080, Ingame-AA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,76 GiB)	46	51,6 (+2 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,77 GiB)	46	50,5 (Basis)

Crysis 2 + Maldo 3.0: „Lebender Toter“, 2.560 x 1.600, Ingame-AA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,96 GiB)	25	28,4 (+2 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,91 GiB)	24	27,9 (Basis)

Metro 2033: „Verfluchte Station“, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,30 GiB)	31	35,8 (+2 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,30 GiB)	29	35,2 (Basis)

Metro 2033: „Verfluchte Station“, 2.560 x 1.600, 4x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,83 GiB)	18	20,0 (+2 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,78 GiB)	16	19,6 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.24 – HQ-AF **Bemerkungen:** Wir machen es aufgrund der eindeutigen Ergebnisse kurz: Selbst als „Speicherfresser“ bekannte Spiele sind mit 2 GiByte bis 2.560 x 1.600 gut bedient.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

DX10 und DX9 mit Grafikmods

TES V: Skyrim + Real. Overhaul: „WeiBlauf“, 1.920 x 1.080, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,70 GiB)	88	95,5 (+1 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,72 GiB)	87	95,0 (Basis)

TES V: Skyrim + Real. Overhaul: „WeiBlauf“, 2.560 x 1.600, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 2,17 GiB)	56	66,1 (+0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,98 GiB)	56	66,0 (Basis)

HL2: EP2 + Cinematic Mod 11.05: „Outlands“, 1.920 x 1.080, 32xS-AA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,35 GiB)	47	62,9 (–1 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,36 GiB)	47	63,7 (Basis)

HL2: EP2 + Cinematic Mod 11.05: „Outlands“, 2.560 x 1.600, 32xS-AA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,93 GiB)	23	34,4 (+5 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,94 GiB)	22	32,7 (Basis)

Crysis WH + Über Config: „From Hell's Heart“, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,96 GiB)	23	28,8 (+1 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,81 GiB)	22	28,4 (Basis)

Crysis WH + Über Config: „From Hell's Heart“, 2.560 x 1.600, 4x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,90 GiB)	14	17,3 (+1 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,92 GiB)	14	17,1 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.24 – HQ-AF **Bemerkungen:** Zwar melden gängige VGA-Tools in einigen Einstellungen rund 2 GiByte belegten Speicher, dennoch kann sich die 4-GiByte-Version nicht absetzen.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

Downsampling per SSAA-Tool: Bad Company 2

DX11 – „Crack the sky“ – 1.920 x 1.080, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 0,78 GiB)	50	78,4 (–0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 0,76 GiB)	50	78,6 (Basis)

DX11 – „Crack the sky“ – 2.560 x 1.600, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,06 GiB)	27	43,6 (+0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,16 GiB)	27	43,6 (Basis)

DX11 – „Crack the sky“ – 5.120 x 3.200, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 2,78 GiB)	6	10,2 (+92 %)
GTX 680/2G (Belegung: 2,05 GiB)	0	5,3 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.24 – HQ-AF **Bemerkungen:** Solange 2 GiB VRAM ausreichen, hat die 4G-Karte messbar (minimal) das Nachsehen. Beim 16,4-Megapixel-Gaming ist der Vorteil deutlich, aber nutzlos.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

Downsampling im Spiel: Crysis

DX10 Very High – „Paradise Lost“ – 2.560 x 1.600, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,53 GiB)	28	31,1 (+0 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,63 GiB)	28	31,0 (Basis)

DX10 Very High – „Paradise Lost“ – 3.840 x 2.160, 4x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 1,83 GiB)	18	18,3 (+2 %)
GTX 680/2G (Belegung: 1,86 GiB)	17	17,9 (Basis)

DX10 Very High – „Paradise Lost“ – 3.840 x 2.160, 8x MSAA/16:1 AF

GTX 680/4G (Belegung: 2,64 GiB)	13	15,4 (+450 %)
GTX 680/2G (Belegung: 2,05 GiB)	1	2,8 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.24 – HQ-AF **Bemerkungen:** Bis 1600p genügen 2 GiB, ab der Downsampling-Auflösung 3.840 x 2.160 darf es etwas mehr sein. Die Karten wurden auf 1.267/3.500 MHz übertaktet.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

OUR DEFINITION OF

»SAULEISE«

DARK POWER PRO 10 

DARK ROCK 2 

SILENT WINGS® 2

Unsere High-End-Serien stellen stets das technisch Bestmögliche dar: extreme Performance und maximale Zuverlässigkeit bei minimaler Geräuschentwicklung. Denn das Ergebnis von 10 Jahren Produktkonzeption und -entwicklung in Deutschland ist, dass unsere Produkte nicht einfach nur »leise« sind, sondern wie wir hier in Deutschland sagen: »sauleise«.

Weitere leise Neuheiten von uns finden Sie auf bequiet.com oder auf facebook.com/bequietfans

Erhältlich bei: www.alternate.de · www.arlt.de · www.atelco.de · www.brack.ch · www.caseking.de
www.conrad.de · www.cyberport.de · www.digitec.ch · www.hoh.de · www.kmelektronik.de
www.mindfactory.de · www.reichelt.de · www.snogard.de

be quiet!®

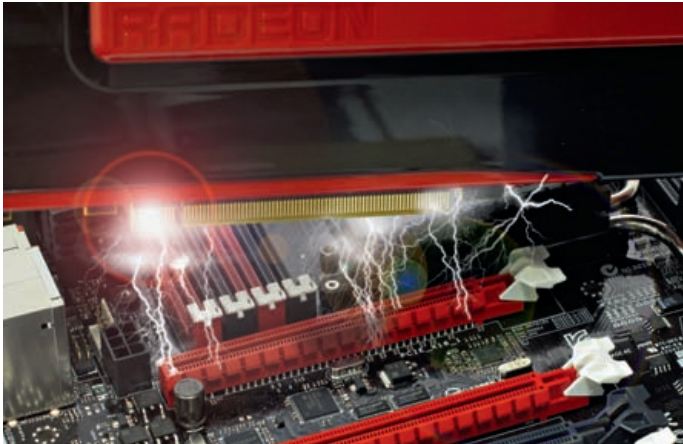
GERMAN EXPERTISE



PCI Express 3.0

Express³: Bringt's das?

PCI-Express 3.0 verdoppelt die nutzbare Übertragungsrate von und zur GPU – doch was bringt das heute und in Zukunft? PCGH hat getestet und sich in der Industrie umgehört.



PCI-E-3.0-Geschwindigkeit im Vergleich

1.680 x 1.050, max. Detail: 4x MSAA/16:1 AF (Spiel/Tr.) – „Jäger und Gejagte“

16 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	120	138,1 (Basis)
8 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	113	135,4 (-2 %)
4 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	108	123,4 (-11 %)

16 Lanes (MSI R7970 Lightning)	105	124,0 (Basis)
8 Lanes (MSI R7970 Lightning)	103	122,4 (-1 %)
4 Lanes (MSI R7970 Lightning)	89	104,8 (-15 %)

1.920 x 1.080, max. Detail: 4x MSAA/16:1 AF (Spiel/Tr.) – „Jäger und Gejagte“

16 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	114	133,7 (Basis)
8 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	109	130,7 (-2 %)
4 L. (KFA² GF GTX 680 EX OC)	97	115,4 (-14 %)

16 Lanes (MSI R7970 Lightning)	96	118,7 (Basis)
8 Lanes (MSI R7970 Lightning)	102	114,2 (-4 %)
4 Lanes (MSI R7970 Lightning)	83	100,8 (-15 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-3770K, MSI Z77A-GD80, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ-AF), Cat. 12.4a (HQ-AF) **Bemerkungen:** Eine Halbierung der Transferrate auf PCI-E-2.0-Niveau kostet kaum Leistung, erst bei nur vier Lanes sinken die Fps deutlich.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

Schnittstellen sind klassische Systembremsen, egal ob es sich dabei um Serielle Ports, USB 3.0 oder gar die derzeit schnellste in Privat-PCs verbreitete Schnittstelle PCI Express handelt. Daher werden die Standards regelmäßig entweder ersetzt oder durch neue Revisionen beschleunigt. Das primär für Grafikkarten genutzte PCI Express ist kürzlich in der dritten Generation angekommen und bietet nun eine Übertragungsrate von knapp einem Gigabyte pro Bahn und Sekunde. Hochgerechnet auf die üblichen 16 parallel genutzten Verbindungen bei Grafikkarten sind das pro Übertragungsrichtung, also CPU zur GPU oder GPU zur CPU, 15,7 GByte pro Sekunde. Brauchen Spieler diese Übertragungsrate oder genügt PCI-Express 2.0? Wir machen den Test.

PCI-E 3.0 im Test

Bereits in vergangenen Ausgaben der PC Games Hardware haben wir PCI-Express mit verschiedenen Spielen getestet. Ganz klar den größten Nutzen konnte die Radeon HD 7000 aus der erhöhten Transferrate ziehen – allerdings gab es diesen Zuwachs hauptsächlich, wenn mit Gewalt, sprich Textur- und Ini-Modifikation, der lokale Grafikspeicher zum Überlaufen gebracht wurde. Praktisch jedoch lagen die Gewinne im Bereich von 14 Prozent für die HD 7970 und niedrigen einstelligen Zahlen für die GeForce GTX 680.

Nr. 2, stehen maximal acht Lanes zur Verfügung, im untersten Steckplatz kommen vier Bahnen zum Einsatz – erstaunlicherweise ebenfalls mit PCI-E-3.0-Geschwindigkeit, wie die circa 3,8 GB/s Übertragungsgeschwindigkeit belegen. Die Geschwindigkeit mit acht 3.0-Lanes entspricht der Übertragungsrate, wie sie auch eine normale x16-Grafikkarte im herkömmlichen 2.0-Slot nutzen kann. Ausgehend von der in Vollbestückung erreichten Fps-Leistung verliert die Radeon prozentual etwas mehr Leistung als die GeForce – hier lohnt sich also am ehesten der neue Steckplatz. Relativiert wird das Ganze allerdings vom allgemein hohen Leistungsniveau der Karten.

PCI-E der Zukunft?

Auf der GTC-Messe konnten wir uns mit den Kepler-Architekten Jonah Alben und John Danskin unterhalten und ihre Meinung zur neuen Schnittstelle auch in Bezug zum GK110 einholen. Sie bestätigen im Grunde das, was unsere Messungen nahelegen: Geringe Leistungsvorteile in Spielen sind vorhanden, aber ein „Muss“ ist PCI-Express für Spieler nicht. Ganz anders dagegen sähe es im Compute-Bereich aus, so Alben. Hier erwartet man deutliche Steigerungen durch PCI-Express 3.0. In einigen theoretischen Tests konnten wir tatsächlich eine Verdopplung der Leistung bei Ra-



(cs)

PCI-Express-Lanes und -Generationen

	4 Lanes	8 Lanes	16 Lanes
Unidirektional (Übertragungsrate in eine Richtung)			
PCI-E 1.1	1.000 MByte/s	2.000 MByte/s	4.000 MByte/s
PCI-E 2.0	2.000 MByte/s	4.000 MByte/s	8.000 MByte/s
PCI-E 3.0	3.938 MByte/s	7.877 MByte/s	15.754 MByte/s
Bidirektional (Übertragungsrate in beide Richtungen zusammengerechnet)			
PCI-E 1.1	2.000 MByte/s	4.000 MByte/s	8.000 MByte/s
PCI-E 2.0	4.000 MByte/s	8.000 MByte/s	16.000 MByte/s
PCI-E 3.0	7.877 MByte/s	15.754 MByte/s	31.508 MByte/s

Für unseren PC der Zukunft haben wir die vorgestellte MSI R7970 Lightning sowie KFA² GeForce GTX 680 EX OC erneut vermessen – dieses Mal auf einem MSI Z77A-GD80 unter Verwendung der neuesten Treiber, dem Catalyst 12.4a sowie GeForce 301.42. Im theoretischen Bandbreitentest erreichte die Radeon – wie schon zuvor – eine rund doppelt so hohe Transferrate wie die GeForce. Nutzen wir PCI-E-Slot

Fazit



PCI-Express 3.0

Extra wegen der erhöhten Transferrate von und zur Grafikkarte aufzurüsten, ist für Spieler mit einem PCI-E-2.0-System nicht zwingend erforderlich, da die Fps-Zuwächse doch eher übersichtlich ausfallen. Sollte sich dies in absehbarer Zukunft ändern, werden passende Boards sicher bereits im Preis gesunken sein.

aqua
TUNING

www.aquatuning.com

Händleranfragen erwünscht!
Per E-Mail unter verkauf@aquatuning.de
oder per Fax an 05205 / 991 98-22

WATERCOOL
quality cooling equipment

Watercool HEATKILLER® GPU-X³ GTX 680

"LT Edition"



"Hole Edition"

Hochwertiges
Wasserkühlerduo
für NVIDIA GTX 680!

ab 86,99 EUR

HEATKILLER® GPU-X³ Core
Universell und Leistungsstark



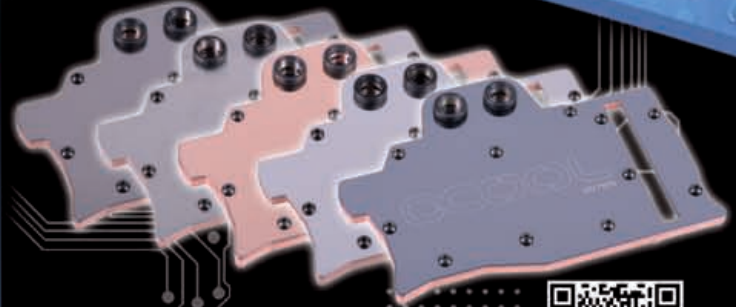
48,99 EUR

HEATKILLER® GPU Backplate GTX 680
Passende Backplate aus
poliertem Edelstahl



27,79 EUR

Alphacool NexXoS
ATXP ATI 7970/50 Serie



Erhältlich in:
- Edelstahl poliert - Schwarz
- Edelstahl poliert - Silber
- poliert - Kupfer
- Edelstahl gebürstet - Silber
- Edelstahl gebürstet - Schwarz

je 78,99 EUR



Passende Backplate aus
Stahl - pulverbeschichtet



16,99 EUR

ALPHACOOL
ALPHACOOL - THE COOLING COMPANY

ekwb

EKWB EK-FB KIT
EVGA X79 Classified
- Acetal+EN (Nickel)
- Acetal+Kupfer



ab 98,99 EUR

Auch in Kupfer erhältlich



Phobya

- G-Silent I2 - erhältlich in 700, 1200, 1600 und 2000rpm
- G-Silent I4 - erhältlich in 700, 1100, 1200 und 1600rpm
- G-Silent I8 - erhältlich in 700 und 900rpm (PWM)



G-Silent I4

G-Silent I2

je 7,99 EUR

je 7,49 EUR



G-Silent I8

je 12,99 EUR

Aquatuning GmbH - Beckheide 13 - 33689 Bielefeld - Germany
Bestellhotline: 05205 / 991 98-0, Mo. - Do. 9.00 Uhr - 18.30 Uhr,
Fr. 9.00 Uhr - 14.00 Uhr oder per Mail an info@aquatuning.de

viel mehr unter: www.aquatuning.com

Alle unsere Preise verstehen sich inkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer und Verpackungskosten zzgl. Versandkosten und ggf. Nachnahmegebühren.
Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten. Solange der Vorrat reicht. Copyright Aquatuning GmbH.

Thunderbolt gegen USB 3.0 und (E-)SATA 6Gb/s

Was bringen die aktuellen Schnittstellen heute und in der Zukunft?



Die Form des Thunderbolt-Anschlusses gleicht einem Mini-Display-Port, braucht aber andere Kabel. Im Hintergrund erkennbar: der Thunderbolt-Controller-Chip von Intel.



Für unseren Test haben wir ein externes Laufwerk von Elgato bei www.alternate.de bestellt und mit einer extrem schnellen SSD bestückt.



In den Steckern von Thunderbolt-Kabeln sitzen aktive Chips. Derzeit ist nur ein Zwei-Meter-Kabel von Apple für 50 Euro verfügbar. Das abgebildete Kabel von Elgato dürfte günstiger werden.

Die Schnittstelle der Zukunft heißt Thunderbolt; jedenfalls wenn es nach Intel geht. Der Chip-Hersteller präsentierte einen ersten Prototypen unter dem Namen Light Peak (etwa als „Lichtspitze“ übersetzbar) im Herbst 2009 und wollte damit bisherige Standards wie USB und Display Port ablösen. Schließlich eignet sich Thunderbolt sowohl zur Übertragung von Daten (etwa für externe Laufwerke) als auch für Video- und Audiosignale (für Displays) und ist selbst mit nur einem duplexfähigen 10-Gbit/s-Kanal pro Richtung derzeit theoretisch doppelt so schnell wie USB 3.0. Erst jetzt sind passende Mainboards verfügbar und diese sind wie Endgeräte noch ebenso selten wie teuer. In unserem Schnittstellen-Vergleich konzentrieren wir uns daher natürlich hauptsächlich auf den neuen Standard, zeigen aber auch, was USB 3.0 und SATA 6Gb/s momentan bieten und was Sie in Zukunft erwarten dürfen.

Thunderbolt heute ...

Wenn Sie dieses Heft in den Händen halten, sollten die ersten Mainboards mit Thunderbolt-Anschluss verfügbar sein; Details zu den Platinen finden Sie im Kasten oben rechts. Damit Thunderbolt funktioniert, ist ein zusätzlicher Controller nötig. Er ist über vier PCI-Express-2.0-Lanes mit dem Mainboard-Chip verbunden. Chipsätze mit integrierter Thunderbolt-Unterstützung sind auf absehbare Zeit nicht zu erwarten. Der bisher einzige Thunderbolt-Controller wird von Intel angeboten, er soll angeblich für die Hersteller noch sehr teuer sein. Dementsprechend hochpreisig sind die beiden bisher veröffentlichten Boards mit 250 Euro (MSI Z77A-GD80) beziehungsweise 390 Euro (Asus P8P77-V Premium). Es

sollen aber günstigere Boards mit anderen Sockeln folgen. Asrock und Gigabyte haben uns bestätigt, dass sie auf der Hardware-Messe Computex (6. bis 9. Juni) ebenfalls Mainboards mit Thunderbolt-Unterstützung vorstellen möchten.

Außerdem bieten bald weitere Hersteller Thunderbolt-Controller an, wodurch die Preise ebenfalls fallen dürften. Auch die passenden Kabel sind noch sehr teuer: Zum Redaktionsschluss bot lediglich Apple ein zwei Meter langes Thunderbolt-Kabel für satte 50 Euro an. Kein Wunder also, dass ein entsprechendes Kabel weder bei den Mainboards noch bei dem verwendeten Endgerät unterstützt wird.

Auch die Auswahl an Endgeräten ist gering: Es gibt das erwähnte Apple-Display sowie eine Handvoll externer Laufwerke. Dabei muss man unterscheiden zwischen Modellen, die mit einem zusätzlichen Stromkabel an die Steckdose angeschlossen werden, und Laufwerken, die per Thunderbolt-Anschluss mit Strom versorgt werden und daher mit einem einzelnen Kabel auskommen. Der Thunderbolt-Port stellt dann zehn Watt zur Verfügung. Da der Controller, der in einem externen Laufwerk mit Thunderbolt-Anschluss sitzt, ebenfalls relativ gierig ist, bleibt nicht mehr viel für die enthaltene SSD übrig. Bei Geräten, die mit einer Stromquelle verbunden sind, ist das hingegen natürlich kein Problem. Zudem bieten diese meistens zwei Anschlüsse. Weil Thunderbolt die Daisy-Chain-Technik unterstützt, können Sie auf diese Weise bis zu sechs Thunderbolt-Geräte (mit zwei Anschlüssen) und einen Monitor per Display Port verbinden – alles mit einem einzigen Port auf dem Board.

Intel stellt Thunderbolt vor

Auf dem Intel Developer Forum (IDF) zeigt Intel erstmals einen Thunderbolt-Prototypen in Aktion – damals noch unter dem Codenamen „Light Peak“ mit optischem Kabel. Intel kündigt an: Erste Light-Peak-Geräte sollen 2010 kommen.

Herbst 2009



Thunderbolt im Macbook

Als Erstes bieten Macbook-Pro-Modelle einen Thunderbolt-Anschluss. Zudem folgen von Apple die passenden Kabel und ein Display. Leider sind die Preise sehr hoch: Das günstigste Thunderbolt-Macbook (13 Zoll) kostet 1.150 Euro.

Frühjahr 2011



Erste Boards gesichtet

Im Januar präsentiert MSI das Sockel-1155-Mainboard Z77A-GD80 auf der Technik-Messe CES. Es sollte als erstes PC-Mainboard über einen Thunderbolt-Controller von Intel verfügen, der beim ausgestellten Vorab-Board aber noch fehlt.

Frühjahr 2012



Thunderbolt im PC ist da

Mit dem Asus P8Z77-V Premium (im Bild) und dem MSI Z77A-GD80 sind die ersten Boards mit Thunderbolt-Anschluss verfügbar. Beide haben den Sockel 1155 und sind relativ teuer. Boards mit anderen Sockeln oder günstigeren Preisen sollen folgen.

Sommer 2012





Für unseren Test haben wir eine externe Thunderbolt-SSD von dem Hersteller Elgato mit 120 GByte für 370 Euro bei www.alternate.de bestellt. Da uns die enthaltene SSD zu langsam war, haben wir sie gegen das sehr schnelle Kingston-Modell Hyper X SH100S3B/120G getauscht. Die Ergebnisse finden Sie im Benchmark rechts. Allerdings muss man hinzufügen, dass eine aktuelle SSD allein noch nicht reicht, um die tatsächliche Leistung von Thunderbolt abzubilden. Leider konnte uns bis Redaktionsschluss kein Hersteller eine RAID-Lösung zur Verfügung stellen.

... und in Zukunft

Die aktuellen Thunderbolt-Kabel basieren noch auf Kupfer-Technik und bieten eine maximale Länge von drei Metern. Es sollen allerdings optische Kabel folgen, die bis zu 50 Meter lang sein können. Damit ist jedoch keine Stromversorgung für externe Laufwerke möglich. Zudem sollen die nächsten Thunderbolt-Ausbaustufen deutlich höhere Übertragungsraten ermöglichen. Bei der ersten Präsentation sprach

Intel von bis zu 100 Gb/s statt der aktuellen 10 Gb/s.

USB 3.0: aktueller Stand

Da Intels-Mainboard-Chips der 7er-Reihe nativ vier USB 3.0-Ports unterstützen, bieten selbst die günstigsten Sockel-1155-Boards mit 7er-Chip USB 3.0. Fast immer werden die vier Anschlüsse in zwei externe und zwei interne Ports aufgeteilt. Zudem haben die meisten Gehäuse-Hersteller ihre neuen Modelle auf den internen USB-3.0-Stecker umgestellt. Wenn Sie jetzt ein neues Sockel-1155-Board und ein aktuelles Gehäuse kaufen, stehen Ihnen also Front-USB-3.0-Ports (erkennbar an der blauen Farbe) zur Verfügung. Mittlerweile sind USB-3.0-Sticks günstig geworden. Wir rechnen in der Zukunft mit weiteren Preissenkungen, bis USB-2.0-Stifte uninteressant werden. Doch Vorsicht: Viele günstige Sticks erreichen nur einen Bruchteil der USB-3.0-Geschwindigkeit.

SATA 6Gb/s

Der schnelle SATA-Standard wird von praktisch allen aktuellen ▶



Beim GUS II (Graphics Upgrade Solution II) von MSI handelt es sich um ein externes Gehäuse für Grafikkarten, das per Thunderbolt angeschlossen wird. Termin: ungewiss.

Theoretische Bandbreiten

	Theoretische Bandbreite in Megabyte	Theoretische Bandbreite in Megabit
Eine PCI-E-Lane	250 MByte/s	2.000 MBit/s
Eine PCI-E-2.0-Lane	500 MByte/s	4.000 MBit/s
Eine PCI-E-3.0-Lane	985 MByte/s	7.880 MBit/s
SATA 3Gb/s	375 MByte/s	3.000 MBit/s
SATA 6Gb/s	750 MByte/s	6.000 MBit/s
USB 2.0	60 MByte/s	480 MBit/s
USB 3.0	625 MByte/s	5.000 MBit/s
Thunderbolt	1.250 MByte/s	10.000 MBit/s

Parrot
AR.Drone 2.0



Fliegen und aufnehmen in HD

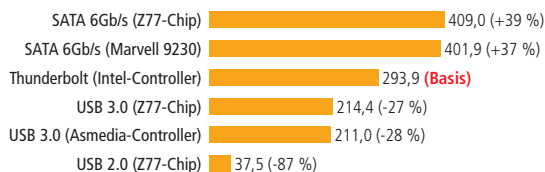
- Aufnehmen und Teilen der Flugenerlebnisse
- „Absolute Flight“, ein revolutionärer komplett intuitiver Flugmodus
- Überraschende Stabilität in jeder Höhe

ardrone.com

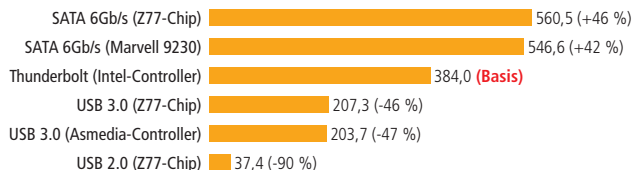


Thunderbolt, USB und SATA im Vergleich

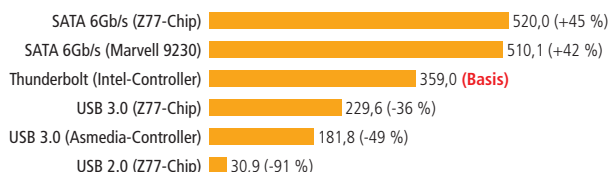
HD Tach (Burst Rate)



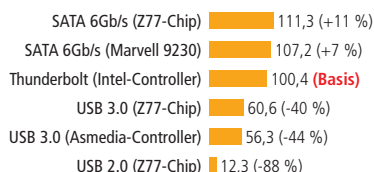
Atto Disk Benchmark Read



Atto Disk Benchmark Write

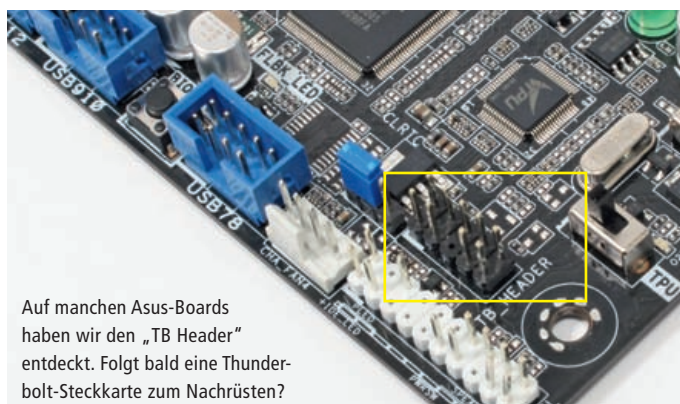


PCGH-Kopiertest, 10 GiByte in 50.000 Dateien



System: Kingston SSD Hyper X SH10053B/120G (SATA 6Gb/s), Core i5-3570K, Asus P8Z77-V Premium, 8 GiByte DDR3-1333-RAM, Radeon HD 7950; Windows 7 x64 SP1
Bemerkungen: Die Ergebnisse des Kopiertests entsprechen am meisten der Praxis.

MB/s
 ► Besser



Auf manchen Asus-Boards haben wir den „TB Header“ entdeckt. Folgt bald eine Thunderbolt-Steckkarte zum Nachrüsten?

Intel- und AMD-Chipsätzen unterstützt und ist daher auf aktuellen Boards stark verbreitet. Bei Platinen mit dem AMD-Sockel AM3+ nutzen viele Hersteller die sechs SATA-6Gb/s-Anschlüsse von der AMD-Southbridge, um einen davon als E-SATA-6Gb/s-Port umzusetzen. Bei Intel-Boards kommen meist Zusatz-Controller zum Einsatz, die oft nur 3GB/s-Geschwindigkeit bieten. Ein Problem von E-SATA: Im Gegensatz zu USB 3.0 und Thunderbolt wird den angeschlossenen Geräten keine Stromversorgung zur Verfügung gestellt. Manche Mainboard-Hersteller bieten daher individuelle Lösungen, bei denen Strom von der USB-Schnittstelle genutzt wird. Üblich sind aber externe E-SATA-Laufwerke, die eine zusätzliche

Stromversorgung per Steckdose benötigen. Da USB 3.0 ähnlich schnell sowie sehr verbreitet ist und angeschlossenen Sticks genug Strom zur Verfügung stellt, vermuten wir, dass E-SATA weiterhin keine Stromversorgung bieten wird. (dm)

Fazit



Thunderbolt, USB 3.0, SATA 6Gb/s

Wenn Sie mit möglichst wenig Kabelsalat regelmäßige riesige Datenmengen übertragen müssen, ist Thunderbolt interessant. Momentan sind die zugehörigen Komponenten aber noch zu teuer, weshalb USB 3.0, E-SATA 6Gb/s und DVI/HDMI/Display Port noch die sinnvollere Wahl sind. In Zukunft kann sich das aber ändern.

Mainboards mit Thunderbolt-Controller

Asus P8Z77-V Premium



MSI und Asus konnten uns als Erstes Mainboards mit Thunderbolt-Controller schicken.

Neben dem Thunderbolt-Port bietet das P8Z77-V Premium von Asus viele weitere Besonderheiten. Dazu gehört eine Mini-SSD mit 32 GiByte, die sich für SSD-Caching eignet. Mit den vier SATA-6Gb/s-Anschlüssen, die von

einem Marvell-Controller angesteuert werden, ist zudem laut Asus „SSD-Caching II“ möglich. Damit lassen sich gleich drei SSDs zum Cachen verwenden. Dank PLX-Chip stehen zwei Grafikkarten zudem jeweils 16 anstelle von 8 PCI-Express-3.0-Lanes zur Verfügung. Praktisch ist auch die Mini-Steckkarte für WLAN n (zwei Antennen dabei) und Bluetooth 4.0.

MSI Z77A-GD80



Das MSI Z77A-GD80 kommt ohne SSD, Bluetooth oder WLAN. Praktisch für Übertakter sind hingegen die gut erreichbaren Spannungsmesspunkte auf der Platine. Das Z77A-GD80 kostet 250 Euro, während für das besser ausgestattete Asus-Board aktuell 390 Euro fällig sind. Diagnose-LEDs sowie Power-, Reset- und Clear-CMOS-Schalter haben beide Boards.

VENGEANCE

C70



ROBUST | GEKÜHLT | AUSGESTATTET

DAS NEUE CORSAIR VENGEANCE® C70

Für Gamer konzipiert

Das Gehäuse Vengeance C70 bietet maximalen Luftstrom und reichlich Platz für mehrere GPUs. Mit integrierten Tragegriffen und einer vorderen Abdeckung aus Stahl lässt sich das Gehäuse problemlos transportieren. Es ist perfekt für LAN-Partys.

Konzipiert für Performance

Sie möchten bis zu zehn Lüfter im Gehäuse installieren? Und sechs SSDs? Wie wär's mit acht PCI-E-Erweiterungssteckplätzen für Vierfach-GPUs und integrierter Wasserkühlungsunterstützung für zwei separate 240-mm-Kühler? In Sachen Performance lässt sich das Corsair Vengeance C70 nicht überbieten.

Konzipiert für minimale Ausfallzeiten

Seitliche Abdeckungen mit Schnellentriegelung geben im Handumdrehen Zugang zum Gehäuse. Integrierte, mit Gummi ausgekleidete Kabelführungsöffnungen mit Schnappverriegelung sorgen für eine übersichtliche Führung der Netz- und Datenkabel ohne Beeinträchtigung des Luftstroms. Entnehmbare Laufwerkshalterungen, eine CPU-Öffnung in der Rückwand und Einschübe für den werkzeugfreien Einbau von Festplatten: Ihr neues System ist im Handumdrehen betriebsbereit.



INTEGRIERTE
GRIFFE UND
STAHLFRONT

Die Vengeance-Gehäuse von Corsair

Weitere Informationen finden Sie unter corsair.com/cases



facebook.com/corsair



[@CorsairMemory](https://twitter.com/CorsairMemory)

CORSAIR HAT EINE KOMPLETTE PRODUKTLINIE AN HIGH-END KOMPONENTEN ENTWICKELT UM AUS DEINEM NÄCHSTEN PC DEINEN BESTEN PC ZU MACHEN



ARBEITSSPEICHER



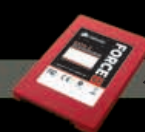
KEYBOARDS



MICE



HEADSETS



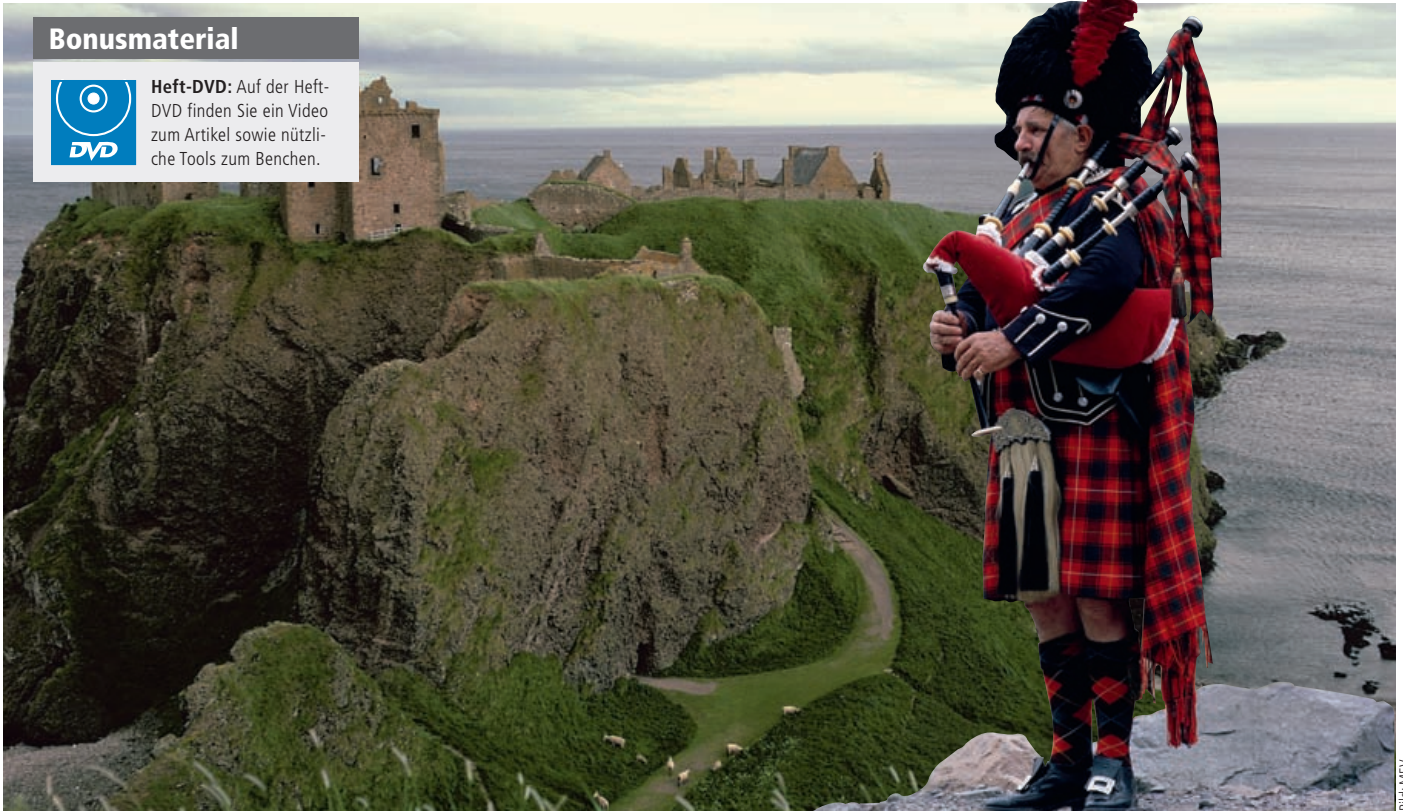
SOLID-STATE DRIVES



Bonusmaterial



Heft-DVD: Auf der Heft-DVD finden Sie ein Video zum Artikel sowie nützliche Tools zum Benchen.



BIGE MEV

OC-Komponenten mit Aussicht auf High-End-Leistung

High-End für Schotten

Die Bewohner Schottlands stehen im Ruf, besonders knauserig zu sein. Sind sie auch knauserig? Falls ja müssen Sie die Hardware sorgfältig auswählen, wenn sie High-End-Leistung haben wollen.

In diesem Artikel zeigen wir Ihnen, wie Sie bei leistungskritischen Bauteilen, allen voran CPU und Grafikkarte, durch kluge Komponentenwahl und Overclocking die Leistung von deutlich teurerer Hardware erhalten können. So haben Sie für aktuelle Spiele nicht nur mehr Reserven (die sich z. B. in höhere Bildqualität investieren lassen), sondern können sich auch mehr Zeit bis zur nächsten Aufrüstaktion lassen. Natürlich

ließe sich einwenden, dass High-End-Hardware bei Bedarf ebenfalls übertaktet werden kann und daher für noch längere Zeit ausreicht – für das gesparte Geld bekommen Sie aber in einigen Jahren deutlich bessere Hardware.

Lohnt es sich zu übertakten?

Obwohl viele Spieler übertakten, um Geld zu sparen, muss sich Overclocking nicht zwangsläufig

rechnen: Übertakten kostet nicht nur die Garantie/Gewährleistung, sondern erhöht auch die Leistungsaufnahme und somit die Stromkosten. Neben einem Netzteil mit Reserven benötigen Übertakter auch eine ausreichend dimensionierte Kühlung. Einfache Modelle wie die Boxed-Kühler, die Prozessoren gratis beiliegen, sind nur eingeschränkt geeignet. Berücksichtigen Sie dies, wenn Sie sich einen neuen Overclocking-PC zusammenstellen.

Freier Multi Pflicht?

Bei Prozessoren besteht der einfachste Weg, mehr Leistung zu erhalten, darin, den Multiplikator für den Kerntakt zu erhöhen. Bei aktuellen AMD-Systemen können Sie stattdessen aber auch den Referenztakt beschleunigen, da sich dieser häufig stark anheben lässt. Ein Phenom II X6 1045T lässt sich

beispielsweise von 2,7 auf 3,3 GHz, also das Niveau eines Phenom II X6 1100T BE, übertakten, indem der Referenztakt von 200 auf 244 MHz angehoben wird (und weitere Einstellungen z. B. für den RAM-Teiler angepasst werden).

Bei Sockel-1155-Systemen ist der Overclocking-Spielraum des Referenztakts auf ca. fünf Prozent begrenzt. Dennoch lässt sich auch unter widrigen Umständen die Leistung eines höherpreisigen Modells erzielen: Bei einem Referenztakt von 103 MHz läuft ein Core i5-3550 mit 3,4 statt 3,3 GHz und ist damit so flott wie ein Core i5-3570K, der immerhin 20 Euro mehr kostet. Für eine Übertaktung über diese Grenze hinaus müssen Sie allerdings eine CPU aus der K-Serie verwenden, da man den Referenztakt nur mit Bedacht anheben sollte.

Video auf Heft-DVD



Auf der Heft-DVD finden Sie ein Video, in dem wir die verwendete Hardware beider Systeme kurz vorstellen. Wir zeigen, wie wir den Core i5-3570K übertakten. Des Weiteren vergleichen wir die drei Konfigurationen in einem parallelen Durchlauf des Cinebench.



Prozessor übertakten

Core i5-3570K auf Niveau eines Core i7-3770K übertakten

Die erste Komponente, die genauer unter die Lupe genommen wird, ist der Prozessor. Hier bietet sich aktuell vor allem die Ivy-Bridge-Reihe von Intel an, die mit aktueller Technik, integrierter Grafik sowie einer hohen Leistung punktet. Für unsere Zwecke zählt aber vor allem eine gute Eignung für das OC. Zwar lassen sich auch einige AMD-Prozessoren gut übertakten, die erreichbare effektive Leistung dieser Modelle bleibt dabei aber unter der der Intel-Prozessoren.

Intel Core i7-3770K

Als Ziel für das Übertaktungsvorhaben setzen wir uns den Core i7-3770K von Intel. Diese CPU ist aktuell der schnellste für den Desktop-Markt erhältliche Prozessor, der für einen Spielrechner sinnvoll ist.

Aktuell kostet der Core i7-3770K ungefähr 300 Euro und ist damit etwas teurer als sein Sandy-Bridge-Pendant i7-2700K. Der Prozessor hat einen Standardtakt von 3,5 GHz und erreicht im Boost-Modus bis zu 3,9 GHz. Die Maximalfrequenz der Boost-Frequenz hängt aber davon ab, wie viele Kerne gerade unter Last stehen. Werden alle vier Kerne belastet, begrenzt Intel den Maximaltakt auf 3,6 GHz pro Kern. Dank des freien Multiplikators ist es möglich, den Prozessor zu übertakten, worauf wir hier aber verzichten werden. Der Boost-Modus wird ebenfalls nur mit den von Intel vorgesehenen Spezifikationen eingesetzt.

Intel Core i5-3570K

Um den Core i7-3770K zu schlagen, setzen wir auf einen Core i5-3570K. Dieser ist im Preisvergleich aktuell mit ungefähr 205 Euro gelistet und ist damit um knapp 100 Euro günstiger als der Core i7-3770K.

Aufgrund des Preisvorteils müssen Sie sich aber auch mit einigen Nachteilen und Einschränkungen abfinden. Während der Core i7-3770K vier Kerne mit SMT bietet, muss die kleinere Ausführung auf das SMT-Feature verzichten, was sich im Fehlen der vier virtuellen Kerne äußert. Auch die maximale Taktrate des i5-3570K ist niedriger, der Prozessor läuft nur mit 3,4 GHz. Im Boost-Modus sind bis zu 3,8 GHz

für einen einzelnen unter Last stehenden Kern möglich. Stehen alle Kerne unter Last, gibt Intel 3,5 GHz als maximalen Boost-Takt vor. Die TDP ist bei beiden Prozessoren mit 77 Watt angegeben.

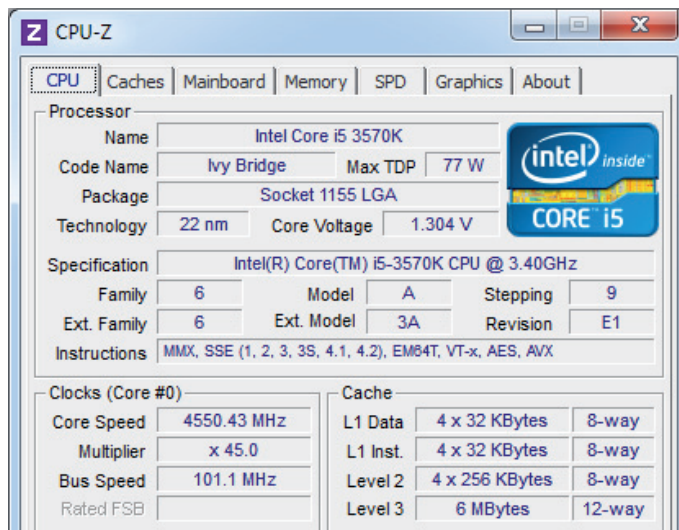
Übertakten

Da der i5-3570K ebenfalls aus der K-Serie stammt, besitzt der Prozessor einen freien Multiplikator und ist deshalb wunderbar zum Übertakten geeignet. Wie die meisten Modelle aus der Ivy-Bridge-Generation schafft er mit Lüftkühlung ohne großen Aufwand Taktraten von über 4 GHz und mehr. Da wir mit diesem Prozessor den Core i7-3770K schlagen wollen, wird das auch nötig sein. Eine weitere Bedingung, die wir uns setzen, ist die Alltagsstauglichkeit. Der Prozessor muss stabil laufen und soll auch unter Einsatz einer normalen Luftkühlung nur moderate Temperaturen erreichen.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungswerte zum Ivy Bridge stellen wir den Multiplikator gleich zu Beginn auf 45. Mit diesem Multiplikator-Wert arbeitet der Prozessor bei einem Referenztakt von 100 MHz mit 4,5 GHz. Anschließend testen wir die Stabilität der Taktraten kurz mit einigen Durchläufen im Cinebench R11.5. Da der Prozessor mit einer Anhebung der Kernspannung auf 1,30 Volt anstandslos und stabil arbeitet, entscheiden wir uns dafür, zusätzlich noch den Referenztakt um 1,1 MHz auf 101,1 MHz anzuheben. Das ergibt einen Gesamttakt von knapp 4,55 GHz, mit dem wir uns an die Benchmarks wagen. Der Referenztakt sollte beim Übertakten aber nur sparsam erhöht werden, da das System bereits bei geringen Änderungen empfindlich darauf reagiert.

Leistungsvergleich

Um zu überprüfen, wie schnell der Prozessor bei dieser Taktrate ist, messen wir die Leistung anhand mehrerer Benchmarks. Für die Bestimmung der CPU-Leistung setzen wir den Cinebench R11.5 in der 64-Bit-Version ein. Des Weiteren testen wir die Prozessoren in den Spielen *Skyrim* und dem grafiklastigen *Battlefield 3*. In Letzterem zeigt sich, dass wenn ein Spiel



War die Übertaktung erfolgreich, sollte der CPU-Z-Screen in etwa so aussehen. Wir erreichen mit Luftkühlung einen stabilen Takt von 4,55 GHz.

Battlefield 3: Kaum Unterschiede

„Operation Swordbreaker“ – 1920 x 1080, max. DX11-Details, kein AA/AF



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i5-3570K/i7-3770K, P8Z77-M-V Pro, 8 GiByte DDR3-1333, GeForce GTX 680, GeForce 301.42 **Bemerkungen:** Durch die Grafiklimitierung von Battlefield 3 zeigen sich durch die Übertaktung des Prozessors kaum Unterschiede.

Min. FPS
Besser

Skyrim: Core i5-3570K vor i7-3770K

„Weißlauf“ – 1.920 x 1.080, max. DX-9-Details, Hi-Res-Textures, 8x MSAA/16:1 AF



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i5-3570K/i7-3770K, P8Z77-M-V Pro, 8 GiByte DDR3-1333, GeForce GTX 680, GeForce 301.42 **Bemerkungen:** Skyrim profitiert stark von der hohen Kernfrequenz. Hier ist der übertaktete Core i5-3570K dem i7-3770K deutlich überlegen.

Min. FPS
Besser

Cinebench R11.5: Beide auf selbem Niveau

Cinebench R11.5 64 Bit, x-CPU



System: Core i5-3570K/i7-3770K, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, GeForce GTX 680, GeForce 301.42 **Bemerkungen:** Mit 4.550 MHz gleicht der i5-3560K den SMT-Vorteil des i7-3770K aus und überbietet diesen im Ergebnis sogar noch leicht.

Punkte
Besser

Stromverbrauch beim OC: Deutliche Steigerung

Last unter Cinebench R11.5 64 Bit (gesamtes System)



System: Core i5-3570K/i7-3770K, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, GeForce GTX 460 **Bemerkungen:** Die Übertaktung geht mit einer deutlichen Steigerung des Stromverbrauchs einher. Der Core i7-3770K ist bei gleicher Leistung deutlich sparsamer.

Watt
Besser



Für das Übertakten von CPUs sind die Einstellungsmöglichkeiten für den Multiplikator und die Spannungs kontrolle die wichtigsten Optionen.

durch die Grafikkarte limitiert wird, ein übertakter Prozessor so gut wie keinen Einfluss auf Geschwindigkeit hat, in der das Spiel gerendert wird. Die Ergebnisse sind bei allen drei Prozessoren identisch. *Skyrim* dagegen kann sehr stark von der hohen Frequenz der einzelnen Kerne des Core i5-3570K mit 4,55 GHz profitieren und liegt mit dem i7-3770K nicht nur gleichauf, sondern zieht ihm auch noch davon. Weniger spektakulär, aber dennoch gut sind die Ergebnisse im Cinebench. Hier schafft es der kleinere Bruder des Core i7 immerhin, den Nachteil des fehlenden SMTs auszugleichen und ein minimal besseres Ergebnis zu erzielen.

Kühlung

Wenn Sie übertakten, ist die Kühlung der einzige Bereich, für den Sie mehr ausgeben sollten als jemand, der ein schnelleres System kauft, auf Overclocking aber verzichtet. Durch das Übertakten steigt nämlich die in Form von Wärme abgegebene Verlustleistung des Prozessors stark an. Diese muss natürlich

abgeführt werden. Wenn Sie nur den normalen Intel-Boxed-Kühler nutzen, kann sich das schnell in kritischen Temperaturen äußern. Noch stärker steigt die Wärmeentwicklung, wenn die Betriebsspannung angehoben wird, was in unserem Fall auch geschieht.

Damit die Temperatur des Prozessors dennoch im angenehmen Bereich bleibt, haben wir uns beim günstigen Setup für einen Thermalright HR-02 Macho entschieden. Der Kühler ist mit knapp 35 Euro für relativ wenig Geld zu haben und verschafft dem Prozessor genügend Spielraum für Overclocking mit Spannungserhöhung. Da der Core i7-3770K nur mit dem Boxed-Kühler gekühlt wird, schmälert das zwar die Ersparnis, resultiert dafür aber auch in einem Prozessor, der bei niedrigerem Preis in den meisten Anwendungen gleich schnell, in vielen Spielen sogar schneller als das teure Pendant sein wird. Einzig in stark auf SMT ausgelegten Programmen dürfte der übertaktete 3570K einen Nachteil haben.



Beim Übertakten ist eine gute Kühlung notwendig. Wir verwenden für das günstige System deswegen den Thermalright HR02 Macho für ca. 35 Euro.

Grafikkarte übertakten

Eine Radeon HD 7950 mit 150 Prozent des Standard-Kerntaktes

Die interessanteste Grafikkarte für Spieler ist im Moment wohl die GeForce GTX 680. Mit dieser holte Nvidia die Leistungskrone für die schnellste Single-Chip-Grafikkarte zurück, die sie wenige Monate zuvor an die Radeon 7970 aus dem Hause AMD verloren hatte. Doch aufgrund ihrer Aktualität und ihrer Geschwindigkeit ist die GTX 680 noch sehr teuer. Wir überprüfen, ob wir mit einer deutlich günstigeren Grafikkarte eine ähnliche Leistung erzielen können.

GeForce GTX 680

Die GeForce GTX 680 basiert auf Nvidias neuer Kepler-Architektur, die den stromhungrigen Vorgänger Fermi ersetzt. Der Chip hat einige Verbesserungen, die den Verbrauch im Vergleich zu auf der Fermi-Architektur basierenden Karten verringern. Neben der Leistungsaufnahme unter Last wurde vor allem der Leerlaufverbrauch gesenkt, was die Grafikkarten insgesamt deutlich sparsamer macht.

Topmodell Radeon HD 7970 ist der Chip von Nvidia im Schnitt gut zehn Prozent schneller. Mit dabei ist ein Boost-Modus, der die Grafikkarte unter Last zusätzlich übertakten, um ihr die letzten Leistungsreserven zu entlocken. Der niedrige Verbrauch bei hoher Leistung macht die GeForce GTX 680 zu einem der energieeffizientesten Chips im gesamten Nvidia-Repertoire.

Aber es gibt auch Nachteile: Die Karte ist, wie bereits erwähnt, aktuell eine der teuersten Single-GPU-Karten. Die Hersteller verlangen im Moment laut Preisvergleich 490 Euro und mehr für ein Board mit Nvidias neuem Chip. Ein Betrag, den wohl nur wenige zu bezahlen bereit sind. Die kürzlich erschienene GeForce GTX 670 ist zwar ebenfalls sehr schnell und gut 100 Euro günstiger als die GeForce GTX 680, dennoch greifen wir für diesen Versuch auf die noch günstigere Radeon HD 7950 zurück.

Radeon HD 7950

Stark verbessert wurde auch die Leistung: Im Vergleich zu AMDs

Die Radeon HD 7950 kommt aus dem Performance-Sektor und ist

Battlefield 3: HD 7950 und GTX 680 gleichauf

„Operation Swordbreaker“ – 1920 x 1080, max. DX11-Details, kein AA/AF

GeForce GTX 680	46	51
Radeon HD 7950 (1,2/3,0 GHz)	48	49,9
Radeon HD 7950	38	40,1

Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: System: Core i5-3570K @ 4 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Catalyst 12.3 (Q), GeForce 301.41 (Q) **Bemerkungen:** Die Radeon HD 7950 schafft es, in Battlefield 3 sehr nahe an die Leistung einer GeForce GTX 680 heranzukommen.

Min. | Ø Fps
▶ Besser



aktuell die zweitschnellste Grafikkarte aus dem Angebot von AMD. Erhältlich ist eine Grafikkarte mit diesem Chip ab ca. 330 Euro, womit sie für die gebotene Leistung relativ günstig ist.

Standardmäßig läuft der Chip von AMD mit 800 MHz Kern- und 2.500 MHz Speichertakt. Im Unterschied zum Topmodell Radeon HD 7970 muss der Chip mit 256 Shader-Einheiten weniger auskommen. Des Weiteren bietet die Radeon HD 7950 vier SIMD- und 16 Textur-einheiten weniger als der Tahiti im Vollausbau. Insgesamt resultiert das in einer rund 26 Prozent niedrigeren Geschwindigkeit, verglichen mit einer Radeon HD 7970. Mit Standardeinstellungen unterliegt sie knapp einer GeForce GTX 580.

Die Karte sticht durch ihre gute Übertaktbarkeit heraus. 1.000 MHz Kerntakt sind mit den meisten Modellen bei Standardspannung ohne Weiteres erreichbar. Das haben auch viele Hersteller erkannt, weshalb auch fast jeder eine werks-übertaktete Grafikkarte mit diesem Takt anbietet. Um mit der Radeon HD 7950 in Performance-Bereiche vorzudringen, in denen sich eine GeForce GTX 680 bewegt, sind jedoch deutlich mehr als 1.000 MHz Kerntakt nötig.

Nachbrenner

Um die Grafikkarte zu übertakten, nutzen wir das bekannte Tool MSI Afterburner. Die Overclocking-Anwendung für Grafikkarten wird von dem ehemaligen Entwickler des Rivatuners gemeinsam mit MSI herausgegeben. Anders als der Name vermuten lässt, funktioniert Afterburner nicht nur mit MSI-Grafikkarten, sondern erlaubt auch das Übertakten von Karten anderer Hersteller. In der Standardkonfiguration ermöglicht das Programm aber nur geringfügige Anpassungen des Taktes. Um den vollen Einstellungsspielraum des MSI Afterburners freizuschalten, ist die Anpassung einer Konfigurationsdatei nötig. Befolgen Sie dafür bitte die Anweisungen im Extrakasten. Nach dem Freischalten

können Sie mit dem eigentlichen Übertaktungsvorgang weitermachen. Wie bereits erwähnt, sollte jede Radeon HD 7950 1.000 MHz Kerntakt ohne Probleme schaffen. Um sich der Leistung einer GeForce GTX 680 anzunähern, sind jedoch Taktraten von etwa 1.200 MHz nötig. Für den Speicher wählen wir einen Takt von 3.000 MHz. Kerntaktraten dieser Höhe verlangen wiederum nach einer Anhebung der Spannung. Für einen stabilen Betrieb braucht unser Exemplar eine Betriebsspannung von 1.25 V. Da die höhere Spannung auch hier für eine gesteigerte Wärmeabgabe beim Grafikchip sorgt, sind Grafikkartenmodelle mit herstellereigenen Kühlsystemen den Karten mit Referenzkühlung vorzuziehen, da der Referenzkühler meist erheblich lauter ist und dabei deutlich schlechter kühlt.

Leistung

Auch hier überprüfen wir die Leistung der übertakteten Grafikkarte mit den Spielen *Skyrim* und *Battlefield 3*. Die GeForce GTX 680 erreicht im Shooter von DICE einen Wert von mindestens 46 Fps, durchschnittlich schafft sie 51 Bilder pro Sekunde. Die AMD-Grafikkarte erreicht zwar nicht ganz diese Geschwindigkeit, kommt aber mit durchschnittlich 50 Bildern pro Sekunde sehr nahe an Nvidias Single-GPU-Flaggschiff heran. Bei den minimalen Fps überbietet die übertaktete Radeon HD 7950 die GeForce GTX 680 sogar. Nicht ganz so gut ist das Ergebnis in *Skyrim*: die GeForce GTX 680 schafft durchschnittlich 93 Bilder pro Sekunde. Die AMD-Karte leistet mit 89 Fps etwas weniger. Die Leistungsaufnahme steigt durch das Übertakten in Kombination mit Overvolting erheblich an. Bei *Battlefield 3* werden bis zu 220 Watt unter Last gemessen, bei *Skyrim* sind es noch gute 200 Watt Verbrauch. Die übertaktete Radeon HD 7950 spielt damit in einer Liga mit der GTX 580. Die GeForce GTX 680 bleibt im Spielbetrieb deutlich sparsamer: in *Skyrim* messen wir 141 Watt, bei *Battlefield 3* steigt die Leistungsaufnahme auf etwas über 160 Watt. ▶

Skyrim: HD 7950 nahe an GTX 680

„Weißblau“ – 1.920 x 1.080, max. DX9-Details, Hi-Res-Textures, 8x MSAA/16:1



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i5-3570K @ 4 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Catalyst 12.3 (Q), GeForce 301.41 (Q) **Bemerkungen:** Trotz der Übertaktung der Radeon HD 7950 ist die GeForce GTX 680 immer noch etwas schneller.

Min. Fps
▶ Besser

Stromverbrauch: 100 Watt höher durch OC

Stromverbrauch unter Battlefield 3 (nur Grafikkarte)



Stromverbrauch unter Skyrim (nur Grafikkarte)



System: Core i5-3570K @ 4 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Catalyst 12.3 (Q), GeForce 301.41 (Q) **Bemerkungen:** Mit 1,25 V Betriebsspannung und Übertaktung erhöht sich der Stromverbrauch der Radeon HD 7950 auf über 200 Watt.

Watt
◀ Besser

MSI Afterburner freischalten

Um Beschädigungen der Grafikkarte zu vermeiden, erlaubt der MSI Afterburner standardmäßig nur eine begrenzte Übertaktung des Grafikchips. Um die GPU dennoch nach Belieben zu übertakten, müssen Sie den Afterburner erst freischalten, indem Sie eine Konfigurationsdatei editieren und damit bestätigen, dass Ihnen mögliche Konsequenzen des Übertaktens bewusst sind.

Um den MSI Afterburner freizuschalten, öffnen Sie die Datei „MSIAfterburner.cfg“ im Ordner „C:\Programme (x86)\MSI Afterburner“ mit einem beliebigen Texteditor. Scrollen Sie zur Zeile „UnofficialOverclockingEULA“ und ändern Sie den Wert nach dem Gleichheitszeichen auf „I confirm that I am aware of unofficial overclocking limitations and fully understand that MSI will not provide me any support on it“ (ohne Anführungszeichen). Der Wert von „UnofficialOverclockingMode“ muss danach noch auf „1“ gesetzt werden. Damit ist die Übertaktungsfunktion des Afterburners uneingeschränkt einsetzbar. Um noch die Kernspannung der Grafikkarte anzupassen, müssen Sie in dem Menü „Settings“ die Haken bei „Unlock voltage control“ und „Unlock voltage monitoring“ setzen. Nun lässt sich auch die Spannung anpassen.



Seasonic X-SERIES 1050 / 1250W
X-1050 and X-1250 are now available

ALTERNATE ARLT

STELCO Computer

cyberport

d

digitec.ch

DiTech

Mindfactory.de

SNOGARD

SCHWARTZHAL COMPUTER

80 PLUS GOLD



Starcraft 2: Vorteile durch schnelles RAM

„2 on 2“ MP-Replay – 1980 x 1080, maximale Details, Texturen auf Ultra

DDR3-2153 9-11-9-27-1T	26	51,4 (+9 %)
DDR3-2022 9-11-9-27-2T	26	50,8 (+8 %)
DDR3-1333 9-9-9-27-1T	26	47,0 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i5-3570K @ 4,55 GHz, Referenztakt 101,1 MHz P8Z77-M, RAM mit obigen Settings, Radeon HD 7950 **Bemerkungen:** Das günstige RAM kann durch Übertakten seine Nachteile weitgehend ausgleichen. Dennoch bleibt DDR3-2153 schneller.

Min. | Ø Fps
► Besser

Skyrim: Speicher keinen Einfluss auf Leistung

„Weißblau“ – 1920 x 1080, maximale Details, 8x MSAA, 16:1 AF

DDR3-2153 9-11-9-27-1T	71	76,9 (+1 %)
DDR3-2022 9-11-9-27-2T	70	76,9 (+1 %)
DDR3-1333 9-9-9-27-1T	70	76,1 (Basis)

Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i5-3570K @ 4,55 GHz, Referenztakt 101,1 MHz P8Z77-M, RAM mit obigen Settings, Radeon HD 7950 **Bemerkungen:** Durch das Anheben des Taktes performt der Speicher bei 7zip deutlich besser. DDR3.2153 ist aber immer noch schneller.

Min. | Ø Fps
► Besser

7-Zip: Deutliche Sprünge durch besseres RAM

Integrierte Benchmarkfunktion des Pack-Programms

DDR3-2153 9-11-9-27-1T	18.882 (+12 %)
DDR3-2022 9-11-9-27-2T	17.968 (+6 %)
DDR3-1333 9-9-9-27-1T	16.891 (Basis)

System: Core i5-3570K @ 4,55 GHz, Referenztakt 101,1 MHz P8Z77-M, RAM mit obigen Settings, Radeon HD 7950 **Bemerkungen:** Durch das Anheben des Taktes performt der Speicher bei 7zip deutlich besser. DDR3.2153 ist aber immer noch schneller.

MIPS
► Besser

Arbeitsspeicher

DDR3-1333 gegen DDR3-2133

Der Einfluss des Speichers auf die Systemleistung ist zwar nicht so stark wie der von Prozessor und Grafikkarte, dennoch lassen sich durch die Nutzung eines schnelleren Speichers oft ein paar Prozent mehr Leistung herausholen.

Der teure Speicher ...

Das Kit für das teure System besteht aus zwei 2 GiByte großen DDR3-2133-Modulen von Adata, als Timings werden die empfohlenen Werte von 9-11-9-27-1T verwendet. Die Module sind mit einem Kühlkörper ausgestattet. Laut Preisvergleich ist das 4-GiByte-Speicherkit für knapp 60 Euro erhältlich.

... und sein Herausforderer

Das Speicher-Kit für das günstige System kommt von GEIL und kostet nur knapp 37 Euro. Das Kit besteht aus zwei 4-GiByte-DD3-1333-Riegeln. Um diese an das Leistungsniveau des teuren DDR3-2133-Speichers heranzuführen, läuft das RAM mit ungefähre DDR3-2000-Ge-

schwindigkeit. Wegen des angehobenen Referenztaktes des Systems sind es genau 2.022 MHz DDR3, mit denen der Speicher betrieben wird. Damit das System damit stabil läuft, werden die Timings auf 9-11-9-27-2T geändert. Wir benutzen dieses DDR3-1333-Set, da es sich in früheren Tests als sehr gut übertaktbar herausstellte. Um für DDR-2000 und mehr dennoch auf der sicheren Seite zu sein, empfehlen wir aber den Kauf eines guten DDR3-1600-Kits.

Benchmarks

Die Übertaktung des RAMs zeigt vor allem bei *Starcraft 2* und 7zip Wirkung. Während in *Starcraft 2* das übertaktete und das teure Kit etwa gleichauf liegen, kann man in 7-Zip deutliche Unterschiede erkennen: Das Ergebnis verbessert sich um jeweils ca. sechs Prozent. Bei *Skyrim* liegen alle Arbeitsspeicherkonfigurationen gleichauf, es lässt sich nur eine geringe Tendenz zugunsten des übertakteten und des schnellen Speichers feststellen.

Z77: Günstig vs. teuer

Was Sie beim Mainboard beachten müssen

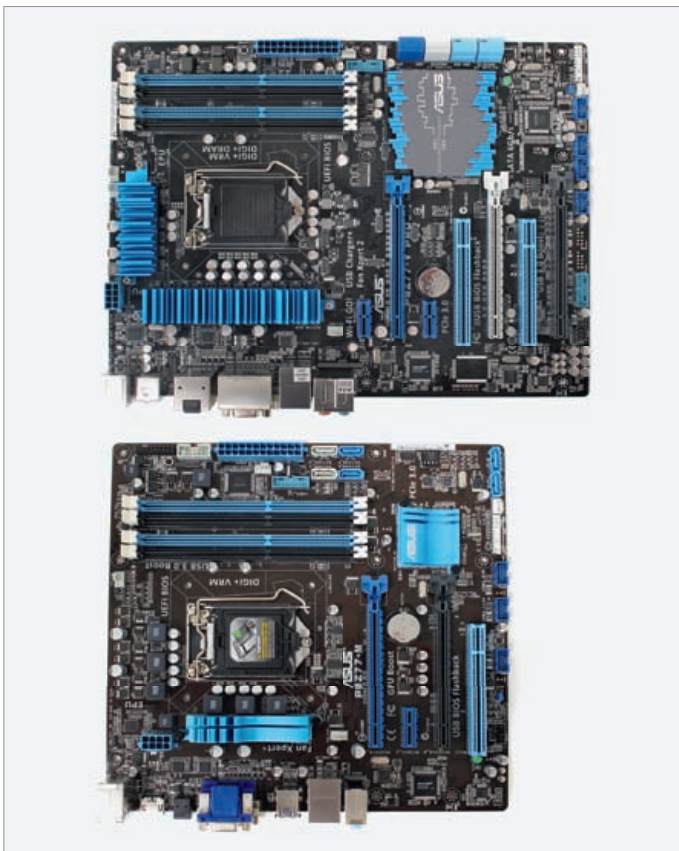
Beim Mainboard gibt es ebenfalls einige Dinge zu beachten. Allerdings stellt bei modernen Hauptplatinen der Chipsatz den wichtigsten Faktor dar.

Mainboard-Chipsatz

Wie bereits erwähnt, brauchen Sie zum Übertakten bei den Intel-Systemen einen Prozessor aus der K-Serie mit freiem Multiplikator. Der freie Multiplikator nutzt allerdings nichts, wenn man beim Motherboard-Kauf danebengreift und sich eine Hauptplatine anschafft, die ohne die für das Übertakten wichtigen Funktionen daherkommt. Im Speziellen ist das die Option, den Multiplikator und die Betriebsspannung des Prozessors anzupassen. Weniger wichtig, aber dennoch nützlich sind die Optionen zum Anpassen des Referenztaktes und der „Load Line Calibration“.

In der Regel bietet jedes Board mit Intels aktuellem Chipsatz Z77 diese Optionen. Weitere geeignete

Mainboards haben einen Chipsatz aus der vorherigen Generation wie den Z68 oder den P67 verbaut. Die Chipsätze von Intels aktueller Panther-Point-Serie unterscheiden sich vor allem durch den integrierten USB-3.0-Controller von ihren Vorgängern. Aufpassen sollten Sie beim B75- und H77-Chipsatz. Diese bieten keine wirklichen Optionen, um einen Prozessor zu übertakten. Unter den Z77-Boards macht vor allem die Ausstattung den Unterschied zwischen günstig und teuer. Die Deluxe-Varianten haben meist mehr Zubehör im Karton und auf der Platine. So auch bei uns: Das P8Z77-M ist eine Micro-ATX-Platine und hat nur das Nötigste mit an Bord. Dagegen bietet das P8Z77-V Pro auch Bonusausstattung wie rückwärtige Kühlkörper für die Spannungswandler. Die Unterschiede in der Ausstattung bei der teuren Platine münden in einem Preis von 170 Euro, während das günstige Motherboard schon für gut 95 Euro den Besitzer wechselt.



Die beiden Motherboards, die in den beiden Systemen zum Einsatz kommen: oben das 170 Euro teure P8Z77-V Pro, unten die Micro-ATX-Platine P8Z77-M



Komplettsystem

Alle Einzelmaßnahmen kombiniert gegen das teure System

Zum Abschluss vergleichen wir die Ergebnisse des günstigen Systems, übertaktet und nicht, mit den Ergebnissen des teuren Systems. Getestet wird mit den Spielen *Starcraft 2*, *Battlefield 3* und *Skyrim*.

Günstiges System

Das günstige System hat ein P8Z77-M als Mutterplatine. Als Prozessor kommt der Core i5-3570K (3,4 GHz) zum Einsatz. Der Speicher ist ein DDR3-1333-Kit von GELIL, das mit den Latenzen 9-9-9-27-1T betrieben wird. Die Grafikkarte ist eine HIS Radeon HD 7950, die ab Werk einen Kerntakt von 900 MHz hat. Für die Messungen des unübertakteten Systems wird die Kerntaktrate auf 800 MHz reduziert, damit die Karte in Sachen Geschwindigkeit dem Referenzmodell entspricht.

In der übertakteten Konfiguration läuft der Prozessor mit 4,55 GHz. Durch die Anhebung des Referenztaktes ist der Speicher minimal schneller als die anvisierten 1.000 MHz (DDR3-2000), er läuft stattdessen mit DDR3-2022. Dafür müssen die Timings auf 9-11-9-27-2T verringert werden. Der Grafikchip erfährt eine Anhebung der Kernfrequenz von 50 Prozent gegenüber dem Standard, er rennt mit 1.200 MHz. Die Taktgeschwindigkeit des VRAMs wird auf 3.000 MHz erhöht, was immerhin noch einem Plus von 20 Prozent entspricht.

Das teure System

Im teuren System arbeitet, wie bereits erwähnt, ein Core i7-3770K. Das Motherboard ist auch hier ein Asus-Modell, das P8Z77-V Pro. Als Hauptspeicher dient ein 4 GiByte-Kit DDR3-2133, das mit den Timings 9-11-9-27-1T betrieben wird. Die Grafikkarte kommt von Gainward und ist eine GeForce GTX 680 im Referenzdesign. Alle Komponenten werden mit Standard-Takt und -Einstellungen betrieben, herstellerseitig angepasste Turbo-Funktionen des Motherboards ausgeschaltet.

Ergebnis

Kommen alle Übertaktungsmaßnahmen gleichzeitig zur Anwendung, so zeigt sich eine deutliche Steigerung der Leistung beim günstigen System. *Starcraft 2* läuft auf dem übertakteten Rechner sogar markant schneller als auf der teuren Konfiguration. Bei *Battlefield 3* und *Skyrim* liegt das teure System aber immer noch vorne. Dennoch schafft man es unter Einsatz der günstigen Komponenten, den Vorsprung deutlich schrumpfen zu lassen. Der Unterschied zwischen dem teuren und dem übertakteten, günstigen System liegt bei *Skyrim* und *Battlefield 3* im niedrigen bis mittleren einstelligen Prozentbereich. Ob man die Geschwindigkeit des teuren Systems erreicht, hängt nicht zuletzt von den genutzten Spielen und der Software ab.

Die Ersparnis beim Kauf der Komponenten bezahlt man jedoch mit einem erhöhten Stromverbrauch. Während sich der zusätzliche durch die CPU verursachte Verbrauch mit 37 Watt (gesamtes System) noch in Grenzen hält, steigt die Leistungsaufnahme beim Übertakten der Radeon HD 7950 von 126 auf 220 Watt in *Battlefield 3* extrem an. In der Summe liegt der Mehrverbrauch des Systems bei etwa 120 Watt unter Last. (rs/sw)

Fazit



High-End für Schotten

Kann man durch Übertakten High-End-Niveau erreichen? Jein. Trotz des Geschwindigkeitszuwachses des günstigen Systems ist es im Schnitt doch etwas langsamer, auch wenn das Ergebnis je nach Software und Spiel variiert. Die Übertaktbarkeit hängt auch von der Chip-Familie und der Qualität des Einzelstücks ab, es kann ein besseres, aber auch ein schlechteres Ergebnis erreicht werden. Man kann darauf spekulieren, das teure System zu schlagen. Dass man es schafft, ist aber nicht garantiert.

Starcraft 2: Günstiges System schneller

„2 on 2“ MP-Replay – 1980 x 1080, maximale Details, Texturen auf Ultra



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

Systeme/Settings: i5-3570K, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Radeon HD 7950; i7-3770K, P8Z77-V Pro, 4 GiByte DDR3-2136, Geforce GTX 680; i5-3570K @ 4,55 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-2022, Radeon HD 7950 @ 1.200/3.000 MHz

Min. Ø Fps
► Besser

Skyrim: Leichte Vorteile für das teure System

„Weißblauf“ – 1920 x 1080, maximale Details, 8x MSAA, 16:1 AF



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

Systeme/Settings: i5-3570K, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Radeon HD 7950; i7-3770K, P8Z77-V Pro, 4 GiByte DDR3-2136, Geforce GTX 680; i5-3570K @ 4,55 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-2022, Radeon HD 7950 @ 1.200/3.000 MHz

Min. Ø Fps
► Besser

Battlefield 3: OC-System nicht schnell genug

„Operation Swordbreaker“ – 1920 x 1080, max. DX11-Details, 8x MSAA/16:1AF



Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

Systeme/Settings: i5-3570K, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-1333, Radeon HD 7950; i7-3770K, P8Z77-V Pro, 4 GiByte DDR3-2136, Geforce GTX 680; i5-3570K @ 4,55 GHz, P8Z77-M, 8 GiByte DDR3-2022, Radeon HD 7950 @ 1.200/3.000 MHz

Min. Ø Fps
► Besser

Vergleich Komponenten

Komponente	Günstiges System	Teures System	Ersparnis
CPU	Intel Core i5-3570K	Intel Core i7-3770K	ca. € 105,-
Mainboard	Asus P8Z77-M	Asus P8Z77-V Pro	ca. € 85,-
Arbeitsspeicher	GELIL DDR3-1333 Kit	Adata DDR3-2133 Kit	ca. € 36,-
Grafikkarte	Radeon HD 7950	Geforce GTX 680	ca. € 160,-
CPU-Kühler	Thermalright HR-02 Macho	Intel Boxed	Aufpreis (ca. € 35,-)
Summe Ersparnis			ca. € 351,-



Hier sehen Sie beide Systeme im Komplettbau. Links das günstige System mit dem Thermalright HR-02 Macho, rechts das teure System.

Seasonic

PLATINUM
POWER SUPPLY SERIES

860W / 1000W

All the Great Features
of X-SERIES and More !!

80
PLUS
PLATINUM

ALTERNATE ARLT

STRATO

cyberport

digitec.ch

DiTech

Mindfactory.de

SNOGARD

SCHWARTZHEIT
COMPUTER



Green-Gaming

Verbrauch und Leistung von Hardware im Überblick

Wenn Spieler über Hardware reden, geht es meist um die Fps-Leistung. Betrachtet man aber den Verbrauch, so zeigt sich, dass selbst angeblich so ineffiziente High-End-Boliden gute Werte erreichen.

Bei vielen Haushaltsgeräten ist die Effizienz bereits ein wichtiges Kaufkriterium. Waschmaschinen beispielsweise werden anhand ihrer Effizienzklasse gekennzeichnet, Glühbirnen werden wegen ihrer Ineffizienz nach und nach von der EU verboten. Bei Computerhardware fehlt dieses Denken meist, geworben wird fast ausschließlich mit Leistung. Dabei kann der Verbrauch von einzelnen Hardware-Komponenten auf das Jahr gerechnet einen stattlichen Betrag ausmachen.

Was ist Effizienz?

Auf einen Satz reduziert ist Effizienz die Leistung (Arbeit pro Zeit) unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs. So können selbst sehr schnelle Komponenten eine schlechte Effizienz aufweisen, wenn sie ihre Leistung mit einem unverhältnismäßig hohen Verbrauch erkaufen. Ein Beispiel dazu aus unseren Messungen sind die GeForce GTX 280 oder 285, die zwar

durch eine gute Leistung überzeugen können, dabei aber viel Strom verbrauchen. Umgekehrt können selbst sehr langsame Prozessoren und Grafikkarten eine hohe Effizienz erreichen. Aus diesem Grund werden langsame Chips wie der Intel GMA vor allem in Arbeitsrechnern verbaut, da hier vor allem der Verbrauch wichtig ist.

Ein weiterer Faktor im Hinblick auf die Energie-Effizienz ist die Leistungsaufnahme der Hardware im Leerlauf. Dieser macht bei den meisten Rechnern den Löwenanteil

des Verbrauchs aus, da ein normaler Rechner nur Bruchteile seiner Betriebszeit unter Vollast verbringt.

Glücklicherweise konnten wir feststellen, dass die Hersteller von Hardware hier viel dazugelernt haben, exorbitante Verbrauchswerte im Leerlauf von 50 Watt und mehr, beispielsweise bei der GeForce-8800-Reihe, AMDs Radeon HD 4870 oder zuletzt bei den Fermi-Modellen, sind bei den aktuellen Grafikkarten nicht mehr vorhanden. Auch die Prozessoren hatten ihre Hochzeiten beim Verbrauch

mit dem Pentium 4 (Netburst), mit dem Start von Intels Core-Ära hat sich die Effizienz von Prozessoren erheblich verbessert. AMDs Prozessoren waren früher sparsamer als die Konkurrenzprodukte von Intel, seit den Core 2 aber hat sich das Blatt gewendet. Ein Ivy-Bridge-Chip liefert teils die Leistung eines FX-Prozessors bei nur dem halben Stromverbrauch.

Einfluss der Komponenten

In einem modernen Gaming-Rechner sind Grafikkarte und Prozessor die weitaus verbrauchsstärksten Komponenten. Die Grafikkarte „schluckt“ dabei nochmals deutlich mehr als der Prozessor. Während eine CPU meist unter 100 Watt bleibt, erreicht eine Grafikkarte unter Last Verbrauchswerte von bis zu 200 Watt.

Sparsamer zu Werke gehen hingegen andere wichtige Komponenten wie das Mainboard. Diese begnügen sich in der Regel mit unter 50

Video auf Heft-DVD



Im Video vergleichen wir den Core i5-2500K mit dem Core i5-3570K, sowie die GeForce-Modelle GTX 680, GTX 580 und GTX 480 – welches Modell ist wie effizient? Weiterhin erläutern wir anhand zweier Boards, wie sich die Leistungsaufnahme unterscheidet.





CPU vs. GPU: Arbeitsteilung

Die Effizienz eines Systems ist stark von den zu erledigenden Aufgaben abhängig. So eignen sich die hochparallelisierten Rechenwerke von Grafikchips ausgezeichnet für Rechenaufgaben, deren Ergebnisse nicht voneinander abhängen. Dazu gehören neben 2D- und 3D-Grafiken unter anderem auch Video-Encoding oder das im PCGH-Extreme-Forum beliebte Folding @ home. Hier kann ein Grafikchip seine Stärken voll ausspielen.

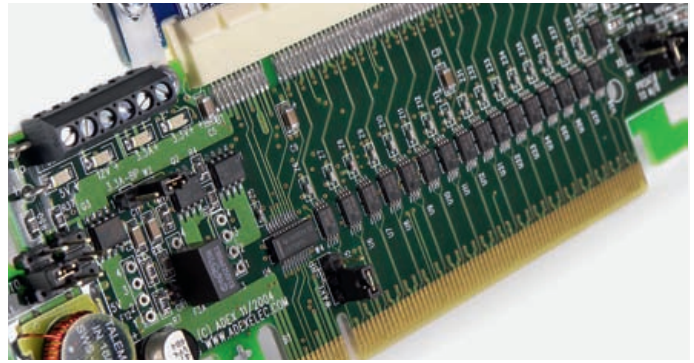
Ein normaler x86-Prozessor ist hingegen auf Vielseitigkeit ausgelegt. Er soll möglichst universal rechnen können, was allerdings auf Kosten der Geschwindigkeit geht. In älteren Spielen konnte man das noch gut visualisieren, das diese oftmals noch einen Software-Renderer boten. Mit diesem berechnete der Prozessor zwar ebenso wie ein Grafikchip eine dreidimensionale Grafikkarte, allerdings mit einer erheblich niedrigeren Framerate. Mit dem Fortschreiten der 3D-Technologie verschwanden nach und nach die Software-Renderer, da die Grafikberechnung auf der CPU nicht mehr praxistauglich war.

Dasselbe gilt auch für die Physik in diversen Spielen. So wird beim Einsatz der Physik-Engine Physx die GPU zur Berechnung der Physik-Effekte genutzt, sofern eine GPU von Nvidia verbaut ist. Anderenfalls kommt eine reduzierte Version der Engine zum Einsatz, die die CPU aber deutlich stärker belastet – das Gameplay bleibt zudem Sache des Prozessors. Gut kann man den Unterschied erkennen, wenn man die Flop-Zahlen der beiden Chip-Arten vergleicht. Während es ein aktueller Grafikchip knapp auf 3.800 GFLOPS schafft, bringt es ein Prozessor der Ivy-Bridge-Generation gerade einmal auf etwas über 100 GFLOPS.

In Hinblick auf diesen klaffen den Leistungsunterschied ist es meist von Vorteil, die Option der Hardware-Beschleunigung zu nutzen, wenn sie zur Verfügung steht. Beim Video-Encoding ist es aber trotz des höheren Zeitaufwands dennoch oft von Vorteil, die CPU zum Encoding zu benutzen. So stehen die GPU-Encoder im Ruf, die Qualität des Videomaterials zugunsten erhöhter Geschwindigkeit zu reduzieren. Intels Quickync jedoch reicht an x86 heran und ist extrem schnell. ▶

Watt. Nicht unerheblich ist der Verbrauch von Zusatz-Controllern auf dem Mainboard. So spart ein ausgeschalteter USB-3.0-Controller bereits bis zu drei Watt ein. Befinden sich noch weitere Controller, etwa für P-ATA, auf dem Board, kann sich deren Verbrauch auf einen stattlichen Betrag summieren. Die weiteren Komponenten haben nur noch einen kleinen Anteil am Gesamtverbrauch des Systems. Für herkömmliche Magnet-Festplatten sind zehn Watt ein guter Richtwert, SSDs begnügen sich normalerweise mit etwa fünf Watt.

Im Gegensatz zu fast allen Herstellern anderer Hardware haben sich die Netzteilhersteller bereits seit längerer Zeit auf eine abgestufte Kennzeichnung zur Kennzeichnung der Effizienz ihrer Produkte geeinigt: die bekannten 80-Plus-Zertifikate. Aktuell gibt es dabei vier relevante Abstufungen von 80 Plus Bronze bis zu Platinum. Genaueres dazu finden Sie auf Seite 36.



Mit dem Luxmark kann man die OpenCL-Leistung sowohl von CPU als auch GPU ermitteln. Oben sehen Sie den PCI-E-Adapter zur Strommessung von Grafikkarten.

OpenCL: GPU abseits von Grafikberechnung

Immer häufiger kommen GPUs auch für Zwecke zum Einsatz, die nicht der reinen Grafikkarte oder dem Video-Encoding dienen. Der Grund ist, dass Grafikkarten durch die Vielzahl an Rechenwerken gegenüber den, für allgemeine Berechnungen ausgelegten Prozessoren, oft einen immensen Leistungsvorteil haben. Deshalb sind sie in Berechnungen, die nicht voneinander abhängen, in der Regel deutlich schneller. Einige Anwendungen erlauben es, die Leistung der GPU und CPU zu kombinieren. Als Benchmark bietet der Luxmark diese Funktion. Wir haben dieses Programm auf einem System mit einer AMD-APU laufen lassen und die Leistung von CPU, GPU, Dual-GPU und allen dreien kombiniert, überprüft.

Im Benchmark (Szene „Luxball HDR“) erweisen sich die integrierte HD 6550D und der CPU-Part der AMD-APU A8-3870K als ähnlich leistungsfähig, beide schaffen etwa 1.370 Samples pro Sekunde. Lässt man beide gleichzeitig arbeiten, so erhöht sich der Durchsatz, was in einem Gesamtergebnis von knapp 2.200 Samples pro Sekunde resultiert. Im Anschluss testen wir das Ganze noch in Kombination mit einer Radeon HD 6670. Diese erreicht alleine etwa 2.300 Samples pro Sekunde. In Zusammenarbeit mit der integrierten Grafikeinheit der APU steigert sich der Wert auf beinahe 3.700 Samples pro Sekunde. Lässt man die CPU mitrechnen, bricht die Leistung ein: Sämtliche Rechenwerke des Systems zusammen schaffen nur 3.163 Samples pro Sekunde.

Luxmark: CPU und GPU bei OCL kombinieren

Luxmark 2.0, Sala (Open CL)

Radeon HD 6550D + HD 6670	3.695
A8-3870K + HD 6550D + HD 6670	3.163
A8-3870K + HD 6670	2.598
Radeon HD 6670 (dediziert)	2.322
A8-3870K + HD 6550D	2.184
Radeon HD 6550D (iGPU)	1.376
A8-3870K	1.373

System: AMD A75; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 **Bemerkungen:** Je mehr Komponenten mitrechnen, desto geringer fällt der Leistungszuwachs aus. Kommen die CPU und beide GPUs gleichzeitig zum Einsatz, wird das System ausgebremst.

Samples/Sek.
▶ Besser



Vier empfehlenswerte Grafikkarten

XFX HD 7770 Black Super OC: Sparsam und effizient

Auch wenn diese Mittelklasse-Grafikkarte nicht zu den schnellsten erhältlichen gehört, ist sie dank nur knapp 70 Watt Verbrauch immerhin eine der effizientesten. Der übertaktete Chip dürfte sie nochmals effizienter machen.



ab €150



ab €220

Sapphire Radeon HD 7850 OC: Effizienz für Spieler

Schon deutlich besser zum Spielen eignet sich die Sapphire HD 7850 OC, sie erreicht in allen getesteten Spielen spielbare Fps-Raten. Der Verbrauch bleibt dabei trotzdem immer nahe an der 100-Watt-Marke.

Sapphire Radeon HD 7950 OC: Übertaktet, schnell und leise

Die Karte setzte sich im Grafikkartentest im letzten Monat an die Spitze der Radeon-HD-7950-Modelle. Mittlerweile ist die flüsterleise und leicht übertaktete Sapphire-Pixelschleuder einige Euro günstiger geworden.



ab €370



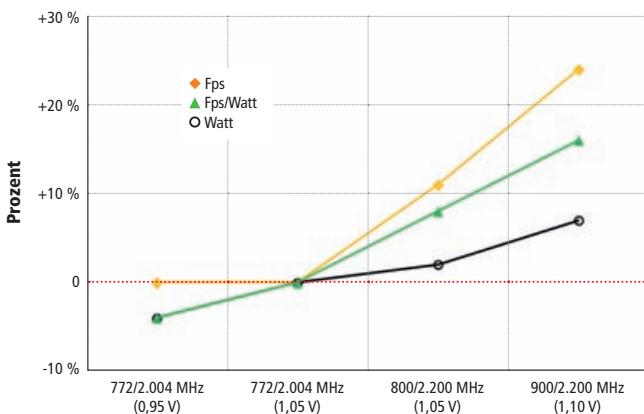
ab €530

Gainward GeForce GTX 680 Phantom mit 2 GB: Schnell und effizient

Der GeForce GTX 680 rettet in diesem Special die Ehre von Nvidia: Der aktuell schnellste erhältliche Grafikchip ist zugleich einer der effizientesten und der Einzige, der mit den Radeons der HD-6er- und HD-7er-Serie mithalten kann.

Auswirkungen von Spannung und Takt

Battlefield 3, „Operation Swordbreaker“ – 1.920 x 1.080, Ultra-DX11-Details



GeForce GTX 580	Fps	Watt	Fps/Watt
772/2.004 MHz (0,95 V)	37 (+0 %)	219 (-4 %)	16,8 (+3 %)
772/2.004 MHz (1,05 V)	37 (Basis)	228 (Basis)	16,2 (Basis)
800/2.200 MHz (1,05 V)	41 (+11 %)	234 (+3 %)	17,5 (+8 %)
900/2.200 MHz (1,10 V)	46 (+24 %)	245 (+7 %)	18,8 (+16 %)

System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz, Intel X79, 4 x 2 GiByte DDR3, Turbo an; Win 7 x64 SP1, GeForce 301.24
Bemerkungen: Undervolting und Overclocking (mit Overvolting) erhöhen die Effizienz der GeForce GTX 580. Der Verbrauch steigt in diesen engen Grenzen weniger stark als die Leistung der Grafikkarte.

Grafikkarten

Verbrauch und Leistung ins Verhältnis gesetzt

Grafikkarten sind in einem Gaming-Rechner die größten Energieverbraucher. Während ein handelsüblicher Prozessor sich in der Regel mit weniger als hundert Watt unter Last zufrieden gibt, verbraucht eine Spieler-Grafikkarte meist deutlich mehr Strom. High-End-Modelle tummeln sich dabei regelmäßig über der 200-Watt-Grenze, nur einzelne ältere oder sich leistungsmäßig im unteren Mittelfeld befindliche Grafikkarten erreichen im Lastbetrieb geringere Verbrauchswerte unter der 100-Watt-Marke. Für dieses Special haben wir insgesamt 25 aktuelle und ältere Grafikkarten-Modelle auf ihre Effizienz hin überprüft.

Leistungsgrenzen

Eine Grafikkarte kann nicht beliebig viel Strom verbauchen. Die Grenzen des maximal möglichen Verbrauchs werden durch die Stromleitungen des Netzteils, sowie durch die vom PCI-E-Anschluss bereitgestellten Versorgungsleitungen, begrenzt. Ein PCI-E-x16-Slot für eine Grafikkarte kann selbige laut Spezifikation mit bis zu 75 Watt Leistung versorgen. Nur wenige aktuelle Grafikkarten wie die Radeon HD 7750 schaffen es, sich mit der über den Slot bereitgestellten Leistung zu begnügen.

Die meisten aktuellen Grafikkarten benötigen weit mehr als 75 Watt. Die Netzteile bieten daher Stecker in einer 6-Pin- und 8-Pin-Variante an. Die 6-Pin-Variante kann dem Grafik-Board in der Theorie bis zu 75 Watt an zusätzlicher Leistung zur Verfügung stellen, die 8-Pin-Variante schafft bis zu 150 Watt. Der Slot in Kombination mit zwei 8-Pin-Steckern erlaubt ergo bis 375 Watt. Diese Spitzenwerte erreicht aber keine einzige Grafikkarte auf dem Markt – abgesehen von Konstruktionen wie der Asus Mars 2, einer GeForce GTX 590 oder der Radeon HD 6990 im AUSUM-Modus.

25 Karten im Überblick

Vergleicht man aktuelle Grafikkarten mit älteren Generationen, so stellt man fest, dass die Hersteller die Effizienz der Grafikbeschleuniger in den letzten Jahren deutlich verbessert haben. Das gilt nicht nur für die Verbrauchswerte

im Leerlauf, wo die Radeon HD 4870 und GeForce 8800 GTX unangefochtene „Spitzenreiter“ sind.

Einen solchen Verbrauch im Leerlauf hat seitdem keine Grafikkarte mehr erreicht. Mittlerweile lässt sich eine deutliche Verringerung des Verbrauchs im Leerlauf feststellen. Moderne Boliden wie die GeForce GTX 680 oder die Radeon HD 7970 bleiben unter 20 Watt.

Betrachtet man die Bilder pro Sekunde im Verhältnis zum Verbrauch, so zeigt sich, dass AMD mit seinen beiden Serien HD 7000 und HD 6000 das Feld dominiert. Nur die GeForce GTX 680 schafft es, das Niveau der besten AMD-Karten ansatzweise zu erreichen. Erst im Mittelfeld nimmt die Dichte an Nvidia-Karten zu, hier vor allem die Karten aus den Serien GTX 400 und GTX 500. Der als „Thermi“ verschriene Fermi-Chip zeigt hier, dass er es immerhin teilweise schafft, den Stromverbrauch auch in Fps umzusetzen.

Als recht ineffizient erweisen sich die High-End-Modelle der GTX-200-Serie, die GeForce-8000-Serie und die Radeon HD 4870. Während es bei der 200er-Serie schlicht die mittlerweile ungenügende Leistung ist, werden die anderen Karten zusätzlich von ihrer inzwischen mickrigen Videospeicher-Ausstattung ausgebremst.

Overclocking und UV

Um die Leistung zu erhöhen, übertakten viele User ihre Grafikkarte. Das beeinflusst auch die Verbrauchswerte. Das Übertakten unserer GeForce GTX 580 auf 800/2.200 MHz erhöht den Verbrauch um sechs Watt. Erhöhen wir die Taktraten weiter und heben zusätzlich die Spannung an, benötigt die Grafikkarte 17 Watt mehr. Reduzieren wir bei Standard-Takt dagegen die Spannung auf 0,95 Volt, senkt dies den Verbrauch der Grafikkarte um immerhin fast zehn Watt. ▶



SILENT PRO HYBRID

arbeitet unter 200W lüfterlos,
inklusive Lüftersteuerung für
Netzteil und Chassis



SPH 850W
SPH 1050W
SPH 1300W



www.coolermaster.de

Energie für jeden PC

M2

Silent Pro



die zweite Generation des modularen Allrounders



GX

lite

500W
600W
700W

auf die Funktion konzentriert, gut und günstig

Deutschland



Österreich



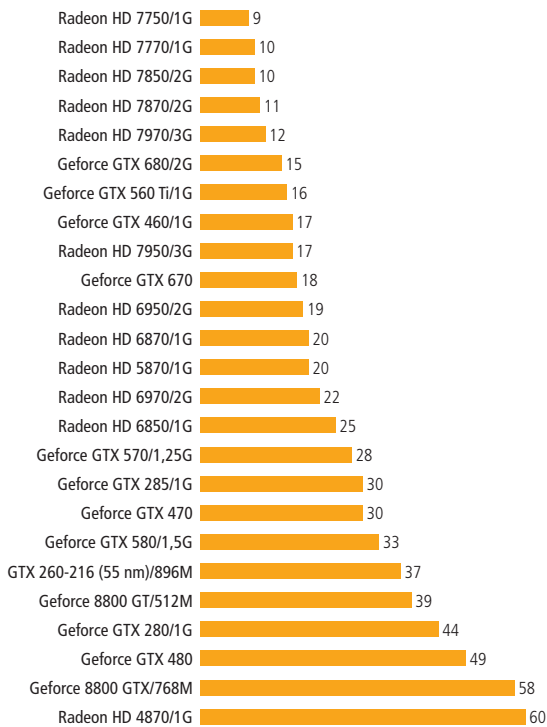
Schweiz





Idle: Radeon-HD-7000-Serie am sparsamsten

Verbrauch auf dem Windows-Desktop im Leerlauf

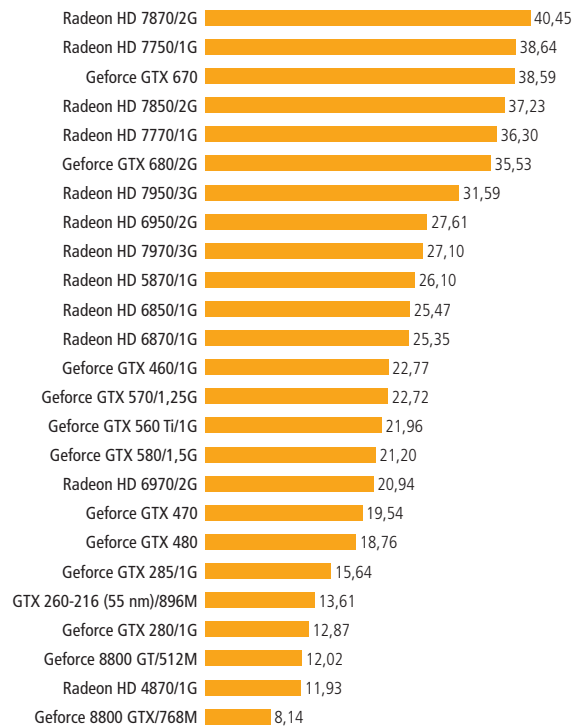


System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz, Intel X79, 4 x 2 GiByte DDR3, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24, Catalyst 12.3 **Bemerkungen:** Man kann eine Tendenz erkennen: Je neuer der Grafikchip ist, desto sparsamer ist er. Alte Karten verbrauchen bis zu 60 Watt.

Watt
◀ Besser

Battlefield 3: AMD dominiert das Feld

„Operation Swordbreaker“ – 1.920 x 1.080, Ultra-DX11-Details

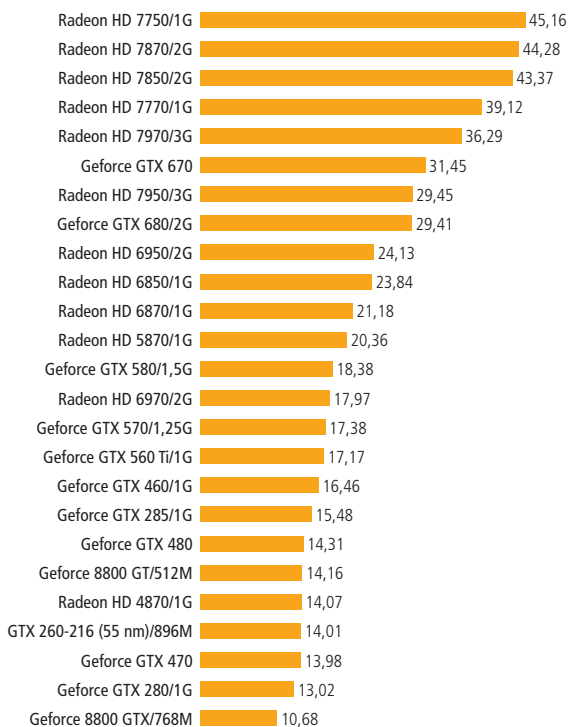


System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz, Intel X79, 4 x 2 GiByte DDR3, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24, Catalyst 12.3 **Bemerkungen:** Die AMD-Karten erweisen sich als deutlich effizienter als die Geforce-Karten. Die GTX 680 bildet eine Ausnahme.

Fps/Watt *
▶ Besser

Crysis 2: Geforce-Karten weit abgeschlagen

„Dead Man Walking“ – 1.920 x 1.080, Ultra Details (DX9/DX11)

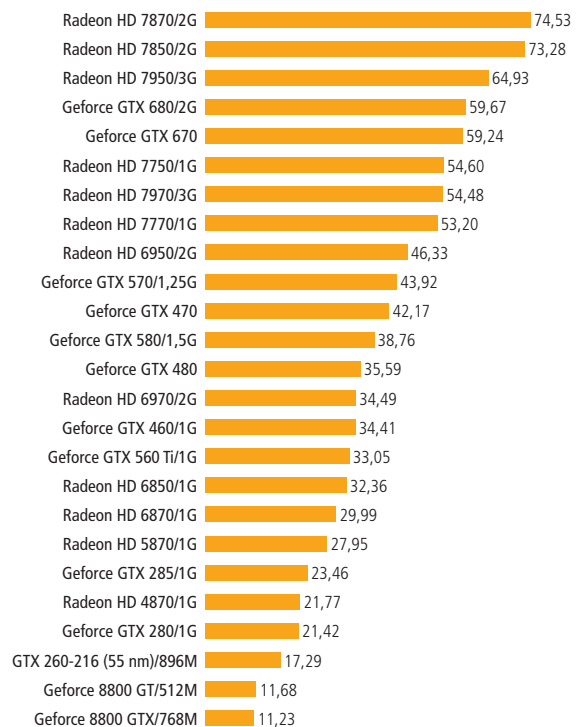


System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz, Intel X79, 4 x 2 GiByte DDR3, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24, Catalyst 12.3 **Bemerkungen:** Unter Crysis 2 verbrauchen die Grafikkarten im Schnitt am meisten. Auch hier gilt wieder AMD vor Nvidia.

Fps/Watt *
▶ Besser

Skyrim: Bestes Resultat für die GTX 680

„Weißblauf“ – 1.920 x 1.080, sehr hohe Details



System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz, Intel X79, 4 x 2 GiByte DDR3, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24, Catalyst 12.3 **Bemerkungen:** Das speicherlastige Skyrim spielt den Radeon etwas weniger gut in die Hände als die anderen Spiele.

Fps/Watt *
▶ Besser

* Durchschnittliche Fps durch Leistungsaufnahme der Grafikkarte mal 100

* Durchschnittliche Fps durch Leistungsaufnahme der Grafikkarte mal 100

* Durchschnittliche Fps durch Leistungsaufnahme der Grafikkarte mal 100



Um Ihnen weitere Details an die Hand zu geben, haben wir alle von uns vorgenommenen Messungen – also die Bildrate sowie die Leistungsaufnahme der Grafikkarten – noch einmal tabellarisch zusammengefasst. Beachten Sie bitte, dass wir hier nicht unsere typischen dynamischen Benchmark-Szenen auf Spielstand-Basis nutzen, sondern ein statisches Save.

Alle Pixelbeschleuniger sind nach Hersteller sowie Generationen unterteilt und nach Namen sortiert, so finden Sie am schnellsten Ihr Modell. Die ältesten Grafikkarten im Testfeld sind die beiden Gefores der achten Generation – diese sind bei unseren Messungen durch ihren kleinen Videospeicher zwar wie bereits erwähnt benachteiligt, dennoch nicht gerade effizient. Die Geforce 8800 GTX, ein einstiger High-End-Bolide, benötigt schon

im Leerlauf rund 60 Watt; so viel wie AMDs Radeon HD 4870, hier ist der hochtaktende GDDR5-Speicher die Ursache. Seit der HD 5870 „schlucken“ Radeon-Karten selten mehr als 20 Watt ohne Last, die aktuelle 7000er-Generation dank „Zero Core Power“ bei inaktivem Bildschirm gar unter fünf Watt.

Nvidia hingegen hat das Thema Energie-Effizienz die letzten Jahre nicht so sehr im Fokus gehabt, so erweist sich die GTX-200-Reihe als vergleichsweise stromhungrig – vor allem die Geforce GTX 280. Die GTX-400-Serie, Codename Fermi, wurde nicht zu Unrecht als „Thermi“ verspottet, insbesondere das einstige Flaggschiff Geforce GTX 480 pfeift auf Sparsamkeit und war in erster Linie auf Leistung getrimmt. Die kaum langsamere Radeon HD 5870 ist daher die weitaus „smartere“ Karte, da AMD

hier nicht mit dem Holzhammer zu Werke ging. Die kleinere Geforce GTX 470 ist etwas effizienter, auch der Fermi-Vollausbau Geforce GTX 580 ist trotz des höheren Takts und mehr Funktionseinheiten sparsamer. Aber erst die Geforce GTX 460, der „Gamer-Fermi“ mit dem GF104-Chip, erwies sich als brauchbare Konkurrenz beim Thema Performance per Watt – die Karte erfreute sich unter anderem deswegen großer Beliebtheit; dies gilt ebenso für die Geforce GTX 560 (Ti).

AMD hingegen schickte mit der Radeon HD 6870 und insbesondere der HD 6850 zwei im Mittel ähnlich flotte, jedoch effizientere Karten ins Rennen, wenngleich diese im Leerlauf ein paar Watt mehr benötigen als die GTX 460/560 (Ti). Die Cayman-Radeon HD 6950 legte sich mit Letzterer an, ist aber durch die Bank effizienter und

konnte damit sogar die Radeon HD 5870 schlagen – sehr gut. Die Radeon HD 6970 hingegen ist zwar schneller, die Leistung pro Watt aber nicht nennenswert besser als die der Geforce GTX 570. Dafür schickte AMD als erste Firma eine ganze Reihe von Grafikkarten mit GPUs im 28-Nanometer-Verfahren ins Rennen: die Radeon HD 7000. Aus unseren Messungen wird klar ersichtlich: Keine andere Karte ist effizienter als die Radeon HD 7870 – und ziemlich flott ist dieses Modell ebenfalls. Auch die kleine Schwester HD 7850 leistet Großes in der Performance/Watt-Disziplin. Das Gleiche gilt für die Radeon HD 7770/7750, diese Karten sind jedoch für 1080p-Gaming mit maximalen Details oft zu langsam. Nvidias neue GTX 680/670 zeigen sich zwar als klar effizienter als vorherige Gefores, die HD 7970 ist ihnen aber dicht auf den Fersen. ▶

25 Grafikkarten im Überblick: Spieleleistung in Relation zum Stromverbrauch

Grafikkarte	Leerlauf	Battlefield 3			Crysis 2			TES 5: Skyrim		
	Watt	Fps	Watt	Fps/Watt**	Fps	Watt	Fps/Watt**	Fps	Watt	Fps/Watt**
Radeon HD 4000										
Radeon HD 4870/1G	60,42	14	117,38	11,93	20	142,16	14,07	27	124,03	21,77
Radeon HD 5000										
Radeon HD 5870	20,13	30	114,96	26,10	27	132,59	20,36	29	103,75	27,95
Radeon HD 6000										
Radeon HD 6850	24,60	22	86,39	25,47	24	100,66	23,84	26	80,36	32,36
Radeon HD 6870	19,84	26	102,57	25,35	26	122,74	21,18	28	93,36	29,99
Radeon HD 6950	19,99	29	105,02	27,61	28	116,02	24,13	48	103,61	46,33
Radeon HD 6970	22,10	32	152,80	20,94	33	183,69	17,97	53	153,68	34,49
Radeon HD 7000										
Radeon HD 7750	8,94	17	44,00	38,64	22	48,72	45,16	22	40,30	54,60
Radeon HD 7770	9,99	21	57,85	36,30	28	71,57	39,12	25	46,99	53,20
Radeon HD 7850	9,98	30	80,58	37,23	44	101,46	43,37	59	80,51	73,28
Radeon HD 7870	10,82	37	91,46	40,45	51	115,19	44,28	67	89,89	74,53
Radeon HD 7950	17,05	36	113,95	31,59	42	142,64	29,45	71	109,36	64,93
Radeon HD 7970	11,70	45	166,06	27,10	68	187,37	36,29	76	139,50	54,48
Geforce 8000										
Geforce 8800 GT/512M	39,04	8*	66,53	12,02	13*	91,78	14,16	7*	59,93	11,68
Geforce 8800 GTX	58,41	8*	98,30	8,14	15*	140,45	10,68	11*	97,98	11,23
Geforce GTX 200										
Geforce GTX 260-216	37,09	18	132,27	13,61	22	157,07	14,01	20	115,68	17,29
Geforce GTX 280	43,97	20	155,34	12,87	25	191,98	13,02	27	126,06	21,42
Geforce GTX 285	29,83	22	140,70	15,64	27	174,42	15,48	29	123,62	23,46
Geforce GTX 400										
Geforce GTX 460/1G	16,53	24	105,40	22,77	20	121,53	16,46	34	98,80	34,41
Geforce GTX 470	29,26	28	143,29	19,54	23	164,57	13,98	61	144,65	42,17
Geforce GTX 480	49,26	37	197,28	18,76	32	223,68	14,31	75	210,76	35,59
Geforce GTX 500										
Geforce GTX 560 Ti	16,28	30	136,59	21,96	26	151,39	17,17	39	118,00	33,05
Geforce GTX 570	28,13	37	162,83	22,72	32	184,15	17,38	74	168,48	43,92
Geforce GTX 580	32,55	42	198,09	21,20	42	228,45	18,38	80	206,39	38,76
Geforce GTX 600										
Geforce GTX 670	18,32	53	137,35	38,59	45	143,09	31,45	83	140,11	59,24
Geforce GTX 680	15,40	55	154,81	35,53	50	170,01	29,41	84	140,76	59,67

* Den beiden Geforce 8 läuft hier der Speicher über. ** Werte mal 100



Prozessoren und Boards

Welche CPUs sind schnell plus sparsam, vor allem aber welche Platine?

Nach der Grafikkarte sind der Hauptprozessor, also die CPU, und das verbaute Mainboard mit die größten Energiekonsumenten – die Auswahl sollte also mit Bedacht getroffen werden. Zumindest im Leerlauf sind alle Prozessoren ab der Core-i- sowie der FX- und A-Serie-Ära in der Lage, die meisten Chipteile zu deaktivieren (Power Gating oder C6-Modus). Dies reduziert die Leistungsaufnahme im „idle“-Zustand auf ein Minimum – unter fünf Watt.

Athlon 64 X2 und Core 2

Vor einigen Jahren erschuf Intel mit der Netburst-Architektur und den darauf basierenden Pentium 4/D eine enorm energiehungrige Generation. AMDs Athlon 64 (X2) hingegen brillierten im direkten Vergleich durch ihre Sparsamkeit – zumindest bis die Core 2 Duos (65 nm) erschienen. Die waren nicht nur flotter, sondern begnügten sich auch mit weniger Strom.

Phenom (II) und Nehalem

Die ersten Core 2 Quads lieferten erneut mehr Leistung per Watt, die Penryn-Generation (C2D E8x00 und C2Q Q9x00) verbesserte die Effizienz weiter – AMDs Phenom

I kann hier nicht mithalten. Die zweite Phenom-Generation und insbesondere die Sechskerner erreichten schließlich die Effizienz von Intels Core i7-920.

Der Fairness halber sei jedoch erwähnt, dass Letzterer nur in Kombination mit dem stromfressenden X58-Chipsatz (dessen TDP satte 24 Watt beträgt – die eines Z77 unter 7) läuft. Mit den Mittelklasse-Nehalems für den Sockel 1156 konnte Intel die Effizienz weiter steigern, was aber vor allem der sparsamen Plattform geschuldet ist.

Sandy Bridge (E), AMDs FX und die Llano-APUs

Der Wechsel von der 45- auf die 32-Nanometer-Fertigung gestattete Intel einen großen Sprung in Sachen Effizienz: Sandy-Bridge-Chips wie der Core i5-2500K takteten mit deutlich über 3,0 GHz und benötigten samt restlichem System nur rund 100 Watt unter Last.

AMDs FX-Modelle benötigen für eine ähnliche Leistung (die aber nur in parallelisierten Multimedia-Anwendungen erreicht wird) deutlich mehr Energie, ein vierkerniger Sandy-Bridge-Chip liefert fast 50

Prozent mehr Performance per Watt. Die Sechskern-i7 für den Sockel 2011 schneiden ähnlich gut ab, liefern jedoch dank ihrer zusätzlichen Rechenkerne eine entsprechend höhere Leistung ab.

AMDs Llano-APUs wie der A8-3870K liegen im Effizienz-Mittelfeld und bewegen sich auf Augenhöhe mit ähnlich getakteten Core 2 Quads (45 nm) – bei der Leistung wie der Leistungsaufnahme. Schuld sind vor allem die hohen CPU-Spannungen von teils über 1,40 Volt zugunsten der Chipausbeute.

Effizienz-Königin Ivy Bridge

Die aktuelle Intel-Generation ist ein bisschen sparsamer, dabei aber kaum flotter als ihre Vorgängerin, dennoch verbessert sich durch dieses Verhältnis aus Leistung und Stromverbrauch die Effizienz.

Der Core i7-3770K ist mit Abstand die effizienteste CPU, gefolgt vom kleinen Bruder Core i5-3570K. Letzterer ist in Anwendungen kaum langsamer als AMDs FX-8150, die komplette Plattform aber kommt mit der Hälfte (!) an elektrischer Energie unter Last aus; die CPU hat hieran großen Anteil.

FX-8120: Tuning

Das zweitschnellste FX-Modell bietet ausgehend von seinen 3,4 GHz Turbo auf allen Kernen noch Luft für 200 MHz mehr – für einen höheren Takt müssen wir die Spannung ausgehend von 1,20 Volt spürbar anziehen (1,40 Volt für 4,0 GHz). Dafür packt der FX die 3,4 GHz auch mit nur 1,04 Volt – das spart unter Last immerhin 26 Watt.

Core i5-3570K: Tuning

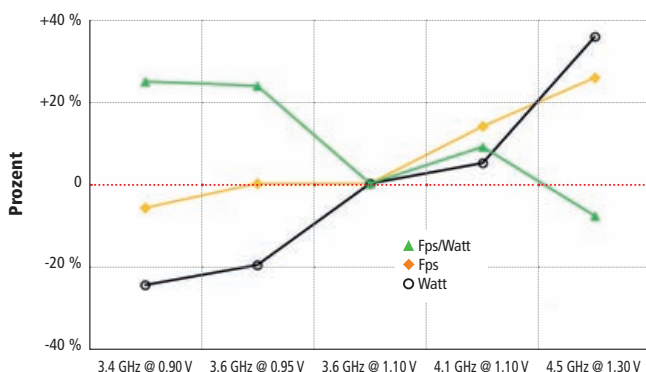
Der i5 ist von Haus aus bereits sehr sparsam, bietet jedoch Undervolting-Potenzial: Mit aktivem Turbo (3,6 GHz auf allen vier Kernen) läuft er auch noch mit 0,95 statt 1,10 Volt stabil – das verringert die Leistungsaufnahme um fast 20 Watt. Bei Standardspannung erreicht der Chip problemlos 4,1 GHz und die 4,5-GHz-Marke fällt bei 1,30 Volt.

Die Board-Frage

AMD wie Intel offerieren den Mainboard-Herstellern die meisten Sockel mit unterschiedlich ausgestatteten Chipsätzen (auch PCH, respektive FCH genannt). Abhängig von der Anzahl der USB-3.0- oder auch SATA-6Gb/s-Ports erhöht sich deren Leistungsaufnahme und damit die der Platine. Weiterhin spie-

UV + OC: Einfluss auf den Core i5-3570K

Komplettes System mit Enermax Platimax 600W; x264 HD Test #2

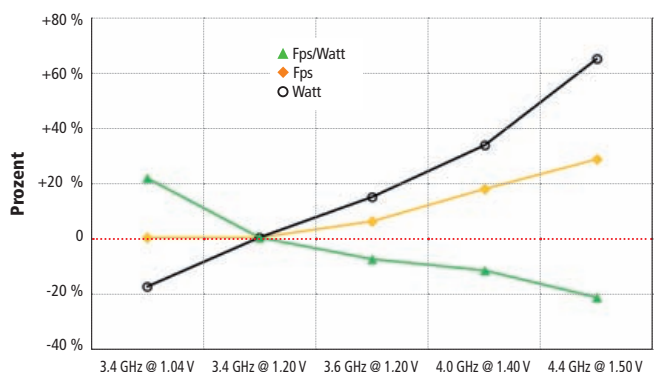


Core i5-3570K	Fps	Watt	Fps/Watt
3,4 GHz @ 0,90 V	31,7 (-6 %)	69 (-25 %)	45,9 (+25 %)
3,6 GHz @ 0,95 V	33,7 (+0 %)	74 (-20 %)	45,5 (+24 %)
3,6 GHz @ 1,10 V	33,7 (Basis)	92 (Basis)	36,6 (Basis)
4,1 GHz @ 1,10 V	38,5 (+14 %)	97 (+5 %)	39,7 (+9 %)
4,5 GHz @ 1,30 V	42,3 (+26 %)	125 (+36 %)	33,8 (-8 %)

System: Geforce GT 430, Intel Z77, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 Beta **Bemerkungen:** Der Core i5-3570K bietet viel Undervolting-Potenzial, so sind 0,2 Volt weniger bei 200 MHz geringerer Frequenz möglich. Bei 4,5 GHz hingegen wird der Chip ineffizient – ein Wert um die 4,0 GHz empfiehlt sich jedoch.

UV + OC: Einfluss auf den FX-8120 (95W TDP)

Komplettes System mit Enermax Platimax 600W; x264 HD Test #2



FX-8120	Fps	Watt	Fps/Watt
3,4 GHz @ 1,04 V	31,4 (+0 %)	117 (-8 %)	26,8 (+22 %)
3,4 GHz @ 1,20 V	31,4 (Basis)	143 (Basis)	22,0 (Basis)
3,6 GHz @ 1,20 V	33,3 (+6 %)	164 (+15 %)	20,3 (-8 %)
4,0 GHz @ 1,40 V	36,9 (+18 %)	191 (+34 %)	19,3 (-12 %)
4,4 GHz @ 1,50 V	40,6 (+29 %)	237 (+66 %)	17,1 (-22 %)

System: Geforce GT 430, AMD 970/, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 Beta **Bemerkungen:** Mit leicht verringertem Takt und 0,15 Volt weniger agiert der FX effizienter als mit der Basisfrequenz – ansonsten ist das Gegenteil der Fall: Eine Übertaktung geht mit einer sehr hohen Leistungsaufnahme einher.



len Zusatz-Controller wie Firewire eine große Rolle, da diese sich messbar negativ auf die Energiebilanz auswirken – Sie sollten daher alle nicht benötigten Zusatzchips im BIOS/UEFI deaktivieren. Dies spart je nach Board bis zu 15 Watt. Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist der generelle Aufbau, respektive die Ausrichtung des Boards: Aufwendig gestaltete Übertaktbretter mit vielen Spannungsphasen und Platinenschichten (Layer) fressen deutlich mehr Strom als schlichte Einsteiger-Modelle.

Sockel 1155

Ausstattungsmonster wie das Gigabyte Z77X-UD5H-WB Wifi oder das Asus P8Z77 WS benötigen 20 bis 30 Watt mehr als normale Boards. Wenn Sie alle Controller aktivieren, kann die Differenz zu einem einfachen MSI Z77A-GD65 oder B75A-G43 auch über 50 (!) Watt betragen. Besser übertakten lassen sich die Stromschlucker kaum – einzig sehr ambitionierte Overclocker greifen zu. Das B75A-G43 etwa ist extrem sparsam, bietet aber dennoch mit einem SATA-6Gb/s- sowie vier USB-3.0-Ports genügend Anschlüsse für einen Spiele-Rechner.

Sockel AM3(+)

Da die aktuellen FX-Chips bis zu 125 Watt TDP aufweisen, müssen die Platinen etwas aufwendiger sein als ihre Intel-Pendants (95 Watt), im Leerlauf aber zeigt sich dies nicht. Sparsame Boards mit dem 970-Chipsatz sind daher gleichauf, das Argument der besseren Ausstattung bei gleichem Preis ist mit dem B75-Chipsatz passé. Empfehlenswert ist unter anderem das Asus M5A99X Evo.

Sockel 2011

Intels High-End-Plattform erfordert aufwendige Platinen, da jedoch praktisch alle Boards ähnliche Zusatzfunktionen bieten, hält sich die Watt-Differenz in Grenzen. Durchweg sparsam ist MSIs X79A-GD65 (8D), welches wir auch für unsere CPU-Tests einsetzen. USB 3.0 und SATA-6Gb/s sind vorhanden, auch Firewire steht zur Verfügung.

Die Übertaktungsmöglichkeiten gibt die CPU vor, teure und stromfressende Platinen lohnen sich beim Sockel 2011 nicht – mit der Einschränkung, dass dies nur bei alltagstauglichem OC gilt; hier limitiert ohnehin oft die Kühlung. ➤

Effizienzvergleich Sockel 2011

Mainboard	Strom (Leerlauf/Last) *	Ausstattung **
Asus Rampage IV Formula	103/322 W	6 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s
MSI X79A-GD65 (8D)	81/295 W	4 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s, Firewire
Gigabyte G1 Assassin 2	91/321 W	4 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s
Asrock X79 Extreme 4	91/319 W	4 x USB 3.0, 5 x SATA-6GB/s

* Core i7-3960X, Geforce 580, 8 GB DDR3-1600-RAM ** Auszug

Effizienzvergleich Sockel AM3+ (9er Chipsätze)

Mainboard	Strom (Leerlauf/Last) *	Ausstattung **
Asus Crosshair V Formula	77/286 W	6 x USB 3.0, 7 x SATA-6GB/s
Asrock 970 Extreme4	80/297 W	4 x USB 3.0, 5 x SATA-6GB/s, Firewire
Gigabyte 970A-UD3	88/310 W	4 x USB 3.0, 6 x SATA-6GB/s, Firewire
Asus M5A99X Evo	75/295 W	4 x USB 3.0, 6 x SATA-6GB/s, Firewire
MSI 970A-G45	77/297 W	2 x USB 3.0, 6 x SATA-6GB/s

* FX-8150, Radeon HD 5870, 4 GB DDR3-1333 ** Auszug

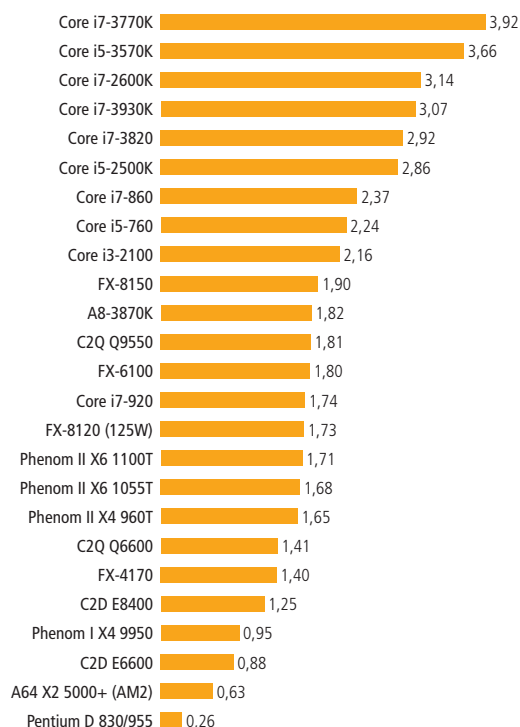
Effizienzvergleich Sockel 1155 (7er Chipsätze)

Mainboard	Strom (Leerlauf/Last) *	Ausstattung ***
Gigabyte Z77X-UD5H-WB Wifi	68/221 W	10 x USB 3.0, 5 x SATA-6GB/s, WLAN, Bluetooth, Firewire
MSI Z77A-GD65	51/204 W	4 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s
Asus P8Z77-V Pro	58/212 W	8 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s, WLAN
Asus Sabertooth Z77	55/212 W	6 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s
Gigabyte Z77X-D3H	61/217 W	8 x USB 3.0, 4 x SATA-6GB/s

* Core i7-3770K, Radeon HD 7950, 4 GB DDR3-1333-RAM ** Auszug

Fps pro Watt von 25 CPUs: Intel weit in Front

x264 HD Test #2, komplettes System mit Platimax 600W

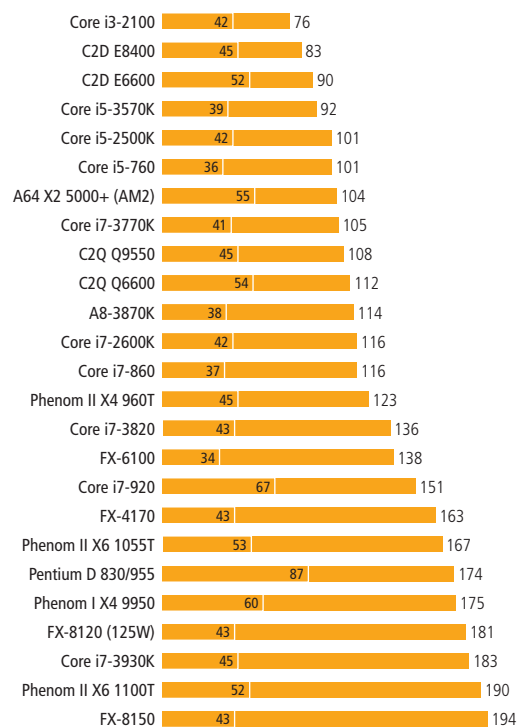


System: Geforce GT 430, Intel P45/P55/P67/X79/Z77, AMD 790FX/970/A75 Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 Beta **Bemerkungen:** Ivy und Sandy Bridge führen das Feld mit Abstand an, gefolgt von den Lynnfields. AMD liegt im (hinteren) Mittelfeld.

Fps/Watt *
➤ Besser

Stromverbrauch von 25 CPUs (Leerlauf, Last)

Enermax Platimax 600 Watt (80 Plus Platin), gesamtes System in Watt

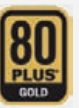


System: Geforce GT 430, Intel P45/P55/P67/X79/Z77, AMD 790FX/970/A75 Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 Beta **Bemerkungen:** Moderne Plattformen sind im Leerlauf sehr sparsam, unter Last brillieren die aktuellen Intel-Chips, AMD ist abgeschlagen.

Watt
2D Last
◀ Besser



Übersicht: Effizienzklassen von Netzteilen

Effizienzkategorie	80 Plus Bronze	80 Plus Silber	80 Plus Gold	80 Plus Platin
				
20 Prozent Last	81 % Effizienz	85 % Effizienz	88 % Effizienz	90 % Effizienz
50 Prozent Last	85 % Effizienz	89 % Effizienz	92 % Effizienz	94 % Effizienz
100 Prozent Last	81 % Effizienz	85 % Effizienz	88 % Effizienz	91 % Effizienz
Gültig für 230 Volt Netzspannung				

Netzteil-Effizienz im Vergleich

Output-Leistung von 250 Watt (50 Prozent Last)

80 Plus Platin (94 %)	266
80 Plus Gold (92 %)	272
80 Plus Silber (89 %)	281
80 Plus Bronze (85 %)	294

System: Rechenbeispiel bei gleicher Output-Leistung mit unterschiedlicher Effizienz
Bemerkungen: Um dem System 250 Watt zur Verfügung zu stellen, muss ein Bronze-Netzteil gut zehn Prozent mehr Energie aufnehmen – es ist also ineffizienter.

Watt
 Besser

Effizientes System: Circa 550 Euro

Komponente	Modell	Preis
Grafikkarte	Sapphire Radeon HD 7770	€ 110,-
Mainboard	Asus P8H61/USB3 Rev 3.0 (H61-Chipsatz)	€ 50,-
Prozessor	Pentium G850	€ 70,-
Netzteil	Be Quiet Straight Power E9 400 Watt	€ 55,-
Arbeitsspeicher	G-Skill 2 x 4 GiByte DDR3-1333	€ 35,-
SSD / HDD	Crucial M4 64 GB / Samsung Eco-Green F3 1 GB	€ 160,-
Gehäuse	Corsair Carbide Series 300R	€ 60,-
Kühlung	Boxed-Kühler (liegt dem Pentium bei)	€ 0,-
Gesamtpreis		€ 540,-

Effizientes System: Circa 900 Euro

Komponente	Modell	Preis
Grafikkarte	Sapphire Radeon HD 7850	€ 220,-
Mainboard	MSI B75A-G43 (B75-Chipsatz)	€ 75,-
Prozessor	Core i5-3570K	€ 200,-
Netzteil	Be Quiet PCGH Edition 500 Watt	€ 70,-
Arbeitsspeicher	G-Skill 2 x 4 GiByte DDR3-1600	€ 45,-
SSD/HDD	Crucial M4 64 GB / Samsung Eco-Green F3 1 GB	€ 160,-
Gehäuse	Anidéas AI6B	€ 100,-
Kühlung	Scythe Mugen 3 PCGH-Edition	€ 45,-
Gesamtpreis		€ 915,-

Effizientes System: Circa 1.500 Euro

Komponente	Modell	Preis
Grafikkarte	Geforce GTX 680	€ 480,-
Mainboard	MSI Z77A-GD65 (Z77-Chipsatz)	€ 160,-
Prozessor	Core i7-3770K	€ 300,-
Netzteil	Enermax Platimax 600 Watt	€ 160,-
Arbeitsspeicher	G-Skill 2 x 4 GiByte DDR3-1600	€ 45,-
SSD/HDD	Crucial M4 128 GB / Samsung Eco-Green F3 1 GB	€ 180,-
Gehäuse	Anidéas AI6B	€ 100,-
Kühlung	Scythe Mugen 3 PCGH-Edition	€ 45,-
Gesamtpreis		€ 1.470,-

Netzteile und Peripherie

Lohnt sich ein Platin-Modell? Was ist mit Sound-Karten und RAM?

Seit ein paar Jahren wirbt praktisch jeder Hersteller mit dem 80-Plus-Zertifikat, mittlerweile ist im Desktop-Bereich das Platin-Siegel das Maß aller Dinge. Im Vergleich zu Bronze muss die Effizienz um bis zu zehn Prozent besser sein – soll das Netzteil 250 Watt für die Komponenten bereitstellen, äußert sich das wie folgt: Ein 80-Plus-Platin-Gerät muss 266 Watt aus dem Stromnetz ziehen, ein 80-Plus-Bronze-Energieversorger hingegen 294 Watt. Diese Differenz ist bei den aktuellen Strompreisen vernachlässigbar, zumal die Anschaffungskosten für ein 80-Plus-Platin-Gerät nach wie vor recht hoch sind.

SSDs, HDDs und Sound

In den meisten Rechnern steckt eine SSD und/oder mehrere Festplatten. Die Flash-Datenträger benötigen rund drei bis vier Watt, eine klassische Festplatte hingegen erreicht je nach Modelle Werte bis hin zu 15 Watt – wenngleich es hier darauf ankommt, ob auf die HDD zugegriffen wird oder nicht.

Deutlich größer sind die Unterschiede bei der Audioausgabe: Stecken Sie statt des Onboard-Chips eine dedizierte Sound-Karte in Ihren Rechner, so klingt dies nicht nur besser, sondern erhöht auch die Leistungsaufnahme messbar: So kommt eine X-Fi Xtreme Music auf immerhin 18 Watt, modernere Modelle wie eine Asus Xonar Essence ST liegen bei unter zehn Watt.

Eine Frage der Kanäle

Ein Arbeitsspeicher-Modul an sich nimmt kaum mehr als zwei Watt

auf, der Unterschied zwischen normalen und sogenannten Low-Power-Modulen (1,20 bis 1,35 statt 1,50 Volt bei DDR3) liegt ebenfalls in diesem Bereich – für Notebooks wichtig, im Desktop-Bereich eher zweitrangig. Entscheidender ist die Anzahl an Sticks, vier statt zwei fordern den IMC stärker: Im Test mit einem Core i5-3570K stieg der Stromverbrauch um elf Watt.

Display: LED gegen CCFL/LCD

Sollten Sie sich einen neuen Bildschirm zulegen, achten Sie darauf, dass es sich um ein Modell mit LED-Hintergrundbeleuchtung handelt. Gegenüber einem CCFL- oder LED-Pendant benötigen diese im Betrieb drastisch weniger Energie – entsprechende Messungen finden Sie in unseren Marktübersichten.

Sparsames Gesamtsystem

In der Randspalte haben wir drei Rechner für einen Neukauf bei unterschiedlichen Preispunkten zusammengestellt. Im Leerlauf benötigen alle zwischen 40 und 50 Watt, unter Last arbeiten die Systeme durchweg effizient. (ms/rs)

Fazit

Hardware

Energie-Effizienz

AMDs wie Nvidias aktuelle Grafikkarten mit GPUs im 28-Nanometer-Verfahren erweisen sich als sehr effizient, selbiges gilt für Intels Sandy- sowie Ivy-Bridge-Prozessoren. Im Mainboard-Sektor kommt es stark auf die Platine an, wohingegen zusätzliche Peripherie meist nur ein paar Watt ausmacht. Effiziente Netzteile sind mittlerweile preiswert.



Das Enermax Platimax (hier die 600-Watt-Version) ist eines der effizientesten Netzteile am Markt und mit maximal 0,6 Sone bei bis zu 80 Prozent Auslastung flüsterleise.



TRIFF DIE RICHTIGE WAHL.
RÜSTE DICH FÜR DEN SIEG.

Mass Effect 3: Erobere die Erde zurück -
mit NVIDIA® GeForce® GTX.



GEAR UP. GAME ON.
GEFORCE GTX

Core i5 3570K - GTX580



- ▶ Intel Core i5-3570K
Sandy Bridge, 4 x 3,40Ghz
- ▶ 8GB DDR-3 PC1600 RAM
- ▶ 1000GB HardDisc
S-ATA II, 7200U/Min., 32MB Cache
- ▶ EVGA GeForce GTX 580
1536MB DDR5, DirectX 11.0
- ▶ MSI B75MA-P45
USB 3.0, Intel B75 Chipsatz
- ▶ 24x Dual-Layer DVD Writer
Multi-Format + Nero SW 10.0
- ▶ Cooler Master GX-Series 600W
80 Plus Netzteil

Art.Nr.: 4260219656788

nur € 819,-
oder günstig finanzieren* ab
€ 17,19 / Monat über 60 Monate

Core i7-2600K - GTX570 OC



- ▶ Intel Core i7-2600K
Sandy Bridge, 4 x 3,40Ghz
- ▶ 16GB DDR-3 PC1333 RAM
- ▶ 1000GB HardDisc
S-ATA 3 6GB/s, 7200U/Min.
- ▶ EVGA GeForce GTX 570 Superclocked
1280MB DDR5, DIRECTX 11.0
- ▶ Gigabyte B75M
USB 3.0, Intel B75 Chipsatz
- ▶ 24x Dual-Layer DVD Writer
Multi-Format + Nero SW 10.0
- ▶ Cooler Master GX-Series 600W
80 Plus Netzteil

Art.Nr.: Offer-052

nur € 879,-
oder günstig finanzieren* ab
€ 16,45 / Monat über 72 Monate

Core i7-3770K - GTX570



- ▶ Intel Core i7-3770K
Sandy Bridge, 4 x 3,50Ghz
- ▶ 16GB Kingston DDR-3 PC1333
- ▶ 1000GB HardDisc
S-ATA 3 6GB/s, 7200U/Min.
- ▶ EVGA GeForce GTX 570
1280MB GDDR5, DirectX 11.0
- ▶ MSI Z77-G43
Intel Z77 Chipsatz, bis DDR3-1600
- ▶ 24x Dual-Layer DVD Writer
Multi-Format + Nero SW 10.0
- ▶ Cooler Master GX-Series 650W
80 Plus Netzteil

Art.Nr.: 4260219656757

nur € 999,-
oder günstig finanzieren* ab
€ 19,25 / Monat über 72 Monate

Core i7-3770K - GTX680



- ▶ Intel Core i7-3770K
Sandy Bridge, 4 x 3,50Ghz
- ▶ 16GB DDR-3 PC1600 RAM
- ▶ 120GB OCZ Agility 3 SSD
S-ATA 6Gb/s, 2.5"
- ▶ EVGA GeForce GTX 680
2048MB DDR5, DirectX 11.0
- ▶ Gigabyte GA-Z77M-D3H
Intel Z77 Chipsatz, bis DDR3-1600
- ▶ 24x Dual-Layer DVD Writer
Multi-Format + Nero SW 10.0
- ▶ Cooler Master GX-Series 650W
80 Plus Netzteil

Art.Nr.: 4260219652683

nur € 1299,-
oder günstig finanzieren* ab
€ 23,72 / Monat über 72 Monate

Design by www.ninepoint.de

Lars Ankermann
Alemanenstr. 2 79331 Teningen
Fon: 07641-9340830 E-Mail: info@ankermann-edv.de
Fax: 07641-9340831 Internet: www.ankermann-edv.de



Traumsystem konfigurieren unter: www.ankermann-pc.com

* es handelt sich um ein Angebot der Commerz Finanz GmbH mit einem eff. Jahreszins von 9,90 % inkl. Bearbeitungsgebühr. Alle Preise in Euro brutto inkl. gesetzlicher MwSt. zzgl. Versandkosten. Abb. ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Änderungen vorbehalten. Alle Angebote solange der Vorrat reicht.

Grafikkarten

Grafikkarten, VGA-Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte



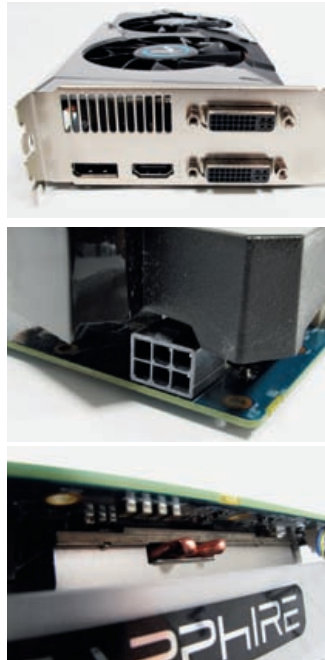
Raffael Vötter
Fachbereich Grafikkarten
E-Mail: rv@pcgh.de

Kommentar

Rosa Herzen und Glitzer: Ich würd's nehmen!
Der ewige Kampf um „form follows function“.

Die Menschheit ist oberflächlich: Unsere Partnerwahl beginnt mit Gucken, schließlich ist ein guter Charakter nicht auf die Stirn tätowiert, während ein hübsches Gesicht und ein wohlgeformter Rest direkt auffallen. Speziell im Sommer. Klar: Eine hübsche Partnerin wünscht sich jeder. Dieser Fokus auf Äußerlichkeiten ist aber nicht ultimativ zielführend – das weiß jeder, der schon Beziehungen geführt hat, welche länger als zwei Wochen hielten. ;-) Doch ich schweife ab.

Gehören Sie auch zu jenen Menschen, die beim Hardware-Kauf auf das Design achten? Natürlich tun Sie das. Aber wie relevant ist die Optik des Wunschgeräts? Auch hier kommt es wieder auf die Geräteklasse an: Ein subjektiv „hässliches“ Gehäuse ist mit Sicherheit ein größerer Dorn im Auge als ein fragwürdig gestaltetes Mainboard – es steht schließlich frei herum und reflektiert das Umgebungslicht. Nehmen wir stattdessen Grafikkarten, das Thema, welches mich zu dieser Kolumne trieb: Ich würde sogar ein Modell mit rosa Herzen, Glitzersteinchen und aufgedruckten Einhörnern kaufen, wenn diese Elemente der einzige Weg wären, um null Geräuschkentwicklung, eisige Temperaturen und +1.337 Prozent Overclocking-Potenzial zu erhalten. Das ist mein Ernst. Die Optik einer Grafikkarte interessiert mich nicht, die Leistung zählt. Ihr Antlitz sehe ich nur einmal – vor dem Einbau. Okay, beim Ausbau noch mal. Allerdings gehöre ich auch zu den langweiligen Bling-Bling-Bremsen mit einem schaufensterfreien Gehäuse. Und Sie? Herzen kontra Superkraft – schreiben Sie mir!



Totenstille: HD 7770 Vapor-X OC

Was passiert, wenn ein kleiner, sparsamer Chip auf eine große Verdampfungskammer und eine intelligente Lüftersteuerung trifft? Stille.

Obgleich es hörbare Ausreißer gab, genießt Sapphires Vapor-X-Reihe den Ruf, besonders leise Grafikkarten hervorzubringen. Die Paarung eines sparsamen Grafikchips wie AMDs Cape Verde XT (Radeon HD 7770) mit einem potenten Kühler ist vielversprechend: Die Abwärme der 123 mm² kleinen GPU wird von zwei 6-Millimeter-Heatpipes und einer Vapor-Chamber abgeführt, eine sehr gute Lüftersteuerung übernimmt den Rest. Im Leerlauf, beim Blu-ray-Konsum und beim Multi-Monitoring messen wir eine Lautheit von kaum wahrnehmbaren 0,3 Sone. Ist die Rechenkraft des auf 1.100/2.600 MHz übertakteten Probanden gefragt, dreht das

Lüfterduo von 1.150 auf 1.350 U/min auf und erzeugt 0,6 Sone – die Sapphire HD 7770 Vapor-X OC ist aus einem geschlossenen Gehäuse kaum herauszuhören. Das hat die Karte auch ihrer geringen Leistungsaufnahme zu verdanken, in Spielen fließen 83 und im Leerlauf (ein Monitor) nur acht Watt durch das Netzteil. In Sachen OC stecken 1.250/3.000 MHz in unserem Muster.

Dank der werkseitigen Übertaktung um +10/16 Prozent (GPU/VRAM) kann es die Karte knapp mit einer HD 6850 aufnehmen, unterliegt der mit 140 Euro ähnlich teuren HD 6870 jedoch klar. Sie haben die Wahl: Entweder Sie investieren in die Vapor-X und damit in Stille und ein modernes Featureset (besseres AF, Zero Core, DX11.1) oder Sie geben der Bildrate den Vorzug – dann ist die HD 6870 die bessere Wahl. (rv)

CASEKING.de
präsentiert:

AMD RADEON THREE FOR FREE Bundles

Beim Kauf einer PowerColor RADEON HD 7970 (V2) oder einer VTX3D RADEON HD 7950 X-Edition erhalten Sie gleich drei Spiele gratis dazu. Die Gratis-Spiele: Dirt Showdown, NEXUIZ und Deus Ex. Nur solange der Vorrat reicht!



Generations-Kuddelmuddel

Alle Jahre wieder ... versuchen Hersteller, durch neue Produktbezeichnungen alte Technik attraktiver erscheinen zu lassen. Es ist wieder mal so weit.

Bereits des Öfteren haben wir über das Thema „Rebranding“ berichtet. Dabei handelt es sich um eine Art „Umverpacken“ bekannter Technik: Durch Änderung der Produktbezeichnungen soll dem Kunden suggeriert werden, ein Mitglied der aktuellen Generation zu erwerben – und gleichzeitig soll natürlich der Glanz aktueller High-End-Benchmarkwerte und 3D- sowie Video-Funktionen auf die ganze Serie abstrahlen. Das Problem: Oft fehlen den umbenannten Produkten die spannendsten Funktionen. So auch bei Teilen von Nvidias GT-600-Reihe und einigen von AMDs HD-7000-Notebook-GPUs.



Während Nvidias Kepler-Chips primär für höhere Energieeffizienz als ihre Vorgänger mit dem Codenamen Fermi stehen, hat bei AMD inzwischen die moderne GCN-Architektur Einzug gehalten – neben Stromspar-Funktionen auch mit besserer Compute-Eignung sowie höherer 3D-Bildqualität. Während AMD (bislang) einen Architekturschnitt unter der 7700er-Reihe macht, gibt es bei Nvidia mit der GT 630 sogar zwei Karten mit demselben Namen, aber unterschiedlichen GPU-Generationen. Achten Sie daher beim Einkauf besonders im Elektromarkt oder bei Ebay auf die in den Tabellen angegebenen Details und fragen Sie gegebenenfalls nach! (cs)

GeForce GT 630 (Fermi)



GeForce GT 640 OEM (Kepler)



Bilder: Nvidia

GeForce-600-Reihe

GeForce ...	Architektur	Shader	Takt (MHz)	TDP	Entspricht circa ...
GT 645 (OEM)	Fermi	288	776/1.552	140 Watt	GTX 560 SE
GT 640 (OEM)	Kepler	384	797	50 Watt	—*
GT 630 (OEM)	Kepler	192	875	50 Watt	—*
GT 630	Fermi	96	810/1.620	65 Watt	GT 440
GT 620 (OEM)	Fermi	48	810/1.620	30 Watt	GT 520
GT 620	Fermi	96	700/1.400	49 Watt	GT 430/GT 530
GT 610	Fermi	48	810/1.620	29 Watt	GT 520

* Bislang sind noch keine vergleichbaren, Kepler-basierten Desktop-Karten erschienen.

AMD Radeon HD 7000M

Radeon ...	Architektur, Chip-Codename (vgl. Desktop-Chip)	Shader	Speicher-interface	Entspricht untertakter* ...
HD 7900M	GCN, Wimbledon (Pitcairn XT)	1.280	256 Bit	Radeon HD 7870
HD 7800M	GCN, Heathrow (Cape Verde XT)	640	128 Bit	Radeon HD 7770
HD 7700M	GCN, Heathrow (Cape Verde Pro)	512	128 Bit	Radeon HD 7750
HD 7600M	VLIW5, Thames (Turks)	480	128 Bit	Radeon HD 6670
HD 7500M	VLIW5, Thames (Turks)	480	64 Bit	Radeon HD 6570
HD 7400M	VLIW5, Seymour (Caicos)	160	64 Bit	Radeon HD 6450
HD 7300M	VLIW5, Cedar	80	64 Bit	Radeon HD 5450

* Mobile Taktraten sind oft deutlich geringer, daher ist nur eine sehr grobe Einschätzung möglich.

PCGH-Leistungsindex Single-GPU

BESSER ► | Normierte Leistung

GeForce GTX 680 (2 GiByte)	Preis: € 480 (–10 €)	100 %
1.680 x 1.050: 88 - 53 - 113 - 68 - 76 - 50 - 53 1.920 x 1.080: 78 - 47 - 104 - 61 - 62 - 43 - 50 2.560 x 1.600: 44 - 26 - 67 - 37 - 35 - 24 - 39		
GeForce GTX 670 (2 GiByte)	Preis: € 350 (–)	93,2 %
1.680 x 1.050: 86 - 49 - 103 - 62 - 70 - 48 - 48 1.920 x 1.080: 76 - 44 - 94 - 56 - 58 - 43 - 47 2.560 x 1.600: 41 - 24 - 60 - 33 - 33 - 24 - 34		
Radeon HD 7970 (3 GiByte)	Preis: € 400 (–20 €)	91,9 %
1.680 x 1.050: 89 - 49 - 82 - 61 - 83 - 55 - 38 1.920 x 1.080: 80 - 44 - 75 - 55 - 74 - 49 - 35 2.560 x 1.600: 48 - 26 - 51 - 35 - 45 - 26 - 25		
GeForce GTX 580 (1,5 GiByte)	Preis: € 330 (+/-0 €)	81,2 %
1.680 x 1.050: 80 - 39 - 79 - 59 - 59 - 42 - 46 1.920 x 1.080: 70 - 34 - 74 - 53 - 48 - 38 - 44 2.560 x 1.600: 40 - 20 - 46 - 32 - 28 - 22 - 32		
Radeon HD 7950 (3 GiByte)	Preis: € 330 (–20 €)	78,2 %
1.680 x 1.050: 78 - 41 - 69 - 50 - 71 - 47 - 34 1.920 x 1.080: 70 - 37 - 62 - 45 - 62 - 42 - 32 2.560 x 1.600: 41 - 23 - 41 - 28 - 38 - 24 - 21		
Radeon HD 6970 (2 GiByte)	Preis: € 260 (–10 €)	71,4 %
1.680 x 1.050: 72 - 37 - 66 - 52 - 68 - 36 - 32 1.920 x 1.080: 62 - 34 - 60 - 46 - 60 - 31 - 30 2.560 x 1.600: 37 - 20 - 39 - 28 - 36 - 17 - 19		
GeForce GTX 570 (1,25 GiByte)	Preis: € 230 (–10 €)	69,8 %
1.680 x 1.050: 67 - 33 - 70 - 51 - 51 - 35 - 42 1.920 x 1.080: 59 - 29 - 64 - 46 - 41 - 31 - 40 2.560 x 1.600: 33 - 17 - 41 - 28 - 24 - 18 - 27		
GeForce GTX 480 (1,5 GiByte)	Preis: Auslaufmodell	68,6 %
1.680 x 1.050: 70 - 31 - 63 - 49 - 51 - 36 - 44 1.920 x 1.080: 61 - 27 - 57 - 44 - 42 - 32 - 42 2.560 x 1.600: 34 - 16 - 35 - 26 - 24 - 18 - 29		
GTX 560 Ti 448 Core (1,25 GiByte)	Preis: € 210 (+/-0 €)	67,1 %
1.680 x 1.050: 64 - 32 - 67 - 50 - 48 - 34 - 41 1.920 x 1.080: 57 - 28 - 61 - 44 - 39 - 30 - 39 2.560 x 1.600: 32 - 16 - 39 - 27 - 23 - 17 - 26		
Radeon HD 7870 (2 GiByte)	Preis: € 290 (+/-0 €)	67,1 %
1.680 x 1.050: 64 - 37 - 66 - 42 - 62 - 38 - 30 1.920 x 1.080: 58 - 33 - 60 - 38 - 54 - 33 - 28 2.560 x 1.600: 34 - 20 - 38 - 24 - 33 - 18 - 17		
Radeon HD 6950 (1 GiByte)	Preis: € 190 (–10 €)	63,1 %
1.680 x 1.050: 64 - 37 - 66 - 42 - 62 - 38 - 30 1.920 x 1.080: 57 - 30 - 52 - 42 - 53 - 28 - 26 2.560 x 1.600: 34 - 15 - 33 - 25 - 32 - 15 - 16		
Radeon HD 6950 (2 GiByte)	Preis: € 180 (–20 €)	62,7 %
1.680 x 1.050: 61 - 33 - 58 - 46 - 60 - 31 - 28 1.920 x 1.080: 54 - 30 - 52 - 41 - 52 - 28 - 26 2.560 x 1.600: 32 - 17 - 34 - 25 - 31 - 15 - 16		
Radeon HD 5870 (1 GiByte)	Preis: Auslaufmodell	62,3 %
1.680 x 1.050: 61 - 32 - 58 - 44 - 61 - 31 - 28 1.920 x 1.080: 55 - 29 - 53 - 39 - 53 - 28 - 26 2.560 x 1.600: 32 - 16 - 35 - 24 - 32 - 15 - 16		
GeForce GTX 560 Ti (1 GiByte)	Preis: € 150 (–20 €)	59,0 %
1.680 x 1.050: 56 - 29 - 61 - 39 - 45 - 28 - 40 1.920 x 1.080: 50 - 26 - 55 - 34 - 37 - 25 - 37 2.560 x 1.600: 28 - 13 - 36 - 20 - 21 - 15 - 23		
Radeon HD 7850 (2 GiByte)	Preis: € 210 (–10 €)	55,9 %
1.680 x 1.050: 57 - 31 - 51 - 33 - 51 - 33 - 28 1.920 x 1.080: 50 - 27 - 46 - 29 - 44 - 29 - 25 2.560 x 1.600: 30 - 16 - 29 - 18 - 27 - 16 - 16		
GeForce GTX 470 (1,25 GiByte)	Preis: Auslaufmodell	54,9 %
1.680 x 1.050: 54 - 25 - 51 - 40 - 40 - 28 - 38 1.920 x 1.080: 48 - 22 - 46 - 35 - 33 - 25 - 35 2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 21 - 19 - 14 - 22		
GeForce GTX 560 (1 GiByte)	Preis: € 140 (+/-0 €)	53,3 %
1.680 x 1.050: 51 - 25 - 54 - 33 - 42 - 26 - 40 1.920 x 1.080: 45 - 22 - 49 - 29 - 35 - 22 - 36 2.560 x 1.600: 24 - 11 - 30 - 16 - 19 - 13 - 23		
Radeon HD 6870 (1 GiByte)	Preis: € 140 (+/-0 €)	51,9 %
1.680 x 1.050: 53 - 28 - 49 - 36 - 50 - 27 - 25 1.920 x 1.080: 46 - 25 - 45 - 32 - 44 - 24 - 23 2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 11 - 13		
Radeon HD 5850 (1 GiByte)	Preis: Auslaufmodell	50,4 %
1.680 x 1.050: 51 - 27 - 48 - 37 - 50 - 23 - 23 1.920 x 1.080: 46 - 24 - 44 - 33 - 43 - 21 - 21 2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 10 - 12		
GeForce GTX 460 (1 GiByte)	Preis: € 130 (–10 €)	45,0 %
1.680 x 1.050: 45 - 23 - 45 - 30 - 33 - 21 - 32 1.920 x 1.080: 39 - 20 - 41 - 26 - 27 - 19 - 28 2.560 x 1.600: 21 - 10 - 26 - 15 - 15 - 11 - 19		
Radeon HD 6850 (1 GiByte)	Preis: € 100 (+/-0 €)	43,4 %
1.680 x 1.050: 47 - 23 - 40 - 29 - 42 - 23 - 21 1.920 x 1.080: 41 - 21 - 36 - 26 - 36 - 20 - 19 2.560 x 1.600: 23 - 11 - 22 - 15 - 22 - 10 - 11		
Radeon HD 7770 (1 GiByte)	Preis: € 110 (–10 €)	35,4 %
1.680 x 1.050: 32 - 20 - 38 - 25 - 33 - 21 - 15 1.920 x 1.080: 30 - 17 - 34 - 22 - 29 - 18 - 13 2.560 x 1.600: 18 - 10 - 21 - 13 - 17 - 10 - 5		
Radeon HD 6790 (1 GiByte)	Preis: € 100 (+/-0 €)	35,4 %
1.680 x 1.050: 35 - 20 - 35 - 25 - 34 - 20 - 15 1.920 x 1.080: 32 - 17 - 32 - 22 - 29 - 17 - 13 2.560 x 1.600: 19 - 10 - 19 - 13 - 17 - 9 - 5		
GeForce GTX 550 Ti (1 GiByte)	Preis: € 95 (+/-0 €)	34,3 %
1.680 x 1.050: 35 - 18 - 36 - 23 - 25 - 16 - 25 1.920 x 1.080: 31 - 15 - 33 - 20 - 21 - 14 - 22 2.560 x 1.600: 17 - 8 - 20 - 11 - 11 - 6 - 12		
Radeon HD 6770 (1 GiByte)	Preis: € 75 (–5 €)	32,3 %
1.680 x 1.050: 32 - 18 - 34 - 24 - 32 - 16 - 14 1.920 x 1.080: 29 - 16 - 30 - 21 - 28 - 14 - 12 2.560 x 1.600: 17 - 9 - 19 - 12 - 16 - 7 - 4		
Radeon HD 5770 (1 GiByte)	Preis: Auslaufmodell	32,3 %
1.680 x 1.050: 32 - 18 - 34 - 24 - 32 - 16 - 14 1.920 x 1.080: 29 - 16 - 30 - 21 - 28 - 14 - 12 2.560 x 1.600: 17 - 9 - 19 - 12 - 16 - 7 - 4		
GeForce GTS 450 (1 GiByte)	Preis: € 75 (–5 €)	28,0 %
1.680 x 1.050: 27 - 14 - 31 - 18 - 23 - 13 - 19 1.920 x 1.080: 23 - 12 - 28 - 16 - 19 - 12 - 17 2.560 x 1.600: 13 - 7 - 17 - 8 - 10 - 6 - 10		
Radeon HD 7750 (1 GiByte)	Preis: € 90 (–10 €)	27,1 %
1.680 x 1.050: 28 - 15 - 26 - 17 - 26 - 17 - 12 1.920 x 1.080: 25 - 13 - 23 - 15 - 22 - 15 - 10 2.560 x 1.600: 15 - 8 - 14 - 8 - 13 - 8 - 4		

Legende: Preisänderung gegenüber dem Vormonat (in Klammern); Indexbalken: Prozent der schnellsten Karte; Durchschnitts-Fps mit 4x MSAA (außer: BF BC 2: 8x MSAA, ME2: Supersample-AA, Metro 2033: Analytical-AA)/ max. AF in 1.680 x 1.050, 1.920 x 1.080 und 2.560 x 1.600

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 4 GiB DDR3-1600 (8-8-8-24, 2T), Win7 x64 SP1

Reihenfolge der Fps-Werte: 1. Battlefield: Bad Company 2; 2. Crysis Warhead; 3. Dirt 3; 4. Dragon Age 2; 5. Mass Effect 2; 6. Metro 2033; 7. Starcraft 2

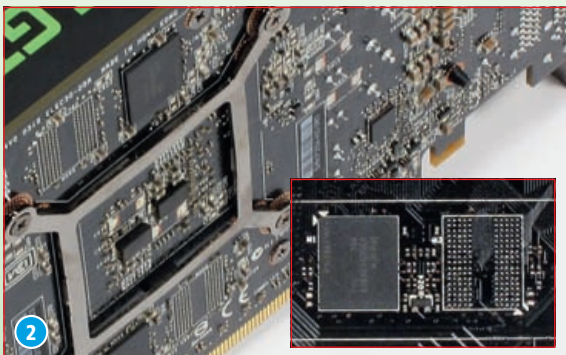
GeForce GTX 670 und GTX 690 im Test und Ausblick auf den GK110 für 2013

GeForce-Offensive



Grafikchip: GK104

Der erste Kepler-Chip ist voll für den Spiele-Einsatz optimiert, Compute-Funktionen stehen hinten. Das Resultat: hervorragende Spieleleistung bei geringem Stromverbrauch.



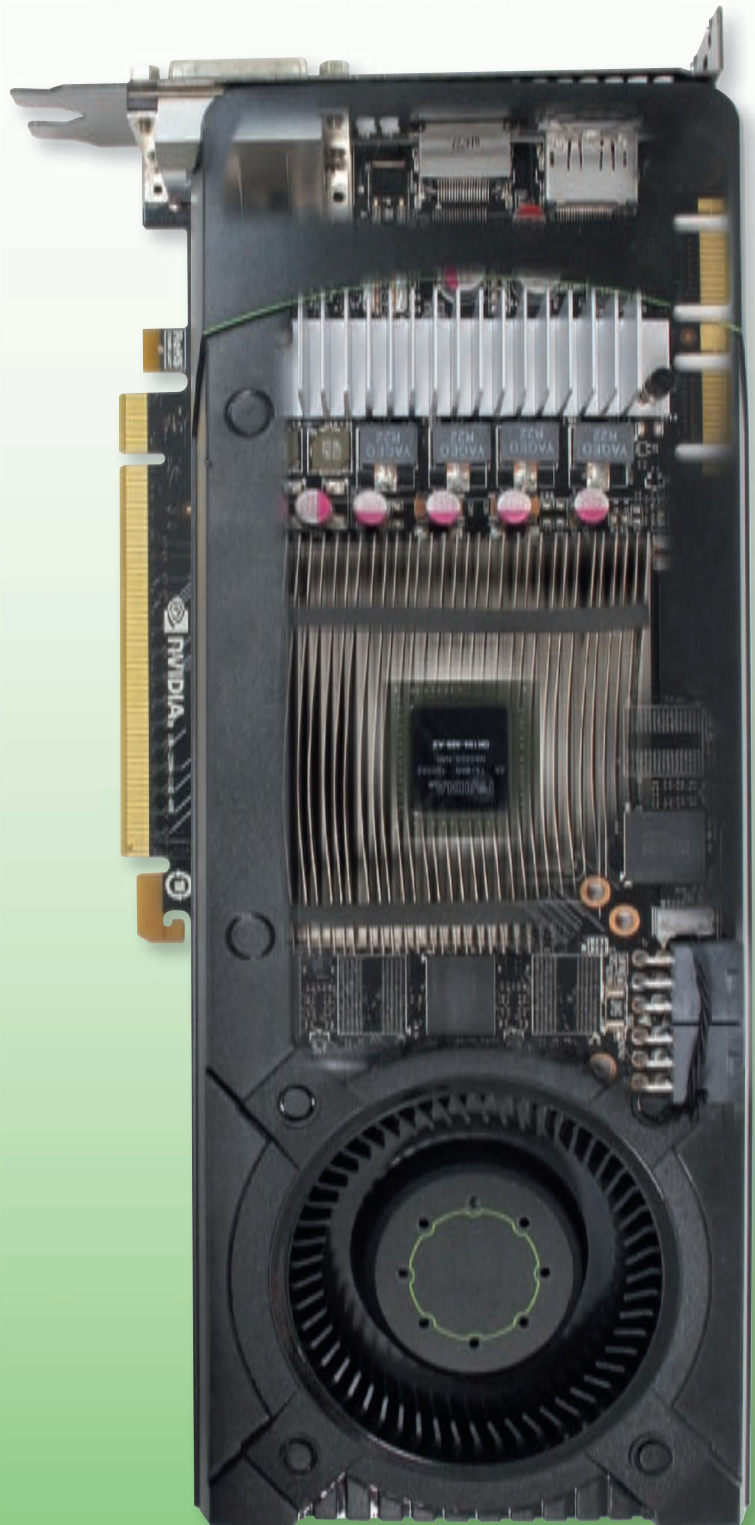
Speicher:

Die 2 GiB GDDR5-RAM sind auf Vorder- und Rückseite der Platine verteilt. Trotz des hohen Taktes von 3.004 MHz (Write-Clocks) verzichtet Nvidia bei der GTX 670 auf weitere Speicherkühlmaßnahmen.



Stromanschlüsse: Fast hätte einer ausgereicht

Die nach oben gerichteten Sechspol-Anschlüsse sowie der PCI-E-Steckplatz versorgen die GTX 670 mit bis zu 225 Watt. Im Test messen wir maximal 158, im Spiele-Durchschnitt gar nur 150 Watt.



Nvidia bläst zum großen Kepler-Angriff: Nach GTX 680 kommen nun der Doppeldecker GTX 690, die abgespeckte GTX 670 und Details zum GK110.

Nach dem verspäteten Launch der ersten GeForce-Karten mit Kepler-Unterbau Ende März gibt Nvidia nun richtig Gas. Nicht nur die OEM-Ränge werden mit Kepler- und Fermi-Karten (siehe Grafikkarten-Startseite) befüllt, auch die betuchteren Käufer sollen im Einzelhandel an die Regale gelockt werden: Mit der GeForce GTX 690 bietet Nvidia eine High-End-Karte mit gleich zwei GK104-Grafikchips. Die ebenfalls auf dem bekannten GK104-Chip basierende GeForce GTX 670 hingegen rundet die Modellpalette einstweilen nach unten ab. Wir machen den Test für beide Karten und geben im Anschluss einen Ausblick auf Nvidias Zukunft – unter anderem in Form des High-End-Monsters GK110.

GeForce GTX 670

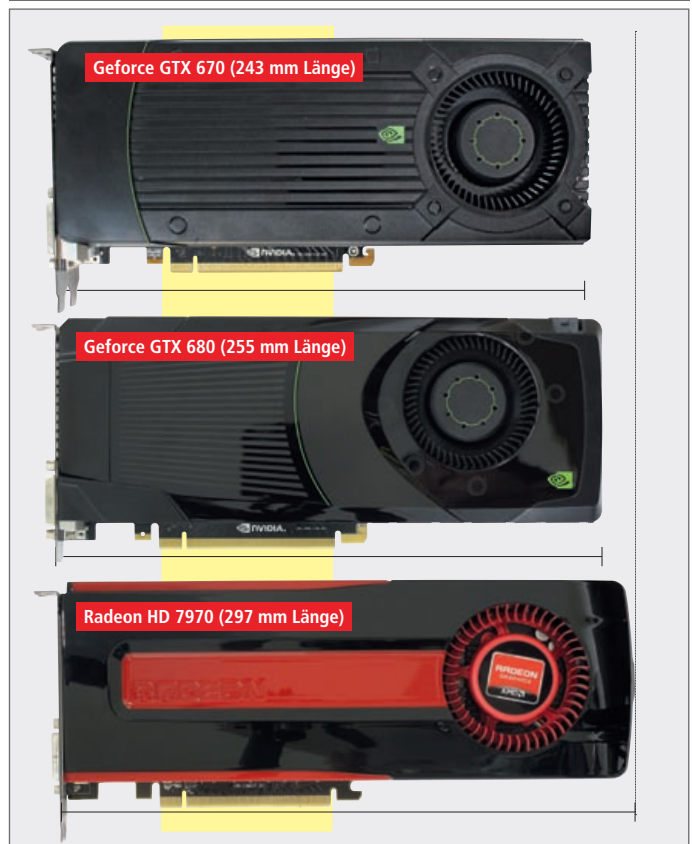
Mit dem dritten Modell auf Basis des Kepler-Chips GK104 – das zweite ist die GTX 690 – möchte Nvidia sich einen größeren Kundenkreis erschließen. Daher setzt man auch den unverbindlich empfohlenen Preis rund 100 Euro unter der GTX

680 an; im PCGH-Preisvergleich ist sie sogar gute 130 Euro günstiger und ab 350 Euro zu haben. Damit tritt sie in direkte Konkurrenz zu AMDs Radeon-Modellen der HD-7900-Reihe, die etwas mehr (HD 7970) beziehungsweise etwas weniger (HD 7950) kosten. Obwohl der Preis immer noch sehr hoch ist, muss Nvidia eine größere Nachfrage als bei der GTX 680 befriedigen. Folgerichtig deaktiviert man einen Shader-Cluster („SMX“), sodass auch Chips verwendet werden können, bei denen einer der acht vorhandenen SMX defekt ist; zudem senken die Kalifornier die GPU-Taktrate um rund 9,5 Prozent. Der Speicher samt angeschlossener Einheiten blieb unangetastet. Auf dem Papier ist die GTX 670 mit ihren 1.344 Shader-ALUs, 112 Textureinheiten und 32 Rasterendstufen damit rund 20 Prozent langsamer als die GTX 680 – die automatische Übertaktung GPU Boost mal außen vor gelassen, doch dazu später mehr. Weitere technische Einzelheiten finden Sie in der unten stehenden Tabelle.

Sparsamkeit ist eine Zier ...

Dank der relativ geringen Leistungsaufnahme der Kepler-Chips konnte Nvidia sowohl bei der GTX-670-Platine als auch beim Referenzkühler den Rotstift ansetzen. Die Platine selbst fällt mit nur 17,4 Zentimetern Länge enorm kompakt für eine

Einbaulänge von High-End-Karten (ab Slotblende)



Video auf Heft-DVD



Raffael Vötter stellt in zwei Praxis-Videos die neuen Nvidia-Modelle GeForce GTX 670 und 690 vor, erläutert Details und beantwortet Fragen, die sich im Zusammenhang mit den beiden Karten bei den Nutzern unweigerlich ergeben werden.

Bonusmaterial



Heft-DVD auf dem Datenträger finden Sie zusätzliche, hochauflösende Bilder und Videos.

Techniktable: High-End-Grafikkarten

Modell	GK 110 (Kepler)	GTX 690 (Kepler)	GTX 680 (Kepler)	GTX 670 (Kepler)	GTX 580 (Fermi)	HD 7970 (Tahiti)	HD 7870 (Pitcairn)
Circa-Preis (UVP/Internet, Euro)	Unbekannt	987,-/940,-	499,-/490,-	392,-/350,-	479,-/340,-	499,-/390,-	349,-/280,-
Codename/Direct-X-Version	GK110/11.1	2x GK104/11.1	GK104/11.1	GK104/11.1	GF110/11.0	Tahiti XT/11.1	Pitcairn XT/11.1
Fertigung/Chipfläche/Transistoren	28 nm/>500 mm²/7.100 Mio.	28 nm/2x 294 mm²/2x 3.540 Mio.	28 nm/294 mm²/3.540 Mio.	28 nm/294 mm²/3.540 Mio.	40 nm/520 mm²/3.000 Mio.	28 nm/365 mm²/4.313 Mio.	28 nm/212 mm²/2.800 Mio.
Takt Grafikchip*/-speicher (MHz)	Unbekannt	915**/3.004 MHz	1.006**/3.004 MHz	915**/3.004 MHz	772*/2.004 MHz	925/2.750 MHz	1.000/2.400 MHz
Shader/SIMDs/TMUs/ROPs	2.880/15/240/48	2x 1.536/8/128/32	1.536/8/128/32	1.344/7/112/32	512/16/64/48	2.048/32/128/32	1.280/20/80/32
SP-/DP-Rechenleistung (Mio. FLOPS)	>3.000/>1.000	2x 2.881/2x 117	3.090/129	2.460/102	1.581/198	3.788/947	2.560/160
Dreiecke/Pixel/Texel pro Sek. (Mio.)	7,5/60/240 pro Takt	2x 3.660/2x 29.280/2x 117.100	4.024/32.192/128.768	3.660/29.280/102.480	3.088/24.704/49.408	1.850/29.600/118.400	2.000/32.000/80.000
Speichermenge/-anbindung/-übertragungsrate	Unbekannt, 384 Bit, unbekannt	2x 2.048 MiB, 2x 256 Bit, 2x 192,3 GByte/s	2.048 MiB, 256 Bit, 192,3 GByte/s	2.048 MiB, 256 Bit, 192,3 GByte/s	1.536 MiB, 384 Bit, 192,4 GByte/s	3.072 MiB, 384 Bit, 264 GByte/s	2.048 MiB, 256 Bit, 153,6 GByte/s

* GF110-Shader-Takt = doppelter Chiptakt
 ** Kepler-Chips mit variablem Boost
 i. d. R.: GTX 690: 1.019 MHz, GTX 680: 1.058 MHz, GTX 670: 980 MHz
 *** GDDR5-RAM, falls nicht anders angegeben

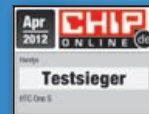
Grafikkarte dieser Leistungsklasse aus, wird aber durch den hinten angebrachten Lüfter auf 24,3 Zentimeter verlängert. Die GTX 670 benötigt eine externe Stromzufuhr über zwei Sechspol-Anschlüsse vom Netzteil, die in Richtung Gehäusedeckel angebracht sind, also die nötige Gehäuselänge nicht vergrößern (s. Aufmacherbild S. 40). Mit minimal geringerem Takt oder Spannung hätte vielleicht auch ein einzelner Sechspol-Anschluss ausgereicht (s. Tabelle auf Seite 46). Im Leerlauf benötigt die GTX 670 rund 15 Watt und ist damit ähnlich sparsam wie die GTX 680. Beide liegen in dieser Disziplin jedoch hinter den meisten aktuellen Radeon-Modellen, selbst wenn man deren (beinahe) Komplettabschaltung „Zero Core“ bei statischem Displayinhalt nicht berücksichtigt. Im Blu-ray- und Multi-Monitor-Betrieb dagegen arbeiten die GeForce-Modelle sparsamer.

Lüfter und Lautstärke

Das 65 Millimeter durchmessende Radialgebläse ist laut Nvidia identisch zu dem der teureren GTX 680. In Verbindung mit dem Aluminium-Block samt Kupferbodenplatte sowie der Ansteuerung durch die GeForce GTX 670 erzeugt es jedoch eine andere Lautstärke-Charakteristik (siehe Extrakasten auf der folgenden Doppelseite). Absolut gesehen geht die Lüfterlautstärke – gemessen im schallarmen Raum aus 50 Zentimetern Abstand senkrecht zur Nabe – mit 0,9 Sone im Leerlauf in Ordnung. Bei Blu-ray- und Multimonitor-Betrieb ist die GTX 670 aus einem geschlossenen Gehäuse ebenso wenig herauszuhören wie ihre Schwester GTX 680, aber lauter als Radeon HD 7970 und 7950. Unter Last wendet sich das Blatt und der niedrige Stromverbrauch sowie die daraus resultierende geringe Wärmeentwicklung der GTX 670 zahlt sich aus. Mit 2,9 Sone bleibt schon das Referenzdesign für eine Karte dieser Leistungsklasse vergleichsweise ruhig – die Partnerkarten in der Marktübersicht ab Seite 54 sind zum Teil nochmals leiser. Doch Nvidia hätte das unserer Meinung nach mit etwas mehr Investition in die Kühllösung durchaus noch besser hinbekommen können.

GPU-Boost

Mit Kepler hat Nvidia eine nicht-deterministische Methode eingeführt, um den Chiptakt der GPU zu erhöhen. Ausgehend von einer Basis-Taktrate können Kepler-Grafikprozessoren sich selbstständig übertakten, sofern sie noch innerhalb des Leistungsbudgets arbeiten. Um diesen Spielraum zu bestimmen, wird in Abständen von 100 Millisekunden die Leistungsabgabe der Stromversorgung auf der Grafikkarte gemessen, analysiert und gegebenenfalls in eine Änderung von Takt und GPU-Spannung umgesetzt. Da hierbei auch die Leckstromanfälligkeit sowie die Temperatur („mehr Wärme, mehr ▶



www.chip.de

TOP-SMARTPHONE HTC ONE S

- ✓ **Überragende Kamera**
- ✓ **Spektakulärer Sound**
- ✓ **Stylisches Design**

€*
0,7 ~~499,-~~

**Weitere topaktuelle
Markenhandys im Internet!**



ALL-NET-FLAT



FLAT

FESTNETZ



FLAT

ALLE
HANDY-NETZE



FLAT

INTERNET



handytarife.de® 11/2011

29,99

~~39,99~~ €/Monat*

**BESTE D-NETZ-
QUALITÄT!**

In bester D-Netz-Qualität unbegrenzt ins gesamte deutsche Festnetz und in alle deutschen Handy-Netze telefonieren und mobil surfen. Mit Ihrem eigenen Handy für 29,99 €/Monat. Oder mit einem kostenlosen Smartphone von 1&1, wie dem HTC One S, für 39,99 €/Monat.

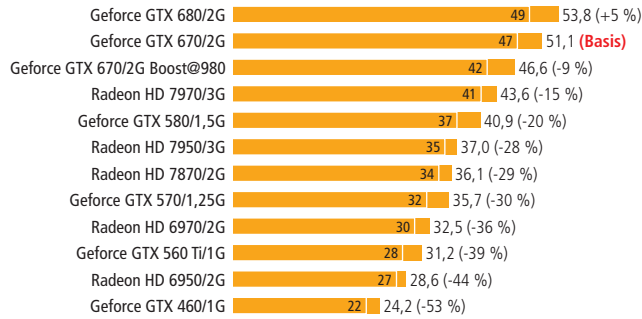


www.1und1.de
0 26 02 / 96 96

*1&1 All-Net-Flat in den ersten 24 Monaten 29,99 €/Monat, danach 39,99 €/Monat oder 1&1 All-Net-Flat mit Smartphone für 39,99 €/Monat. 24 Monate Mindestvertragslaufzeit. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €, keine Versandkosten.

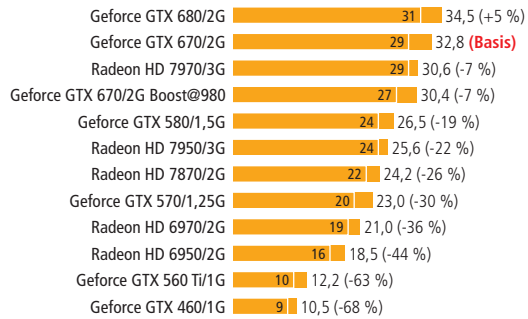
Battlefield 3 (DX11): GTX 670 vor Radeon

1.920 x 1.080, Ultra: 4x MSAA + FXAA/16:1 AF – „Operation Swordbreaker“



Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

2.560 x 1.600, Ultra: 4x MSAA + FXAA/16:1 AF – „Operation Swordbreaker“



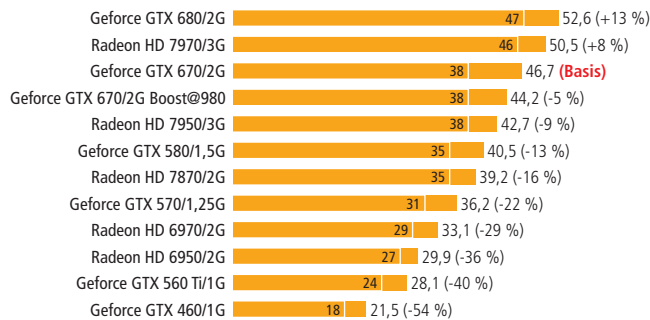
Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Mit aktivem MSAA liegt Battlefield 3 den GeForce-Karten besser, die GTX 670 liegt im Schnitt vor der HD 7970.

Min. Ø Fps
Besser

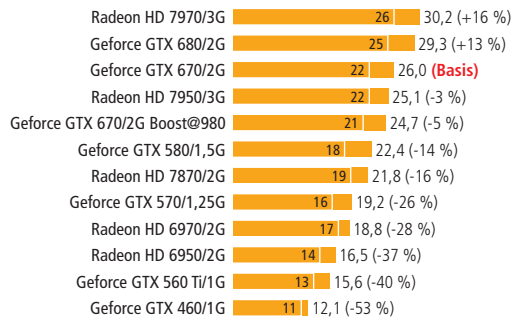
Crysis 2 (DX11, Hi-Res-T.): GTX 670 über 25 Fps

1.920 x 1.080, max. Details, Ingame-AA/16:1 AF – „Lebender Toter“



Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

2.560 x 1.600, max. Details, Ingame-AA/16:1 AF – „Lebender Toter“



Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** In der 2.560er-Auflösung muss sich die GTX 670 bei 980 MHz Boost-Frequenz hier der HD 7950 geschlagen geben.

Min. Ø Fps
Besser

Watt“) eine Rolle spielt, kann die Performance durchaus von Karte zu Karte und System zu System variieren. Nvidia gibt für die GTX 670 eine typische Boost-Clock von 980 MHz an – diese soll laut Nvidia-Dokumenten ein typischer Wert in typischen Spielen in typischen Umgebungen sein. Während unserer Tests erreichte das Referenzmuster der GTX 670 Takte von meist 1.050 bis oftmals 1.084 MHz – deutlich über dem quasi-garantierten Wert von 980 MHz. Wir haben daher per Feinjustierung des Power Target genannten Strombudgets für jedes Spiel in jeder Auflösung die Boost-Clock möglichst dicht an 980 MHz herangeführt, um Ihnen in den Benchmarks eine Art Worst-Case-Anhaltspunkt zu geben. Die Abweichung in die andere Richtung finden Sie in der Marktübersicht ab Seite 54. Über alle Parcour-Spiele ermittelten wir durch den niedrigeren GPU-Boost einen Leistungsrückgang von 5,7 Prozent – am stärksten war der Unterschied bei *Metro 2033* in Full-HD ausgeprägt, welches 9,4 Prozent verlor.

Benchmarks und Leistungsanalyse

Wie üblich haben wir eine Vielzahl von spiele- und damit praxisnahen Leistungsmessungen in der Redaktion angefertigt – fehlen Ihnen in den Benchmarks einzelne Grafikkarten, können Sie ähnlich starke Modelle aus dem Leistungsindex auf Seite 39 als Schätzhilfe heranziehen. Unser Leistungsindex sieht dabei die (Referenz-) GTX 670 mit bis zu 1.084 MHz GPU-Boost sogar knapp vor der HD 7970, deren schlechtes Abschneiden in *Starcraft 2* mit Antialiasing die Radeon zurückwirft. Mit dem auf „Garantiewerte“ reduzierten Boost von 980 MHz jedoch liegt die GTX 670 hinter der schnellsten Radeon-Karte. Zu den Stärken der GTX 670 gehört unter anderem auch *Dirt 3* – ein Spiel aus AMDs Gaming Evolved Programm mit Techniken, die auf AMD-Karten besonders gut laufen sollten. Beim Supersampling-Einsatz in *Mass Effect 2* hängen die Geforce- hingegen der Radeon-Karten hinterher – allerdings ist der Abstand nicht so deutlich wie noch in der Vorgängergeneration.

Bei den aktuellen Spielen *Battlefield 3* und *Crysis 2* ergibt sich ebenfalls ein differenziertes Bild. Im Schlachtfeld-Shooter von EA/Dice liegen die Geforce-Karten ge-

nerell gut und die Radeon-Modelle können bei aktiviertem MSAA nicht ganz mithalten. Sogar in 2.560 x 1.600 liegt die Worst-Case-GTX-670 noch auf Augenhöhe mit der HD 7970. Cryteks *Nanosuit-Ballerspiel* hingegen sieht die Radeon in Full HD trotz starker Tessellationsnutzung eher auf dem Niveau der GTX 680 und in der Königsdisziplin 2.560 x 1.600 gar vor dieser.

Die Vorgängergeneration aus eigenem Hause, die GTX 580 und 570, schlägt die GTX 670 in Spielen mit und ohne GPU-Boost durch die Bank jedoch deutlich und das bei niedrigerer Lautheit und wesentlich geringerem Stromverbrauch. Die hohe Effizienz zeigt sich über den gesamten Parcours (plus *BF3* und *Crysis 2*), in dem die GTX 670 in der Full-HD-Auflösung durchschnittlich mit 150 Watt auskommt und damit 70 Watt sparsamer als die GTX 580 ist. Gleichzeitig bietet sie hier 25 Prozent mehr Fps-Leistung (Achtung: nicht direkt vergleichbar mit dem Leistungsindex!).

In Sachen Compute rächt sich diese Konzentration auf die Gaming-Leistung allerdings. Theoretische wie praktische Tests zeigen in Open CL eine Leistung, die taktbereinigt zwischen GTX 560 Ti und GTX 580 liegt – nur wenige Einzeltests wie zum Beispiel Atomic-Operations sehen die GK104-Karten im Allgemeinen und die GTX 670 im Besonderen vor der Fermi-Garde. Nvidias GPU-Physx belastet Kepler ebenfalls stärker als Fermi, wie wir bereits im Praxisartikel zur GTX 680 in der letzten Ausgabe zeigten.

Am spannendsten ist jedoch fraglos das Abschneiden gegenüber der 130 Euro teureren GTX 680. Hier zeigt sich, dass man bei der GTX 670 bis auf das Gefühl, den „vollständigen“ Chip zu haben, sowie die bessere Haptik der GTX 680 eigentlich auf nichts verzichten muss. Neben der naturgemäß identischen Ausstattung in Sachen 3D-Fähigkeiten und sonstiger Funktionen liegen beide Karten auch in puncto Spieleleistung dicht beieinander. Eine Speicherübertragungsrate auf dem Niveau des Vorgängers GTX 580 erweist sich in vielen Fällen als großer Kepler-Gleichmacher, sodass die GTX 680 ihre Überlegenheit auf dem Papier in der Praxis nicht voll ausspielen kann (s. MÜ ab Seite 54). ▶

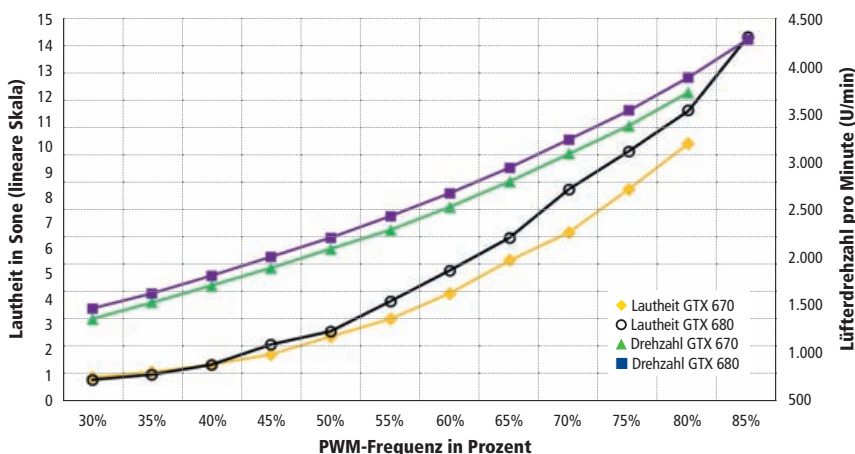
Lautheit und Leistungsaufnahme

	GTX 680	GTX 670	GTX 580	HD 7970*	HD 7950**	HD 7870
Lautheit						
Leerlauf (Windows-7-Desktop)	0,9 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	0,7 Sone	0,5 Sone	0,8 Sone
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	0,9 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	0,7 Sone	0,5 Sone	0,8 Sone
Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)	0,9 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	0,9 Sone	0,5 Sone	0,8 Sone
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	3,5 Sone	2,9 Sone	3,4 Sone	5,7 Sone	5,1 Sone	3,1 Sone
	GTX 680	GTX 670	GTX 580	HD 7970*	HD 7950**	HD 7870
Leistungsaufnahme						
Leerlauf (Windows-7-Desktop)	15,4 Watt	14,9 Watt	32 Watt	22 Watt	17 Watt	11 Watt
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	50 Watt	46 Watt	91 Watt	44 Watt	46 Watt	31 Watt
Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)	20 Watt	19 Watt	42 Watt	51 Watt	49 Watt	46 Watt
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	174 Watt	147 Watt	221 Watt	195 Watt	131 Watt	114 Watt

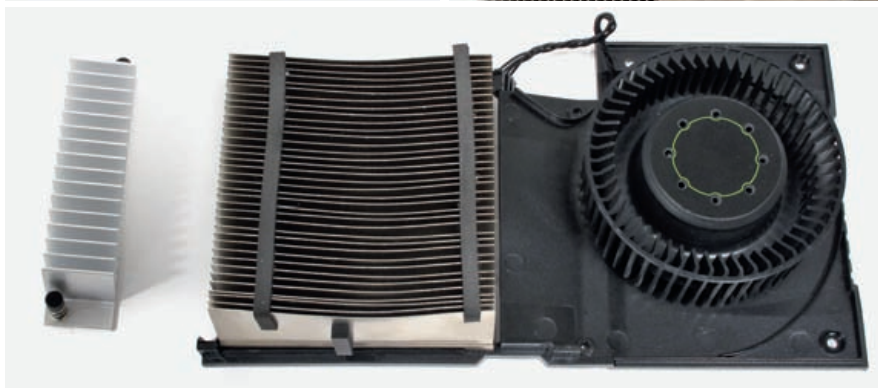
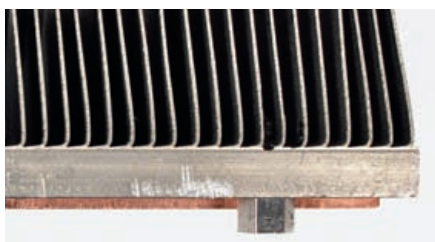
* AMD-Referenz ** Typische Partnerkarte mit Axiallüfter im Cost-Down-Design, AMD-Referenzkarte basiert auf 7970-PCB & -Kühlung und ist so nicht erhältlich, weshalb wir auf den Abdruck der Werte verzichten.

Lüftercharakteristik GeForce GTX 670 & 680

Drehzahl und Lautheit in Relation: GTX 670 & 680



System: Neutrik Cortex NC10; passiv gekühlter Core i3 (P55-Chip), 4 GiB DDR3-RAM; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34, Evga Precision X, GPU-Z, PCGH-VGA-Tool **Bemerkungen:** Der Regelbereich der GTX 670 liegt zwischen 30 und 80 % und damit nach oben hin fünf Prozentpunkte tiefer als bei der GTX 680. Bei gleicher PWM-Frequenz erreicht der 680-Lüfter eine höhere Drehzahl und somit auch eine höhere Lautheit.



Dank des sparsamen GK104 reicht Nvidia wenig und günstiges Material zur GTX-670-Kühlung. Der Lamellenblock mit Kupferbodenplatte erinnert an HD-3870-Zeiten: keine Spur von Heatpipe oder Vapor-Chamber.

SUPERGÜNSTIG MOBIL SURFEN



6 MONATE

0€
sonst ab 9,99 €/Monat*

1&1 NOTEBOOK-FLAT:

- ✓ Internet-Flatrate per HSDPA/UMTS
- ✓ Mit bis zu 14.400 kBit/s
- ✓ Beste D-Netz-Qualität

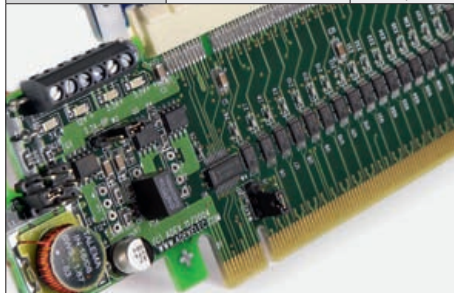
1&1

www.1und1.de
02602/9696

* 1&1 Notebook-Flat ab dem 4. Monat 6 Monate für 0,- €, sonst 9,99 €/Monat. Ab einem Datenvolumen von 1 GB steht eine Bandbreite von max. 64 kBit/s zur Verfügung. 29,90 € Bereitstellungsgebühr. 24 Monate Mindestvertragslaufzeit.

Energieeffizienz: Fps pro Watt

	Leistungsaufnahme (weniger ist besser)	Spielerperformance (mehr ist besser)	Energieeffizienz
Battlefield: Bad Company 2, 1.920 x 1.080, 8x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	171,7 Watt	99 Fps	0,58 Fps/Watt
Geforce GTX 580	227,5 Watt	86 Fps	0,38 Fps/Watt
Geforce GTX 670	147,1 Watt	106 Fps	0,72 Fps/Watt
Geforce GTX 680	173,3 Watt	107 Fps	0,62 Fps/Watt
Crysis Warhead, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	178,7 Watt	56 Fps	0,31 Fps/Watt
Geforce GTX 580	224,6 Watt	45 Fps	0,20 Fps/Watt
Geforce GTX 670	148,2 Watt	62 Fps	0,42 Fps/Watt
Geforce GTX 680	174,3 Watt	62 Fps	0,36 Fps/Watt
Dirt 3, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	161,7 Watt	75,1 Fps	0,46 Fps/Watt
Geforce GTX 580	212,4 Watt	71,7 Fps	0,34 Fps/Watt
Geforce GTX 670	144,3 Watt	100,0 Fps	0,69 Fps/Watt
Geforce GTX 680	170,3 Watt	103,6 Fps	0,61 Fps/Watt
Dragon Age 2, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	158,1 Watt	54,7 Fps	0,35 Fps/Watt
Geforce GTX 580	224,0 Watt	52,1 Fps	0,23 Fps/Watt
Geforce GTX 670	144,2 Watt	56,0 Fps	0,39 Fps/Watt
Geforce GTX 680	162,4 Watt	60,9 Fps	0,38 Fps/Watt
Mass Effect 2, 1.920 x 1.080, 4x SGSSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	179,1 Watt	84 Fps	0,47 Fps/Watt
Geforce GTX 580	221,7 Watt	51 Fps	0,23 Fps/Watt
Geforce GTX 670	154,8 Watt	71 Fps	0,46 Fps/Watt
Geforce GTX 680	156,5 Watt	75 Fps	0,48 Fps/Watt
Metro 2033, 1.920 x 1.080, Analytical-AA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	164,9 Watt	48,6 Fps	0,29 Fps/Watt
Geforce GTX 580	207,3 Watt	36,5 Fps	0,18 Fps/Watt
Geforce GTX 670	145,2 Watt	43,0 Fps	0,30 Fps/Watt
Geforce GTX 680	157,4 Watt	43,4 Fps	0,28 Fps/Watt
Starcraft 2, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	139,2 Watt	35,0 Fps	0,25 Fps/Watt
Geforce GTX 580	235,8 Watt	44,2 Fps	0,19 Fps/Watt
Geforce GTX 670	153,3 Watt	47,3 Fps	0,31 Fps/Watt
Geforce GTX 680	171,1 Watt	49,9 Fps	0,29 Fps/Watt
Battlefield 3, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	149,2 Watt	45 Fps	0,30 Fps/Watt
Geforce GTX 580	198,0 Watt	43 Fps	0,22 Fps/Watt
Geforce GTX 670	150,5 Watt	51 Fps	0,34 Fps/Watt
Geforce GTX 680	153,8 Watt	55 Fps	0,36 Fps/Watt
Crysis 2 + Hi-Res-Texturen, 1.920 x 1.080, Ingame-AA/16:1 AF			
Radeon HD 7970	181,7 Watt	45 Fps	0,25 Fps/Watt
Geforce GTX 580	227,7 Watt	37 Fps	0,16 Fps/Watt
Geforce GTX 670	155,6 Watt	47 Fps	0,30 Fps/Watt
Geforce GTX 680	172,6 Watt	48 Fps	0,28 Fps/Watt
Durchschnitt aller Parours-Spiele (1080p) zuzüglich Battlefield 3 und Crysis 2			
Radeon HD 7970	164,9 Watt	60,3 Fps	0,36 Fps/Watt
Geforce GTX 580	219,9 Watt	51,8 Fps	0,24 Fps/Watt
Geforce GTX 670	149,2 Watt	64,8 Fps	0,44 Fps/Watt
Geforce GTX 680	165,8 Watt	67,2 Fps	0,40 Fps/Watt



Alle Angaben der Tabelle stellen punktuelle Verbrauchs- und Fps-Werte auf Basis statischer Messungen dar! Diese weichen daher zum Teil von den in den eigentlichen Benchmarks ermittelten Durchschnitts-Fps ab.

Wie immer messen wir die Leistungsaufnahme der Grafikkarte separat, um Ihnen eine realistische, vom Restsystem unabhängige Einschätzung zu ermöglichen.

Mass Effect 2 (DX9, SSAA): Radeon weiter vorn

1.920 x 1.080, max. Detail: 4x SSAA/16:1 AF (Treiber) – „Aeia, Hugo Gernsback“

Radeon HD 7970/3G	62	72,8 (+26 %)
Geforce GTX 680/2G	50	62,2 (+8 %)
Radeon HD 7950/3G	52	61,2 (+6 %)
Geforce GTX 670/2G	47	57,8 (Basis)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	45	55,2 (-4 %)
Geforce GTX 580/1,5G	41	48,0 (-17 %)

2.560 x 1.600, max. Detail: 4x SSAA/16:1 AF (Treiber) – „Aeia, Hugo Gernsback“

Radeon HD 7970/3G	37	44,8 (+35 %)
Radeon HD 7950/3G	31	37,8 (+14 %)
Geforce GTX 680/2G	29	35,4 (+7 %)
Geforce GTX 670/2G	27	33,2 (Basis)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	26	32,0 (-4 %)
Geforce GTX 580/1,5G	24	28,0 (-16 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Mit 4x SGSSAA (samt LOD-Anpassung über Nvidia Inspector aktiviert) liegt die 7970 hier deutlich vor der GTX 670.

Min. ∅ Fps
➤ Besser

Dragon Age 2 (DX11): GTX 670 stark in Full HD

1.920 x 1.080, max. Details: 4x MSAA/16:1 AF – „Kirkwall, Hightown“

Geforce GTX 680/2G	52	60,9 (+9 %)
Geforce GTX 670/2G	48	56,0 (Basis)
Radeon HD 7970/3G	47	54,9 (-2 %)
Geforce GTX 580/1,5G	45	53,1 (-5 %)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	44	51,0 (-9 %)
Radeon HD 7950/3G	38	44,6 (-20 %)

2.560 x 1.600, max. Details: 4x MSAA/16:1 AF – „Kirkwall, Hightown“

Geforce GTX 680/2G	33	36,8 (+11 %)
Radeon HD 7970/3G	31	34,6 (+4 %)
Geforce GTX 670/2G	30	33,3 (Basis)
Geforce GTX 580/1,5G	29	32,4 (-3 %)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	27	30,4 (-9 %)
Radeon HD 7950/3G	25	27,7 (-17 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Dank hohem GPU-Boost kann sich die GTX 670 in DA2 in der Full-HD-Auflösung behaupten.

Min. ∅ Fps
➤ Besser

Dirt 3 (DX11) ist Geforce-Terrain, mit Abstand

1.920 x 1.080, max. Detail: 4x MSAA/16:1 AF (Spiel/Tr.) – „Smelter (Route 9)“

Geforce GTX 680/2G	90	103,6 (+10 %)
Geforce GTX 670/2G	79	94,1 (Basis)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	76	89,3 (-5 %)
Radeon HD 7970/3G	68	75,3 (-20 %)
Geforce GTX 580/1,5G	62	73,8 (-22 %)
Radeon HD 7950/3G	57	61,8 (-34 %)

2.560 x 1.600, max. Detail: 4x MSAA/16:1 AF (Spiel/Tr.) – „Smelter (Route 9)“

Geforce GTX 680/2G	55	67,1 (+11 %)
Geforce GTX 670/2G	50	60,2 (Basis)
Geforce GTX 670/2G Boost@980	46	56,6 (-6 %)
Radeon HD 7970/3G	46	50,3 (-16 %)
Geforce GTX 580/1,5G	40	46,1 (-23 %)
Radeon HD 7950/3G	37	40,8 (-32 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Die Kepler-GPUs liegen in unserem Dirt-3-Benchmark deutlich vor den HD-7900- und den Fermi-Geforce-Modellen.

Min. ∅ Fps
➤ Besser





Ganz im Gegensatz zur GTX 670 merkt man der GTX 690 direkt bei der Berührung an, dass Kosten beim Design der Karte nur eine untergeordnete Rolle spielten.

GeForce GTX 690

Ein neuer Anlauf für „SLI am Stiel“: Überzeugt die 1.000-Euro-Karte?

Heimat der schnellsten Grafikkarte der Welt“ – mit diesem Slogan warb AMD lange Jahre auf seiner Gaming-Webseite. Ob das wirklich der Grund war, aus welchem die Nvidia-Ingenieure den Auftrag erhielten, nach der schnellsten Single-GPU-Karte GeForce GTX 680 mit der GTX 690 auch die schnellste Grafikkarte überhaupt zu entwickeln, ist nicht sicher. Fakt ist jedoch, dass jeder Hersteller gern das schnellste Produkt einer Kategorie sein Eigen nennt – ob schneller auch immer besser ist, verrät unser Test der Dual-GPU-Karte GeForce GTX 690.

Joh. Kepler II.

Damit hatte im Vorfeld kaum jemand gerechnet: Die Dual-GPU-Karte GeForce GTX 690 kommt nicht irgendwann später, sondern nur wenige Wochen nach Kepler-Vorreiter GTX 680. Ob Nvidia damit der vom ersten Quartal 2012 auf bis dato unbestimmte Zeit verschobenen Dual-Tahiti-Karte Radeon HD 7990 mit dem Codenamen New Zealand zuvorkommen wollte? Wer weiß! Jedenfalls ließ Nvidia die GTX-690-Informationen zur untypischen Zeit von 5:45 Uhr morgens am Sonntag, dem 29. April, vom Stapel. Der Grund: Die Karte wurde auf dem Nvidia Game Festival 2012 in Shanghai erstmals präsentiert. In einer unangekündigten Hauruck-Aktion erreichte uns die Karte dann gerade noch rechtzeitig, um passend zum offiziellen Launch am 3. Mai einen ersten, kurzen Test auf der Webseite zu präsentieren. Hier im Heft bekommen Sie die Quintessenz unserer Tests samt zusätzlicher Messwerte und Analysen.

gesehen höhere Boost-Taktung von 1.019 MHz – also nur noch 39 MHz weniger als bei der GTX 680 – soll bei Unterschreiten der festgesetzten Grenze der Leistungsaufnahme (TDP) von 294 Watt dieser Nachteil ausgeglichen werden.

Pure Geschwindigkeit ist nicht alles

Mit insgesamt also 3.072 Shader-ALUs – im Nvidia-Jargon Cuda-Cores genannt – in zwei GK104-GPUs sollte es für Nvidia ein Leichtes sein, mit der GTX 690 die schnellste Grafikkarte abzuliefern. Doch abseits von Benchmark-Rekorden kranken Multi-GPU-Lösungen an mehreren prinzipiellen Problemen.

Das eine ist die Leistungsaufnahme ohne Last, müssen doch doppelt so viele RAM-Chips und GPUs versorgt werden. Hier kann die GTX 690 noch überzeugen und nimmt im Leerlauf lediglich 25 Watt auf – was prozentual zwar eine deutliche Steigerung gegenüber einfach bestückten Karten darstellt, absolut gesehen aber immer noch nicht allzu viel ist. Gleiches gilt für die Blu-ray-Wiedergabe, während sich um der Mehrschirmbetrieb mit einem Dell 3007WFP und einem Benq XL2410T verweigerte. Auch unter Last hat Nvidia die Leistungsaufnahme mit 274 Watt in unserem Testspiel gut im Griff – im Volllast-Test mit unserem VGA-Tool erreichen wir ziemlich genau die TDP-Grenze und messen 295 Watt.

Problem Nr. 2 ist das sogenannte Mikroruckeln. Aufgrund verschiedener Rendereffekte müssen die GPUs oftmals zusätzliche Daten außer dem fertigen Bild austauschen, bevor sie weiterrechnen können. Diese zusätzlichen Verzögerungen schaukeln sich oft auf ungünstige Weise hoch, sodass die Bildberechnungszeiten, die sogenannten Frametimes, sehr ungleichmäßig ausfallen: Auf einen sehr schnellen Bildwechsel folgt ein recht langsamer. Die menschliche Wahrnehmung versucht das auszublenden, nimmt die schnell aufeinanderfolgenden Bilder als so flüssig wahr, dass sie wie ein einziges Bild wirken – mit der Folge, dass die langen Bildwechselzeiten verstärkt auffallen und besonders bei insge- ▶

Leistungsindex mit MGPU-Karten

BESSER ► | Normierte Leistung

GeForce GTX 690/2x 2G	Preis: € 940,-	158,6 %
GeForce GTX 590/2x 1,5G	Preis: € 730,-	122,2 %
Radeon HD 6990/2x 2G	Preis: € N. verfügbar	114,6 %
GeForce GTX 680/2G	Preis: € 480,-	100,0 %
Radeon HD 7970/3G	Preis: € 390,-	91,9 %
GeForce GTX 580/1,5G	Preis: € 340,-	81,2 %

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Unser Leistungsindex ist auf die schnellste Single-GPU-Karte normiert.

Lautheit und Leistungsaufnahme

	GTX 690	GTX 680	GTX 590	HD 6990
Lautheit				
Leerlauf (Windows-7-Desktop)	0,8 Sone	0,9 Sone	2,0 Sone	1,9 Sone
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	N. messbar*	0,9 Sone	2,0 Sone	1,9 Sone
Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)	0,8 Sone	0,9 Sone	2,0 Sone	1,9 Sone
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	4,3 Sone	3,5 Sone	3,7 Sone	10,2 Sone
	GTX 690	GTX 680	GTX 590	HD 6990
Leistungsaufnahme				
Leerlauf (Windows-7-Desktop)	25 Watt	15,4 Watt	54 Watt	42 Watt
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	N. messbar*	50 Watt	103 Watt	79 Watt
Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)	32 Watt	20 Watt	62 Watt	80 Watt
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	274 Watt	174 Watt	343 Watt	328 Watt

Standardeinstellungen für Powertune und Power Containment. *Mit GF 301.34 stürzte die GTX 690 mit einem Dell 3007WFP und Benq XL2410T beim Umschalten auf Multi-Monitor-Betrieb ab.

YOU are "COMMAND"



TACTIX

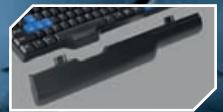
- Kompakte Gaming-Tastatur (3-Block-Standard-Layout)
- 8 austauschbare Gaming-Tasten
- Zusätzliche Software zur individuellen Programmierung der Tasten
- N-Key-Rollover-Untertützung für maximal 18 Tasten
- Voll programmierbare Tasten
- Bietet 10 unterschiedliche Profile mit jeweils 3 Ebenen



VIDEO



Software zur individuellen Programmierung der Tasten



Abnehmbare Handballenauflage




SKILLER

- Gaming-Tastatur (3-Block-Standard-Layout)
- 20 zusätzliche Multimedia-Tasten
- 8 austauschbare Gaming-Tasten
- Zusätzliche Software zur individuellen Programmierung der Tasten
- N-Key-Rollover-Untertützung für maximal 18 Tasten
- Voll programmierbare Tasten
- Bietet 10 unterschiedliche Profile mit jeweils 3 Ebenen



VIDEO



Software zur individuellen Programmierung der Tasten



8 zusätzliche Gaming-Tasten

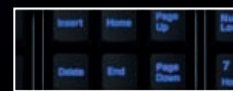


NIGHTWRITER

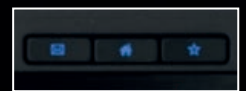
- Tastatur mit LED-Beleuchtung
- 3-Block-Standard-Layout
- An-/ausschaltbare Beleuchtung
- 13 zusätzliche Multimedia-Tasten
- Low-Profile Tasten-Design
- Handballenauflage
- Höhenverstellbar



VIDEO



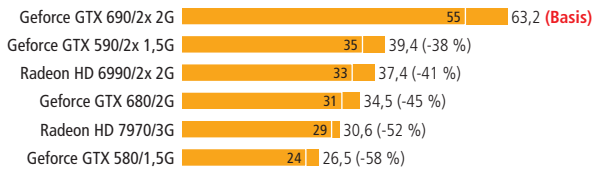
Beleuchtete Tasten



13 zusätzliche Multimedia-Tasten

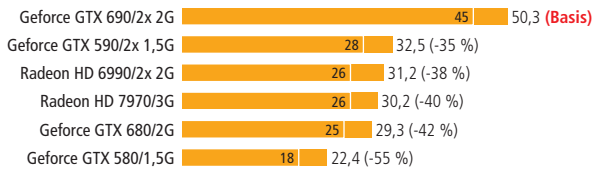
DX11-Top-Titel in 2.560 x 1.600

Battlefield 3: Ultra: 4x MSAA+FXAA/16:1 AF – „Operation Swordbreaker“



Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

Crysis 2, max. Details, Ingame-AA/16:1 AF – „Lebender Toter“



Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Die GeForce GTX 690 ist die mit Abstand schnellste Grafikkarte für aktuelle Grafikkracher wie BF3 oder Crysis 2.

Min. Ø Fps
► Besser

samt niedrigen Durchschnitts-Fps als Ruckeln empfunden werden. Nvidia will mit der GTX 690 eine bessere Lastverteilung erreicht haben, was wir jedoch nicht durchweg bestätigen können. Gleichmäßige, sprich vorhersagbare Bewegungen wie im ersten Beispiel unten profitieren von dieser Technik und Spiele auf der GTX 690 fühlen sich so geschmeidig an wie auf keiner anderen Multi-GPU-Karte. Bei schlecht vorhersagbaren Bewegungsmustern wie im zweiten Beispiel unten versagt die Technik und das Mikroruckeln tritt nach wie vor auf.

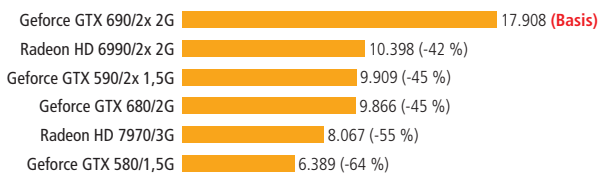
Das dritte Multi-GPU-Problem ist die stärkere Abhängigkeit von Treiberprofilen. Fehlt ein solches oder ist es nicht optimal konfiguriert, fällt der Fps-Zuwachs durch

die zweite GPU nur gering aus. An diesem Problem kommt auch die GeForce GTX 690 nicht vorbei.

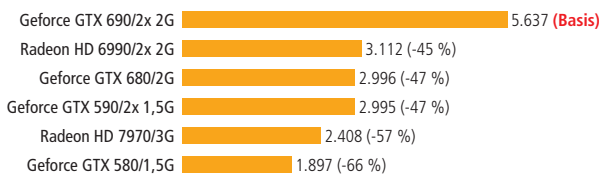
In Sachen Performance sagen die ausgewählten Benchmarks links eigentlich alles aus, was Sie wissen müssen: Selbst in 2.560 x 1.600 laufen Kracher wie *BF 3* und *Crysis 2* auf der GTX 690 noch flüssig, wenn andere Karten – auch Multi-GPU-Beschleuniger – die Segel streichen müssen. Wenn Sie sich nun fragen, warum wir nur in dieser enormen Auflösung getestet haben: Mit Full HD ist die GTX 690 gnadenlos unterfordert: Limitiert die CPU nicht, haben Sie Fps satt. Der zweite Grund: Für eine GTX 690 werden aktuell circa 940 Euro fällig – da sollte ein anständig hoch auflösendes Display ebenfalls im Budget enthalten sein.

3D Mark 11: Benchmark nach Maß für GTX 690

Performance-Voreinstellung, Graphics Score



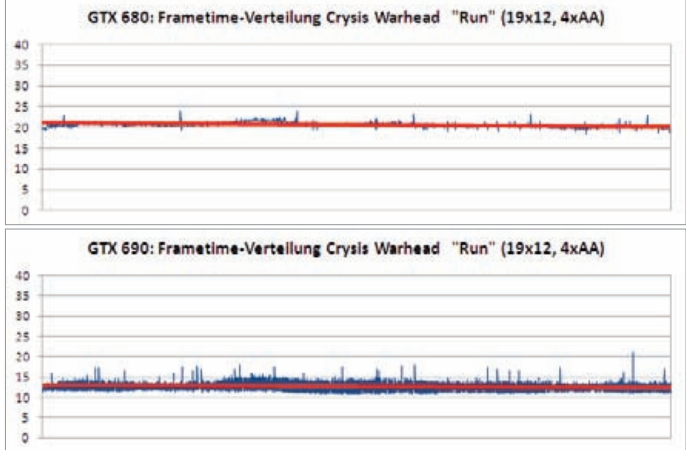
Extreme-Voreinstellung, Graphics Score



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** Der reine Graphics Score wertet nicht die CPU-lastigen Physics- und Combined-Tests, daher die größeren Differenzen.

Punkte
► Besser

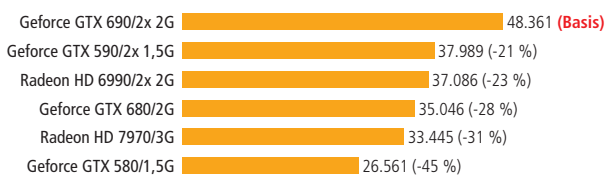
Mikroruckeln 1: Gleichmäßige Vorwärtsbewegung



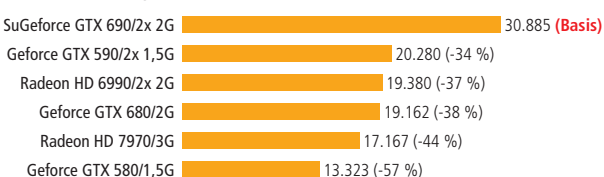
Im Bild sehen Sie die Bildberechnungszeiten jedes Frames als Ausschlag auf der Vertikalachse. Horizontal wird jeweils die Zeit von 30 Sekunden abgetragen. Die rote Linie zeigt die durchschnittliche Zeit – 1.000 geteilt durch die Millisekunden ergeben Fps.

3D Mark Vantage: Benchmark am Limit

Performance-Voreinstellung, GPU Score



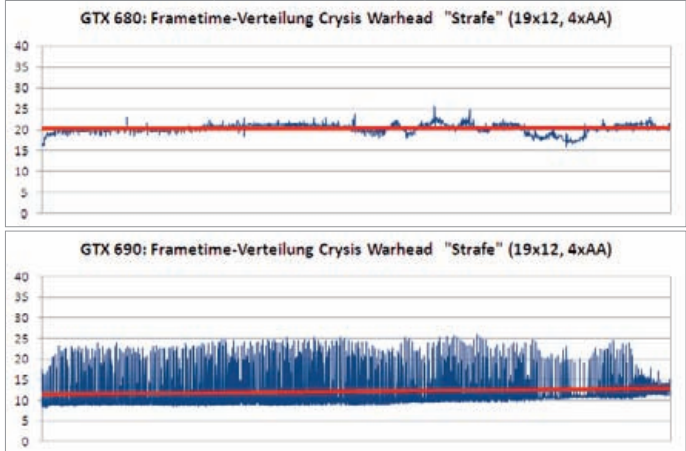
Extreme-Voreinstellung, GPU Score



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 301.34 (HQ-AF), Cat. 12.4 (HQ-AF) **Bemerkungen:** In der Performance-Voreinstellung greift trotz Angabe der reinen GPU-Score die CPU offenbar bremsend ein.

Punkte
► Besser

Mikroruckeln 2: Shooter-typische Ausweichbewegung



Sind bei Vorwärtsbewegung noch recht gleichmäßige Bildlaufzeiten zu erkennen, erzeugt die Seitwärtsbewegung hohe Varianz, einzelne Bilder brauchen gar länger als mit einer GTX 680. Das Problem „Mikroruckeln“ ist offenbar noch nicht gelöst.

Nvidias neues Schlachtschiff: GK110

Was wird Nvidias Kepler-Vollausbau bringen und was ist für Spieler relevant?

Auf Nvidias Hausmesse GPU Technology Conference (kurz: GTC) im Mai ließen die Kalifornier die Katze aus dem Sack: Nach dem für Gamer optimierten Kepler-Chip GK104 kommt im vierten Quartal des Jahres die „Big Mama“: GK110 für High-Performance-Computing und andere Profi-Anwendungen. Erst 2013 soll daraus ein GeForce-Produkt werden – aufgrund der bisherigen Zahlenvergabe wohl bereits eine GeForce 7x0. Technische Details zu dem 7,1 Milliarden Transistoren beinhaltenden Chip sind ebenfalls bekannt gegeben worden, konzentrieren sich jedoch ähnlich wie beim Fermi-„Launch“ 2009 auf die Compute-Fähigkeiten des Chips und weniger auf die Eignung für Spiele. Anhand der vorliegenden Informationen und unseres privaten Gesprächs mit den Kepler- und Cuda-Entwicklern Jonah Alben, John Danskin und Ian Buck wollen wir eine Einschätzung des kommenden GK110 wagen und dabei auch auf dessen Eignung für Spieler eingehen.

HPC-Modelle mit GK110-Chip aus Nvidias Tesla-Reihe sollen zwar im vierten Quartal 2012 erscheinen, GeForce-Ableger wird es nach derzeitiger Planung jedoch nicht vor 2013 geben. Entsprechend stehen endgültige Taktraten auch noch nicht fest.

Neuer Monsterchip

Im Gegensatz zum GK104 geht Nvidia beim großen Kepler, der mehrfach als „FP64 guy“ – also auf hohen HPC-Durchsatz ausgelegter Chip – bezeichnet wurde, wieder an die Grenzen des Machbaren. Die Chipfläche ist zwar noch nicht bekannt gegeben worden, liegt aber laut Hochrechnungen über nur geringfügig skalierbare Details des Die-Shots bei mehr als 520 mm² und ist damit drei Viertel größer als beim GK104. Darin bringen die Kalifornier bis zu 15 SMX genannte Shader-Cluster unter, die ähnlich dem GK104 bis zu 192 parallele FMAD-Berechnungen pro Takt durchführen können – wie viele aktive SMX, ob zum Beispiel 13, 14 oder 15, endgültige Produkte haben werden, steht noch nicht fest. Ein GK110 im Vollausbau würde demnach über 2.880 (virtuelle) Shader-ALUs sowie

satte 240 Textureinheiten verfügen und damit beinahe doppelt so viel wie aktuelle High-End-GPUs – was für sich genommen allerdings noch nicht viel zu sagen hat, denn der Takt spielt eine ebenso große Rolle und der ist bislang nicht festgelegt. Auch beim Speicher geht man wieder (von Fermi) bekannte Wege: Es werden nicht nur alle SRAM-Blöcke wie Register-Files oder L1-Caches ECC-geschützt, auch die 384 Bit breite Speicherschnittstelle wird samt des L2-Caches gegen umkippende Bits gesichert sein. Während bei Tesla- und Quadro-Karten die 6-GiB-Version als sicher gelten darf und je nach Verfügbarkeit entsprechender RAM-Chips eine Option auf 12 GiB besteht, könnte ein GeForce-Ableger durchaus auch mit 3 GiByte schnellen GDDR5-RAMs sinnvoll sein. Um die Bandbreitennutzung weiter zu verbessern, verfügt GK110 über zusätzliche sogenannte Atomics für gezielte Speicheroperationen sowie über einen mit 256 KiB pro 64-Bit-Partition gegenüber GK104 verdoppeltem Level-2-Cache.

Planspiele

Da die Taktraten noch nicht feststehen und lediglich ein nebulöses „>1 TFLOPS DP“ bekannt gegeben wurde, steht Spekulationen Tür und Tor offen, insbesondere da nicht einmal bekannt ist, ob die TFLOPS-Angabe die tatsächlich erreichbare Praxisleistung oder theoretische Maximalleistung ist. Für den endgültigen Takt spielt auch die Leistungsaufnahme eine wichtige Rolle. Mit dem Kepler-Energiemanagement hat Nvidia bereits bei der GTX 690 gezeigt, dass man bestimmte Leistungsdimensionen recht genau ansteuern kann. Verglichen mit GK104 bleiben praktisch gesehen bis zur 300 Watt-Marke, die durch einen 8- und einen 6-Pol-Anschluss erreicht werden kann, rund 50 Prozent zusätzlicher Leistungsaufnahme – bei doppelter Transistorzahl ist das nur durch niedrigere Takte und somit auch niedrigere Spannungen zu erreichen. Mit einer Chipfrequenz von rund 850 Hz läge GK110 bereits theoretische 50 Prozent vor der GTX 680, könnte gleichzeitig aber eine deutlich niedrigere Spannung nutzen. Eine solche Charakteristik würde ►



So soll die Tesla-Karte T20 Ende 2012 aussehen – mindestens Lüfter und Display-Ausgänge fehlen.

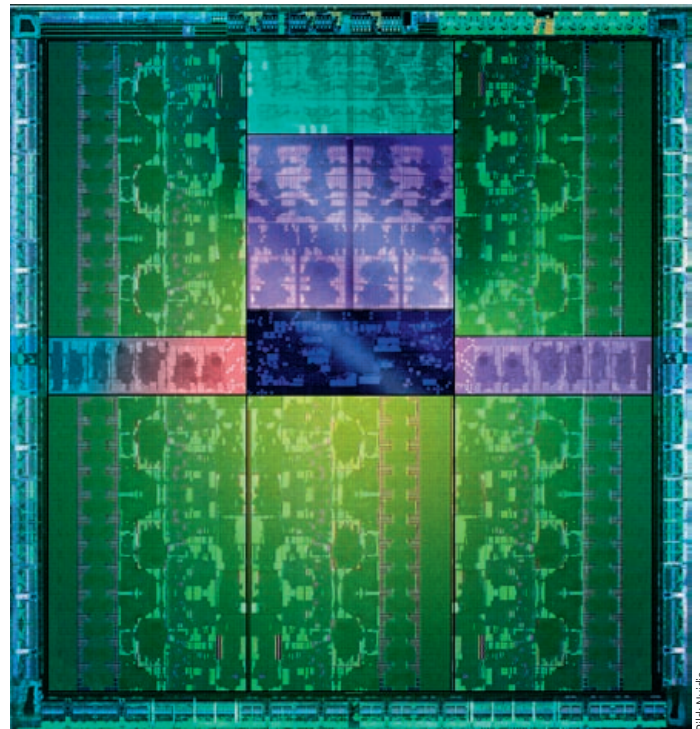


Bild: Nvidia

Auf dem Chip-Foto des GK110 deutlich zu sehen ist der große Steuerprozessor (mittig, dunkelblau) sowie die fünf GPCs (grüne, identische Strukturen).

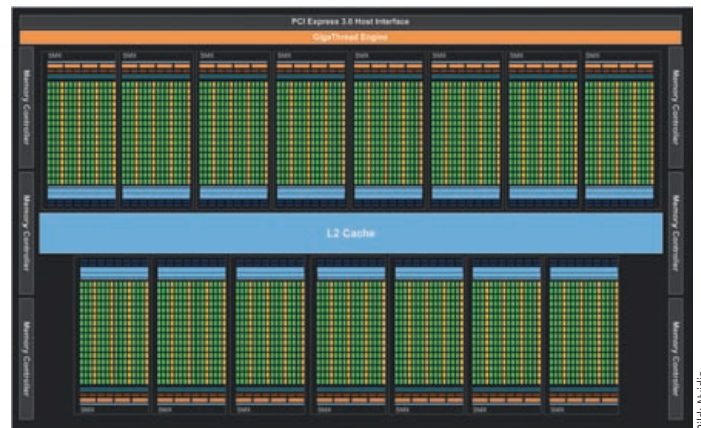
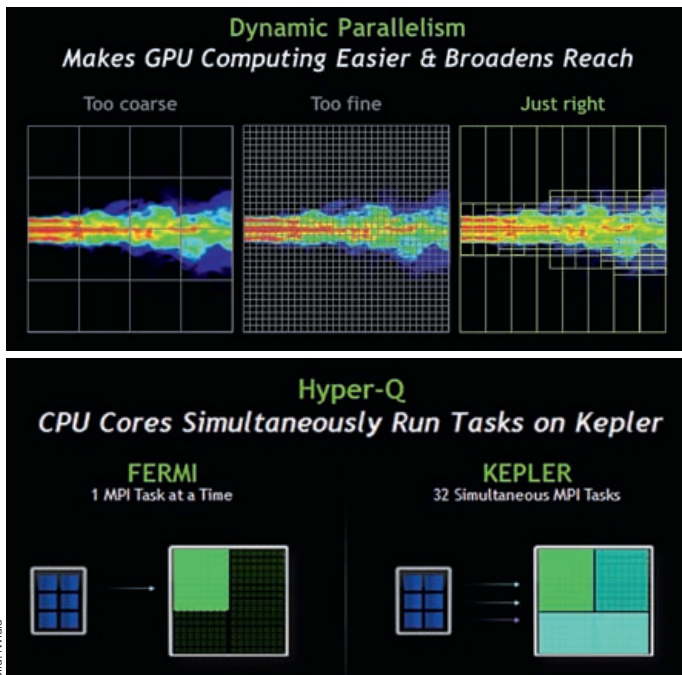


Bild: Nvidia

Das Architektur-Blockdiagramm blendet wie üblich die grafikspezifischen Merkmale wie ROPs oder die Organisation in GPCs aus.



Mittels Dynamic Parallelism kann GK110 zum Beispiel Baumstrukturen selbstständig durchlaufen. Hyper-Q ermöglicht bis zu 32 parallele Instruktionswarteschlangen.

GK110: Technische Details

Merkmal (auf Chip-Ebene, GF/Quadro/Tesla weichen teils ab)	GF100 (Fermi)	GF104 (Fermi)	GK104 (Kepler)	GK110 (Kepler)
Compute-Capability	2.0	2.1	3.0	3.5
Speicherschnittstelle (in par. Bit)	384 Bit	256 Bit	256 Bit	384 Bit
Max. Anzahl SM/SMX	16	8	8	15
Max. Anzahl Shader-ALUs (pro Chip)	512	384	1.536	2.880
Max. Anzahl Textureinheiten (pro Chip)	64	64	128	240
Pixeldurchsatz pro Takt (Rasterizer/ROP)	32/48	32/32	32/32	60/48
Single-Precision-Durchsatz (pro SM(X))	32	48	192	192
Double-Precision-Durchsatz (pro SM(X))	16	4	8	64
Rechenleistung Double-Precision (FP64) in FLOPS pro Takt	512	64	128	960
„Dynamic Parallelism“	Nein	Nein	Nein	Ja
„Hyper-Q“	Nein	Nein	Nein	Ja

sich ebenfalls anbieten, um GPU-Boost auszunutzen, da größere Chips in der Regel eher schlechter komplett ausgelastet werden als kleinere. Zudem würde eine um 50 Prozent höhere Rohleistung auch gut zur vergleichbaren Erhöhung der Speicherübertragungsrate passen. Das gilt umso mehr, da Letztere schon bei der GTX 680 nicht gerade reichlich bemessen war und das High-End-Produkt GK110 nicht an einer knappen Speicherbandbreite scheitern sollte.

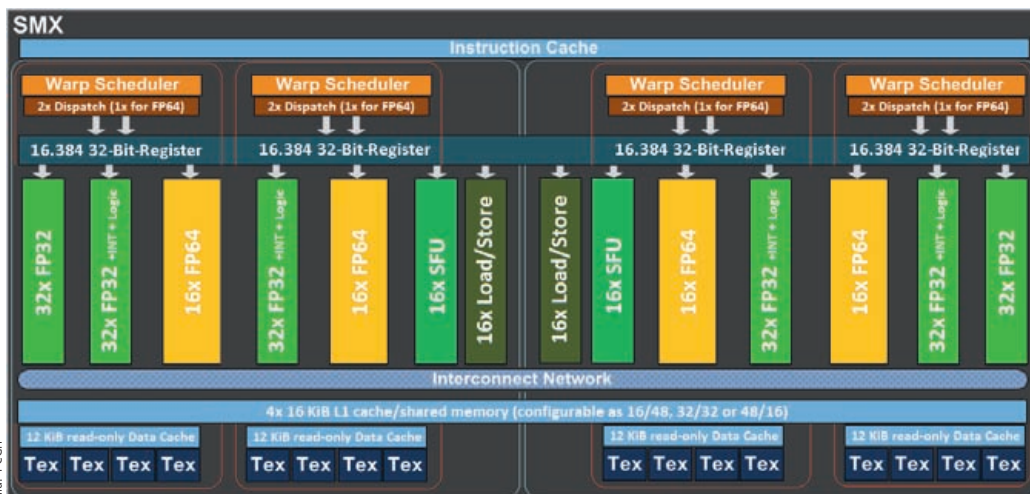
Verbesserungen am GK110

Die meisten Design-Änderungen zielen auf den HPC- und Profi-Markt ab, doch die Nvidia-Ingenieure betonten, dass GK110 kein reiner Compute-Chip sei und auch Spielern eine Menge zu bieten habe – das ließe sich eher durch die schiere Anzahl der Einheiten als die einzelnen, im Folgenden beschriebenen Verbesserungen erklären.

Gegenüber GK104 bohrte man die doppeltgenauen Berechnungen („FP64“ oder „DP“) deutlich auf und kann nun pro Cluster 64 DP-Operationen anstelle von lediglich acht im GK104 durchführen – das ist eine SP/DP-Rate von 1:3; GF100 erreichte 1:2. Weitaus interessanter als diese reine Durchsatzmaße dürften aber Änderungen am Register-File und dessen Aufteilung für einzelne, Threads genannte Anweisungsgruppen sein: Erlaubt Fermi noch maximal 63 Register pro Thread, sind es nun 255 – was wiederum hauptsächlich der FP64-Effizienz zugutekommt. Eine der wichtigsten, gleichzeitig aber auch komplexesten Funktionen

ist „Dynamic Parallelism“ und bezeichnet nichts weniger, als dass der GK110 selbst neue Kernels, also Sub-Programme erzeugen kann. So könnte eine dynamische Baumstruktur direkt von der GPU erzeugt und durchlaufen werden: Ein sich selbst verfeinerndes Raster für Dichteberechnungen zum Beispiel, das auch zur Kollisionserkennung von Physx oder beim Ray-Tracing genutzt werden könnte. Damit die neu entstandene Arbeit sinnvoll verteilt wird, gibt es eine sogenannte „Grid Management Unit“ (GMU) – von der GPU selbst erzeugte Aufgaben haben dabei Priorität. Um Nutzen aus dem „Dynamic Parallelism“ des GK110 zu ziehen, muss der Programmcode angepasst werden, ein Automatismus bei dynamischen Programmverzweigungen ist daher weder zu erwarten noch sinnvoll. Hyper-Q ist das nächste Stichwort und sorgt dafür, dass der GK110 an bis zu 32 Instruktionswarteschlangen parallel arbeitet – die auch von verschiedenen Prozessoren stammen dürfen und somit eine bessere Auslastung der GPU erreichen, ist aber primär für den Compute-Bereich interessant.

Für den Spielbereich interessant dürfte jedoch immerhin das verbreiterte Speicherinterface mit seinen 48 Rasterstufen sein. Öffentlich nicht bestätigt, aber aus dem Chipfoto ersichtlich ist die Aufteilung des GK110 in fünf Teilbereiche, Graphics Processing Cluster (GPC) genannt. Das legt, GK104-ähnliche Fähigkeiten vorausgesetzt, 60 Pixel pro Takt und 7,5 (sic) Dreiecke pro Takt nahe. (cs)



Das SMX des GK110 ähnelt bis auf die DP-Einheiten prinzipiell dem des GK104. Wir haben an Nvidias Originaldiagramm einige Änderungen vorgenommen, welche die Gruppierung der einzelnen Einheiten besser veranschaulichen sollen.

Fazit



Geforce-Offensive

Mit Kepler ist Nvidia so gut aufgestellt wie lange nicht mehr: Die Energieeffizienz ist auf dem sehr guten Niveau von AMD angelangt, die 3D-Funktionen sind insgesamt umfangreicher, nur beim Multi-Monitoring hinkt man noch etwas hinterher. Die Spieleleistung liegt etwas über der vergleichbarer Radeon-Karten – lediglich die durchweg sehr hohen Preise für GTX 670, 680 und 690 trüben die Freude. Mit dem GK110 hat Nvidia außerdem ein ganz heißes Eisen im Feuer, das nicht nur für den Bereich des High-Performance-Computings neue Maßstäbe setzen könnte – AMD hat allerdings noch das ganze Jahr 2012 Zeit für einen Konter.



Simply Cool

www.scythe.com



KATANA 4

CPU Cooler



Schärfer
denn je!



SHURIKEN N^{Revision} B

CPU Cooler



BIG SHURIKEN 2^{大手裏剣2} B^{Revision}

CPU Cooler



Erhältlich bei:

cyberport

20 JAHRE

ALTERNATE

seit 1992

ATELCO
Computer

CASEKING.de



13 neue Grafikkarten mit GTX 670/680 und HD 7970/7950/7870 im Test

GTX 600 gegen HD 7000

Heißer Start in den Sommer: Nvidias GeForce GTX 670 mischt den Grafikkartenmarkt auf. Wie sich die Herstellerkarten gegen weitere Neuheiten schlagen, klärt unser Megatest.

Was für ein Dilemma! Während es draußen schöner und wärmer wird, werden Technikfreunde dieser Tage mit unzähligen Versuchungen bombardiert. Neben Spielehits wie *Diablo 3* und *Max Payne 3* sind das vor allem Grafikkarten: Nach dem Start von Nvidias GeForce GTX 670 ist der High-End-Markt um ein attraktives Modell reicher. Welcher Hersteller das beste Design erschaffen hat, erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

Zotac GTX 680 AMP-Edition: Extrem schnelle Single-GPU-Karte mit Triple-Slot-Kühlung und Spielebündel. Zotacs AMP-Serie (amplified = verstärkt) steht für einen hohen Takt und eine meist starke Kühlung. Die GTX 680 AMP folgt dieser Tradition: Neben einem monströsen Triple-Slot-Kühler wirft der Hersteller 1.111/3.304 MHz (+10/10 Prozent)

in die Waagschale. Der konkurrenzlos hohe Speichertakt sorgt dafür, dass sich die AMP in Spielen knapp, aber konsequent vor andere GTX-680-Karten setzt. Der auf den ersten Blick hochwertige Kühler – selbst die Abdeckung ist aus Metall – mit seinen herausstehenden Heatpipes erledigt seine Aufgabe dabei etwas übereifrig: Schon im Leerlauf erzeugen die beiden 85-Millimeter-Lüfter eine Lautheit von 1,2 Sone, was in stiller Umgebung klar hörbar und angesichts 33 Grad GPU-Temperatur unnötig ist. Die Krux: Die Lüfter laufen bereits mit der PWM-Minimalfrequenz von 30 Prozent, sodass Eingriffe per Tool nicht für Stille sorgen. Beim Spielen messen wir indes 3,3 Sone (Charakteristik: Surren) bei 67 °C Kerntemperatur. Unser Tipp: Fixieren Sie die Lüfter manuell auf 35 Prozent, dann sind lediglich 2,1 Sone bei rund 70 Grad

zu verzeichnen. Während die Leistungsaufnahme der GTX 680 AMP im üblichen (guten) Rahmen liegt, punktet die Zotac-Karte mit ihrem *Assassin's Creed*-Spielebündel sowie der auf fünf Jahre verlängerten Garantie, sofern Sie sich online beim Hersteller registrieren.

KFA² GeForce GTX 680 EX OC: Die leiseste High-End-Grafikkarte auf dem Markt. Von KFA², der europäischen Marke des Herstellers Galaxy, erreichte uns die GTX 680 EX OC, ein Eigendesign mit modifizierter Platine und Dual-Slot-Kühlung

auf Axiallüfterbasis. Im BIOS ist ein Basistakt von 1.111 MHz hinterlegt, ein Plus von zehn Prozent (bei Referenz-Speichertakt). Dank des GTX-600-Features GPU Boost rechnet die Karte in Spielen meist mit 1.176 MHz und gehört damit zu den schnellsten Grafikkarten, die Sie derzeit kaufen können – werfen Sie dazu auch einen Blick auf die Tabelle rechts. Das bestechendste Merkmal der KFA²-Karte ist jedoch ihr effizienter Kühler: Das Design verzichtet auf Gimmicks wie eine Vapor-Chamber und führt stattdessen eine sehr gute Lüftersteuerung ins Feld. Im Leerlauf erzeugen die beiden Propeller eine Lautheit von kaum wahrnehmbaren 0,5 Sone; beim Spielen drehen sie auf maximal 1.650 U/min (1,4 Sone) auf – leiser ist keine andere GTX 680. Negativ ist lediglich die überdurchschnittliche Fiepf-/Zirp-Neigung der

Bonusmaterial



Heft-DVD: Zwei Testvideos; Hi-Res-Bilder der Probanden; Grafikkartentreiber, Grafik-Tools



Platine, in einem handelsüblichen Gehäuse ist dies jedoch nicht störend. Daher: Top-Produkt!

MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC: Ausgefeiltes Paket aus hohem Takt, starker Kühlung und wertigem Design. Der Hersteller MSI setzt auf Bewährtes: Ein Nachbau der Nvidia-Referenzplatine (inklusive getürmter Strombuchsen) trifft auf den hauseigenen Twin Frozr III, der schon einige Grafikkarten leise kalt stellte – so auch diese: Mit 0,4 Sone auf dem Desktop und maximal 2,6 Sone beim Spielen gehört die MSI Twin Frozr zu den leisesten GTX-680-Karten auf dem Markt. Die PWM-Kraft der beiden Axiallüfter hat enorme Auswirkungen auf die Lautstärke: Übertakten Sie, wird eine hochfrequente, störende Tonlage erreicht. Das muss nicht sein, denn das Design hat viel Luft nach oben: Manuell auf 40 Prozent fixiert, ist eine Übertaktung bei 1,0 Sone möglich, ohne dass die Karte an der 80-Grad-Marke kratzt. Apropos Takt: Im BIOS der Karte sind 1.058/3.004 MHz Programm, womit sich die Karte im GTX-680-Mittelfeld platziert. Dazu gibt's drei Jahre Garantie – Top-Produkt!

Evga GTX 680 Superclocked+: Die beste GTX 680 mit dem Nvidia-Kühl-design. Nvidias Edel-Partner Evga greift sich das Referenzdesign auf und verfeinert es im Detail: Während die Platine und der Direct-Heat-Exhaust-Kühler (DHE) der Vorlage entsprechen, platzieren die Amerikaner eine Metallplatte auf der Rückseite und steigern den Takt: Nicht nur die Basisfrequenz legt um fünf Prozent zu (1.058 gegenüber 1.006 MHz), sondern auch der Speichertakt – hier ist ein Plus von drei Prozent zu verzeichnen (3.106 gegenüber 3.004 MHz). Mit diesen Werten landet die Superclocked+ knapp über den Referenzkarten und MSIs Twin Frozr. Die Backplate bringt laut unseren Messungen zwar weder einen Temperaturvorteil noch ein besseres OC-Ergebnis, wertet die Karte jedoch optisch auf und dient dem Schutz sowie der Stabilität des PCBs. Ein weiteres Plus: Evga gewährt wie Asus und MSI drei Jahre Garantie auf die Karte.

Asus GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T): Die derzeit beste GTX 670 – flüsterleise und schnell. Asus' Direct-Cu-II-Design ist vor allem in der Triple-Slot-Version für sehr gute Kühlleistung bekannt. Während die GTX 680

DC2T auf ebendiese Breite setzt, platziert der Hersteller auf der GTX 670 DC2T ein Dual-Slot-Modell: Die aktuelle Revision des Kühlers kommt auch auf der HD 7870 V2 zum Einsatz und bietet drei dicke Heatpipes à acht Millimeter Durchmesser; eine Backplate verstärkt die Platine. Das metallene Äußere wirkt nicht nur hochwertig, sondern leistet auch Beachtliches: Im Leerlauf erzeugen die beiden Lüfter praktisch unhörbare 0,2 Sone und beim Spielen höchstens (schwach wahrnehmbare) 0,9 Sone. Damit ist Asus' DC2T mit Abstand die leiseste GeForce GTX 670. Auch bei der Fps-Leistung überzeugt die Karte dank ihres hohen Boost-Takts auf bis zu 1.202 MHz. Obgleich dieser Makel kosmetischer Natur ist, gibt es einen Grund zur Kritik: Die Leistungsaufnahme der GTX 670 DC2T ist – wie bei ihrer großen Schwester GTX 680 DC2T – etwas höher als bei anderen Kepler-Grafikkarten (siehe Testtabelle). Nichtsdestotrotz: Top-Produkt!

Zotac GTX 670 AMP-Edition: Die kleine Schwester der 680 AMP – kaum langsamer, aber auch kaum leiser. Zotacs AMP-Edition der GeForce GTX 670 ist die Zwillingsschwester der 680 AMP (siehe vorige Seite) – zumindest was die große Basisplatine und den Triple-Slot-Kühler angeht. Unter der Haube der GTX 670 AMP sitzt erwartungsgemäß ein auf 1.344 Shader-ALUs gestutzter GK104 nebst 2 GiByte GDDR5-Speicher. Die Taktraten fallen jedoch hoch aus: 1.098 MHz Basis- und 3.304 MHz Speichertakt sind hinterlegt, womit die Karte über eine größere Speichertransferrate verfügt als die meisten GTX-680-Karten – und in Spielen dementsprechend schnell unterwegs ist. Faktisch rennt die Karte fast immer Referenzmodellen der GTX 680 davon. Die Probleme der Karte gleichen denen der 680 AMP: Die Belüftung ist im Leerlauf unnötig laut, in Spielen werden jedoch gute 2,8 Sone erreicht. Tipp: Forcieren Sie 30 Prozent PWM-Stärke, bleibt die Karte stets bei 1,2 Sone.

Gainward GTX 670 Phantom & Palit GTX 670 Jetstream: Referenzplatinen mit aufgemotzter Kühlung und erhöhtem Takt. Da Gainward zu Palits Markenportfolio gehört, verwundern die Ähnlichkeiten der beiden Karten nicht. Die lediglich 17,4 Zentimeter kurze Platine entspricht einem Nachbau der Nvidia-

Diablo 3: Kindergeburtsfest für aktuelle GPUs

v1.01.9558, 2.560 x 1.600, Ingame-FXAA/16:1 AF – „Tore Neu-Tristrans“

GeForce GTX 680/2G	93	103,3 (+80 %)
Radeon HD 7970/3G	83	93,1 (+62 %)
GeForce GTX 670/2G	81	90,2 (+57 %)
Radeon HD 7950/3G	68	77,2 (+34 %)
Radeon HD 6970/2G	59	65,8 (+14 %)
Radeon HD 7870/2G	58	65,1 (+13 %)
GeForce GTX 580/1,5G	57	65,0 (+13 %)
Radeon HD 5870/1G	52	58,0 (+1 %)
GeForce GTX 570/1,25G	50	57,5 (Basis)
GeForce GTX 480/1,5G	48	55,9 (-3 %)
GeForce GTX 560 Ti/1G	47	52,3 (-9 %)
GeForce GTX 560/1G	43	49,0 (-15 %)
Radeon HD 6870/1G	43	48,8 (-15 %)
GeForce GTX 470/1,25G	42	46,4 (-19 %)
Radeon HD 6850/1G	36	40,7 (-29 %)
GeForce GTX 460/1G	35	38,4 (-33 %)
GeForce GTX 285/1G	35	38,1 (-34 %)
GeForce GTX 260-216/896M	28	30,0 (-48 %)
Radeon HD 4870/1G	22	25,6 (-55 %)
Radeon HD 4850/512M	17	20,4 (-65 %)

Bedingt spielbar von 30 bis 45 Fps · Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.4, GF 301.33/34 – HQ-AF **Bemerkungen:** Die 28-Nanometer-Generation kann sich deutlich von der alten 40-nm-Garde absetzen und stemmt sogar in 1600p stabile 60 Fps via Vsync.

Min. Ø Fps
➤ Besser

GTX-600-Boost: Die Taktraten unserer Probanden

Grafikkarte	Basistakt (GPU)	Boost-Takt (automatische Übertaktung)
Palit GeForce GTX 670 Jetstream	1.006 MHz	1.137 (BFBC2) bis 1.150 MHz (BF3)
Gainward GeForce GTX 670 Phantom	1.006 MHz	1.137 bis 1.150 MHz (BFBC2 & BF3)
Asus GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T)	1.058 MHz	1.189 (BFBC2) bis 1.202 MHz (BF3)
Zotac GeForce GTX 670 AMP-Edition	1.098 MHz	1.176 bis 1.189 MHz (BF3 & BFBC2)
Evga GTX 680 Superclocked+ Backplate	1.058 MHz	1.124 (BFBC2) bis 1.137 MHz (BF3)
MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	1.058 MHz	1.111 (BFBC2) bis 1.137 MHz (BF3)
KFA² GeForce GTX 680 EX OC	1.111 MHz	1.176 (BFBC2) bis 1.189 MHz (BF3)
Zotac GeForce GTX 680 AMP-Edition	1.111 MHz	1.111 (BFBC2) bis 1.189 MHz (BF3)

Angegeben sind die Taktraten nach 5 Minuten unter Last. Nicht alle Karten übertakten sich stark; ausschlaggebend sind die Kühlung und das im BIOS hinterlegte Power Target (TDP).

Radeon HD 7000 oder GeForce GTX 600?

Greifen Sie zu einer HD 7000, wenn Sie ...

- + ... Supersample-AA (SGSSAA) mit automatischer Detail-Anpassung (LOD) nutzen wollen – auch unter DX10/11.
- + ... das hübsche Custom-Filter-AA (CFAA) oder MLAA nutzen möchten.
- + ... ein Crossfire-Gespann planen. Es läuft auf allen Non-Nforce-Platinen.
- ... auf GPU-beschleunigte Physik (Physx) verzichten können.



Greifen Sie zu einer GTX 600, wenn Sie ...

- + ... die im Mittel schnellste Single-GPU suchen (GeForce GTX 680/OC).
- + ... Wert auf Cuda-Features (GPU-Physx, Badaboom & Co.) legen.
- + ... sich die Option auf SLI freihalten wollen (benötigt Mainboard mit Nforce/X58/P55/P67/Z68 oder AMD 9er-Serie).
- ... mit SGSSAA unter DX10/11 auf eine Anpassung des LODs verzichten können.



Vorlage (siehe Seite 40 ff.), die Kühler unterscheiden sich jedoch fundamental vom Original. Der mit drei 6-Millimeter-Kupferrohren bestückte Lamellenkorpus und der große, verschraubte VRM-Kühler sind auf beiden Karten identisch – erst die Abdeckung und die hier eingefassten Lüfter entscheiden, ob eine Karte zur Phantom oder zur Jetstream wird.

Gainwards GTX 670 Phantom ist wegen der für dieses Design charakteristischen Lüfterplatzierung zwischen Kühlblock und Abdeckung satte 5,0 Zentimeter breit. Im Gegensatz zur größeren GTX 680 Phantom ist der oben freiliegende Grill nicht der Kühlung dienlich, sondern mangels Kontakt zu Hitzequellen lediglich Dekoration. Palits 4,6 Zentimeter breite 670 Jetstream trägt ihre Axiallüfter klassisch an der Oberseite. Zunächst: Bei der Leerlauf-Lautheit überzeugen beide Karten mit leisen 0,6 (Jetstream) re-

spektive 0,7 Sone (Phantom). Beim Spielen brummt die Jetstream trotz des größeren Rotordurchmessers mit lauten 4,5 Sone, während die Phantom bei akzeptablen 3,4 Sone stagniert. Zum Vergleich: Beim Nvidia-Referenzdesign ermittelten wir 2,9 Sone, allerdings bei Kerntemperaturen jenseits 80 Grad Celsius. Eine manuelle Drosselung per Tool verkraften folglich beide Probanden: Mit 50 Prozent PWM-Frequenz erzeugen die Karten 2,9 (Jetstream) beziehungsweise 2,1 Sone (Phantom), ohne zu überhitzen.

Abzüglich einer Serienstreuung sind die Unterschiede direkt der Belüftung zuzuschreiben, denn im BIOS beider Karten sind 1.006 MHz Basis- und 3.054 MHz Speichertakt (+10/2 Prozent OC) Programm. In Spielen fällt die Boost-Frequenz der Phantom gewöhnlich eine Stufe (magere 13 MHz) höher aus – die etwas besseren Temperaturwerte machen's möglich.

Club 3D Radeon HD 7970 Royal King: Nur zaghaft übertaktet, aber leise gekühlt. Vom niederländischen Hersteller Club 3D, seit 15 Jahren eine feste Größe auf dem Grafikmarkt, erreichten uns zwei Radeon-Eigendesigns. Mit der Royal King haben wir das Topmodell der „Poker Series“ im Test – die Royal Queen verzichtet auf werkseitiges Overclocking, während beim König 975/2.750 MHz (+5/0 % OC) programmiert sind. Auf der Custom-Platine fehlen zwar Kühl-Elemente für die Spannungswandler und den 3 GiByte großen VRAM, der GPU-Kühler fächelt diesen Bauteilen jedoch Luft zu. Das Design leistet gute Dienste: Bei einer Kerntemperatur von 69 Grad Celsius surren die beiden Lüfter mit rund 2.000 U/min, resultierend in guten 2,1 Sone. Damit reiht sich Club 3D bei den leistungsfähigsten HD-7970-Karten ein (Sapphire Dual-X: 2,2 Sone, VTX3D X-Edition: 1,9 Sone, MSI Lightning: 2,5 Sone). Dank der starken Küh-

lung fällt die Leistungsaufnahme unseres Testmusters relativ gering aus, kommt aber trotzdem nicht an die GTX-600-Reihe heran. Wer möchte, tauscht seinen Garantieanspruch gegen höhere Taktraten bei geringerer Lautheit: Unser Proband stemmt 1.150/3.500 MHz (+18/27 Prozent OC) bei einer auf 40 Prozent PWM-Kraft reduzierten Drehzahl. Derart eingestellt sind leise 1,7 Sone bei 77 Grad Celsius zu verzeichnen. Kurz: Wer auf Zubehör verzichten kann, erhält hier eine günstige und leise HD 7970.

HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo & Radeon HD 7870 Iceq Turbo: Gelungenes Comeback des Direct-Exhaust-Kühlers. Während DHE-Designs bei Referenzkarten üblich sind, fristen sie bei Custom-Designs ein Nischendasein. Der Vorteil eines „Hitze direkt rausputz“-Kühlers ist klar: Die Abwärme wird nicht im Gehäuse verwirbelt, sondern heizt nur Ihr Zimmer auf. Der nicht ganz ▶

Battlefield 3: Nvidia dominiert das Schlachtfeld

DX11, Ultra, 1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF – „Op. Swordbreaker“

Zotac GeForce GTX 680 AMP/2G	52	58,2 (+66 %)
Asus GTX 680 Direct Cu II TOP/2G	51	57,9 (+65 %)
PoV/TGT GTX 680 Ultra Charged/2G	51	57,1 (+63 %)
KFA² GeForce GTX 680 EX OC/2G	50	55,8 (+59 %)
Asus GTX 670 Direct Cu II TOP/2G	50	55,7 (+59 %)
Palit GeForce GTX 680 Jetstream/2G	50	55,7 (+59 %)
Gainward GTX 680 Phantom/2G	50	55,6 (+58 %)
Zotac GeForce GTX 670 AMP/2G	49	55,5 (+58 %)
MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	49	54,7 (+56 %)
Palit GeForce GTX 670 Jetstream/2G	48	53,4 (+52 %)
Gainward GTX 670 Phantom/2G	48	53,2 (+52 %)
Nvidia GeForce GTX 680/2G	48	52,9 (+51 %)
Nvidia GeForce GTX 670/2G	45	50,6 (+44 %)
MSI R7970 Lightning/3G	45	47,6 (+36 %)
VTX3D Radeon HD 7970 X-Edit/3G	45	47,2 (+34 %)
Club 3D HD 7970 Royal King/3G	43	45,2 (+29 %)
Sapphire Radeon HD 7970 OC/3G	41	43,6 (+24 %)
AMD Radeon HD 7970/3G	40	42,9 (+22 %)
HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo/3G	38	40,5 (+15 %)
Nvidia GeForce GTX 580/1,5G	35	40,1 (+14 %)
Asus HD 7870 Direct Cu II TOP/2G	36	38,5 (+10 %)
HIS Radeon HD 7870 Iceq Turbo/2G	35	37,5 (+7 %)
Powercolor HD 7870 PCS+/2G	35	37,8 (+8 %)
Club 3D HD 7870 Royal King/2G	34	36,6 (+4 %)
AMD Radeon HD 7950/3G	35	36,5 (+4 %)
Nvidia GeForce GTX 570/1,25G	31	35,1 (Basis)
AMD Radeon HD 6970/2G	29	31,8 (-9 %)
Nvidia GeForce GTX 560 Ti/1G	27	30,8 (-12 %)
AMD Radeon HD 6870/1G	23	25,8 (-26 %)
Nvidia GeForce GTX 460/1G	21	23,8 (-32 %)
AMD Radeon HD 5850/1G	21	23,7 (-32 %)
GeForce GTX 260-216 (nur DX10!)	14	17,1 (-51 %)
Radeon HD 4870/1G (nur DX10!)	11	13,2 (-62 %)

Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.4, GF 301.42 – HQ-AF **Bemerkungen:** BF 3 schmeckt den Radeon-Karten nicht besonders, die schnellste HD 7970 (MSI Lightning) kann es nur knapp mit der GTX 670 aufnehmen.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Metro 2033: GTX 670 nur auf HD-7950-Niveau

DX11, max. Details, 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF – „Verfluchte Station“

MSI R7970 Lightning/3G	37	42,2 (+57 %)
VTX3D Radeon HD 7970 X-Edit/3G	37	41,9 (+56 %)
Club 3D HD 7970 Royal King/3G	36	40,5 (+51 %)
Sapphire Radeon HD 7970 OC/3G	34	38,9 (+45 %)
AMD Radeon HD 7970/3G	34	38,3 (+43 %)
Zotac GeForce GTX 680 AMP/2G	32	37,8 (+41 %)
Asus GTX 680 Direct Cu II TOP/2G	31	37,2 (+39 %)
Zotac GeForce GTX 670 AMP/2G	32	37,2 (+39 %)
Palit GeForce GTX 680 Jetstream/2G	30	36,6 (+37 %)
Gainward GTX 680 Phantom/2G	30	36,6 (+37 %)
PoV/TGT GTX 680 Ultra Charged/2G	30	36,5 (+36 %)
HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo/3G	32	36,0 (+34 %)
KFA² GeForce GTX 680 EX OC/2G	30	35,7 (+33 %)
MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	30	35,5 (+32 %)
Asus GTX 670 Direct Cu II TOP/2G	30	35,1 (+31 %)
Nvidia GeForce GTX 680/2G	30	34,6 (+29 %)
Palit GeForce GTX 670 Jetstream/2G	30	34,5 (+29 %)
Gainward GTX 670 Phantom/2G	30	34,4 (+28 %)
AMD Radeon HD 7950/3G	30	34,3 (+28 %)
Nvidia GeForce GTX 670/2G	27	32,7 (+22 %)
Nvidia GeForce GTX 580/1,5G	27	31,4 (+17 %)
Asus HD 7870 Direct Cu II TOP/2G	26	29,4 (+10 %)
Powercolor HD 7870 PCS+/2G	26	29,1 (+9 %)
HIS Radeon HD 7870 Iceq Turbo/2G	26	28,9 (+8 %)
Club 3D HD 7870 Royal King/2G	24	28,1 (+5 %)
Nvidia GeForce GTX 570/1,25G	24	26,8 (Basis)
AMD Radeon HD 6970/2G	22	25,6 (-4 %)
Nvidia GeForce GTX 560 Ti/1G	18	21,2 (-21 %)
Radeon HD 4870/1G (nur DX10!)	15	17,2 (-36 %)
AMD Radeon HD 6870/1G	14	16,7 (-38 %)
Nvidia GeForce GTX 460/1G	13	16,0 (-40 %)
GeForce GTX 260-216 (nur DX10!)	12	15,2 (-43 %)
AMD Radeon HD 5850/1G	12	13,9 (-48 %)

Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps - Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.4, GF 301.42 – HQ-AF **Bemerkungen:** Metro legt mit Multisample-AA Wert auf Speichertransferrate, weshalb u. a. die Zotac GTX 670 AMP und alle HD-7900-Karten gut abschneiden.

Min. Ø Fps
▶ Besser



Expand Your Imagination



Cooler Master Silent Pro MII

- Netzteil mit 520 Watt Dauerleistung
- Effizienz bis zu 85% • 12x Laufwerksanschlüsse
- 2x PCIe-Stromanschlüsse • Kabel-Management
- 1x 135-mm-Lüfter • EPS, ATX12V 2.3



TN5M55

79,⁹⁰



Cooler Master Silent Pro Hybrid 850W

- Hybrid-Netzteil mit 850 Watt Dauerleistung
- Effizienz bis zu 90% • 18x Laufwerksanschlüsse
- 6x PCIe-Stromanschlüsse • Kabel-Management
- 1x 135-mm-Lüfter • EPS12V 2.92, ATX12V 2.3

TN8M5B

179,⁹⁰



99,⁹⁰



Cooler Master Silent Pro MII

- Netzteil mit 720 Watt Dauerleistung
- Effizienz bis zu 85%
- 15x Laufwerksanschlüsse
- 4x PCIe-Stromanschlüsse
- Kabel-Management • 1x 135-mm-Lüfter
- EPS, ATX12V 2.3

TN7M55



59,⁹⁰



Cooler Master GX Lite 700W

- Netzteil mit 700 Watt Dauerleistung
- Effizienz bis zu 88%
- 10x Laufwerksanschlüsse
- 4x PCIe-Stromanschlüsse
- 1x 120-mm-Lüfter
- ATX 2.03, EPS, ATX12V 2.3

TN7M00

Alle Preise inkl. MwSt. Irrtümer und Druckfehler vorbehalten. Angebot gültig bis 20.06.2012

Bestellhotline: Mo-Sa 8-20 Uhr
01805-905040*

seit 1992
20 JAHRE ALTERNATE

ALTERNATE GmbH | Philipp-Reis-Straße 9 | 35440 Linden | Fon: 01805-905040* | Fax: 01805-905020* | mail@alternate.de

* 14 Cent/Minute aus dem deutschen Festnetz / powered by QSC, max. 42 Cent/Minute aus Mobilfunknetzen

so klare Nachteil: Ein DHE-Kühler muss bei hitzigen Grafikkarten lautstark drehen, um den Lamellenblock ausreichend zu durchströmen. An dieser Stelle findet sich der Grund, warum HIS bislang nur die sparsamen Radeon-Modelle HD 7950 und HD 7870 mit DHE bestückt – die mindestens 50 Watt durstigere und heißere HD 7970 nutzt ein Axiallüfterdesign. Die uns vorliegenden Turbo-Versionen (OC-Modelle) nutzen denselben,

äußerlich fast ehrfurchtgebietend DHE-Kühler. Neben vier herausstehenden Heatpipes, zwei davon acht Millimeter dick, fällt vor allem der mächtige Radiallüfter auf, welcher die Platine überragt und zur effektiven Breite von 2,5 Slots beiträgt – beachten Sie die Maße vor dem Kauf! In der Praxis geht die Idee „DHE – aber leise“ auf: Unsere Testkarten erzeugen unter Spielbelastung ein von früheren DHE-Designs bekanntes Röhren mit einer Stärke

von 1,9 (HD 7870) respektive 2,9 Sone (HD 7950) bei Temperaturen im mittleren 60er-Bereich. Kenner fühlen sich beim Betriebsgeräusch an AMD/Atis X1000-Reihe erinnert, der Iceq ist aber unaufdringlicher – und verfügt über Potenzial zur Drosselung. Unsere Tipps: Mit 45 Prozent PWM-Stärke erzeugt die HD 7950 Iceq nur noch 1,9 Sone, während 35 Prozent bei der HD 7870 Iceq für angenehme 1,3 Sone sorgen, ohne dass Sie einen Hitzestau befürchten müssen.

eine zwei Slots breite Axiallösung. Der 92-Millimeter-Rotor belüftet ein Lamellenpaket typischen Ausmaßes, in das drei Heatpipes mit direktem Kontakt zur GPU eingefasst wurden. Alle drei Rohre sind vernickelt, aber nur eines acht Millimeter dick (Rest: 6 mm). Unter der Haube sitzen 2 GiByte GDDR5-RAM mit einer Taktfrequenz von 2.450 MHz und ein auf 1,1 GHz übertakteter Pitcairn-XT-Grafikchip. Die werkseitige Übertaktung entspricht +10/2 Prozent (GPU/VRAM), womit die PCS+ zu den schnellsten HD-7870-Grafikkarten zählt. Dennoch stimmt die Lautstärke: Im 2D-Betrieb säuselt die Karte mit 0,5 Sone, egal ob Sie einen Blu-ray-Film ansehen oder mehrere Displays befeuern. In Spielen dreht der Lüfter mit bis zu 2.000 U/min und erzeugt hier eine Lautheit von 2,2 Sone – ein guter Wert im Mittelfeld.

Im Bilde: Markante Details der Testobjekte

Club 3D Radeon HD 7870 Royal King: Kompaktbau



Das HD-7870-Design aus den Niederlanden ist lediglich 21 Zentimeter lang – die horizontal platzierten Strombuchsen verlängern die Karte jedoch um effektiv 2 cm.

Evga GeForce GTX 680 Superclocked+ Backplate: Edel-Antlitz



Die schwarz lackierte Metallplatte verleiht der Superclocked+ aus dem Hause Evga ein edles Äußeres und sorgt sowohl für Schutz als auch Stabilität der Platine.

Palit GTX 670 Jetstream & Gainward GTX 670 Phantom: Schwedische Gardinen



Die GTX-670-Designs aus den Häusern Palit und Gainward spielen einen Teil der Abwärme direkt dem Prozessorkühler zu, auf dass er sich damit herumschlägt.

Asus Radeon HD 7870 Direct Cu II TOP V2: Revision der HD 7870 DC2T mit deutlich besserer Kühlung. Asus' erste HD 7870 DC2T surrt laut unseren Messungen (siehe PCGH 05/2012) beim Spielen mit bis zu 3,5 Sone – das ist in dieser Leistungsklasse deutlich zu laut. Anstelle einer neuen BIOS-Version krepeln die Taiwaner das Design völlig um: Die V2 (Version 2) der Grafikkarte verfügt über ein signifikant verbessertes Kühlsystem. Der neue Korpus fährt dichtere Lamellen auf und transportiert die Abwärme des Grafikchips mithilfe herausstehender 8-Millimeter-Heatpipes ab. Die Ursprungsversion muss noch mit drei Rohren à 6 Millimeter Durchmesser und weniger Kühlfläche auskommen. Gleich geblieben ist der hohe Standardtakt: Asus gibt der Karte wie auch der ersten Version 1.100/2.500 MHz (+10/4 % OC) auf den Weg, womit sie die Konkurrenz im Testfeld knapp distanziert.

Viel interessanter ist jedoch, dass sich die Kühlrevision gelohnt hat: Die V2 erzeugt im Leerlauf exzellente 0,3 und beim Spielen leise 1,5 Sone bei 68 Grad Celsius – unaufdringlicher ist nur Sapphires Radeon HD 7870 OC (0,4/0,9 Sone). Bei Redaktionsschluss war die Asus-Karte noch nicht lieferbar; achten Sie bei Interesse auf die Kühlmerkmale und lassen Sie sich den Erhalt einer V2 vom Händler garantieren.

Powercolor Radeon HD 7870 PCS+: Eine der schnellsten HD-7870-Karten mit gutem Kühler. Bei der HD 7870 PCS+ handelt es sich nicht um ein vollständiges Custom-Design: Die Platine entspricht einem Nachbau der Referenz, die Kühlung stammt jedoch aus der „Professional Cooling System“-Reihe (PCS) von Powercolor. Im Gegensatz zum AMD-Kühler und HIS' Iceq handelt es sich hierbei nicht um ein Direct-Exhaust-Konstrukt, sondern um

Club 3D Radeon HD 7870 Royal King: Platzsparende und angenehm leise Radeon HD 7870 OC. Unser zweiter Proband von Club 3D setzt auf einen voll ausgebauten und zaghaft übertakteten Pitcairn XT (HD 7870): Der Hersteller steigert den Auslieferungstakt um +5 Prozent auf 1.050 MHz, der Speicher bleibt unangetastet. Schon auf den ersten Blick fallen die geringen Maße auf, die „adlige“ Karte ist mit 21 Zentimetern Einbautiefe zufrieden. Die beiden 6-Pol-Strombuchsen sind nach hinten gerichtet, das ist bei kurzen Grafikkarten üblich, verlängert sie jedoch um ein Stückchen (siehe links). Der Kühler entspricht Dual-Slot-Breite und hat angesichts der Leistungsaufnahme von nur 94 Watt leichtes Spiel. Dennoch agiert er eifrig: Bei frostigen 62 Grad Celsius messen wir 2.100 U/Min und 2,7 Sone. Daher unser Tipp: Mit 35 Prozent PWM-Kraft ist der Betrieb bei leisen 0,9 Sone kein Problem, auch mit OC auf 1.150/3.000 MHz nicht (40 Prozent: 1,7 Sone) – Achtung, Garantieverlust! (rv)

Fazit

Hardware

Neue Spieler-Grafikkarten

Sowohl im 300- als auch im 400- und 500-Euro-Segment locken attraktive Grafikkarten. Während fast jede Radeon HD 7870 leise zu Werke geht, fallen bei der GTX 680/670 und HD 7970/7950 nur ein paar Modelle mit leiser Kühlung auf. Wie immer gilt: Schauen Sie nicht nur auf die Endnote, sondern vor allem auf die einzelnen Disziplinen.

DIE **4**. NEUDEFINITION VON SPEICHER-PERFORMANCE

Ver-tex (vur-teks): Nomen, singular.

- 1) Der höchste Punkt
- 2) Anatomie: die Krone des Kopfes
- 3) Astronomie: ein Punkt am Himmel, zu dem sich ein Sternenfluss zu bewegen scheint
- 4) Computer Technologie:
 - a. die Spitze der Speicher-Performance: Vertex bietet ein überragendes Computing-Erlebnis.
 - b. bildet jedes Jahr die Messlatte für SSDs
 - c. die Verschmelzung von SSD Know How, Obsession und Evolution
 - d. folgt nicht der Führung eines anderen um wahre Größe zu erlangen; Wegbereiter



Branchenweit höchste IO Performance mit bis zu 120.000 IOPS



Hochentwickeltes, effizientes NAND Flash Management zur Erhöhung von Ausdauer und Zuverlässigkeit



Bessere und kompressionsunabhängige Multitasking- und Allround-Performance



Schnelle Zugriffszeiten und extrem geringe Latenz



Branchenführende 5 Jahre Garantie

Nach vier Jahren Entwicklung definiert die OCZ Vertex 4 Solid State Drive-Serie die moderne Computing-Erfahrung durch mehr Performance und Beständigkeit neu. Genial konstruiert um hervorragende, branchenführende Datenübertragungsraten und überlegene System-Reaktionsfähigkeit zu liefern. Die vierte Vertex Generation wurde entwickelt, um wie keine andere Speicherlösung höchste Leistungsfähigkeit beim Spielen und bei Multimedia-Anwendungen zu entfesseln.

OCZ
Technology
OCZTECHNOLOGY.COM

the SSD experts!

ERHÄLTlich BEI



GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	Geforce GTX 680 AMP-Edition	Geforce GTX 680 EX OC	N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	Geforce GTX 680 Superclocked+
Hersteller/Webseite	Zotac (www.zotac.com)	KFA2/Galaxy (www.kfa2.com)	MSI (www.msi-computer.de)	Evga (eu.evga.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 540,-/ausreichend	Ca. € 530,-/ausreichend	Ca. € 520,-/ausreichend	Ca. € 520,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/774765	www.pcgh.de/preis/760611	www.pcgh.de/preis/758362	www.pcgh.de/preis/756582
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)	Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)	Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)	Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.536/128/32	1.536/128/32	1.536/128/32	1.536/128/32
2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	324/324 MHz (0,987 VGPU)
3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	1.111 (Boost: ~1.176)/3.304 MHz	1.111 (Boost: ~1.176)/3.004 MHz	1.058 (Boost: ~1.124 MHz)/3.004 MHz	1.058 (Boost: ~1.124 MHz)/3.106 MHz
Ausstattung (20 %)	2,63	2,88	2,78	2,78
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)
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	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot (I), Vapor Chamber + 4 HP à 6 mm, 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Platte	Eigendesign, Dual-Slot, Kupferkern + 4 HP à 6 mm, 2 x 85 mm axial, verschraubter VRM-Kühler	„Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 HP (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte	Nvidia-Referenz (DHE) + Evga-Backplate, Dual-Slot, Vollbedeckung inkl. 65-mm-Radiallüfter
Software/Tools	Assassin's Creed-„3-Game-Pack“, Treiber	Treiber	Afterburner (Tuning-Tool), Treiber	Precision X (Tuning-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 bei Registrierung)	Gedruckt (englisch); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre
Kabel, Adapter	DVI-VGA-Adapter, 2 x Strom: Molex-auf-6-Pol	2 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter	2 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter	2 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter
Sonstiges	PCB: Referenz inkl. Stromturm; TDP max. 132 %	Custom-PCB ohne Stromturm; TDP max. 125 %	PCB: Nvidia-Nachbau mit Stromturm, TDP 132 %	Nvidia-PCB mit Stromturm, TDP 132 %; Poster
Eigenschaften (20 %)	2,15	1,89	1,91	2,05
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	33/67/75 Grad Celsius	32/78/80 Grad Celsius	31/62/65 Grad Celsius	37/80/81 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	1,2 (30 %)/3,3 (41 %)/3,6 (45 %) Sone	0,5 (30 %)/1,4 (44 %)/1,6 (47 %) Sone	0,4 (35 %)/2,6 (49 %)/2,7 (51 %) Sone	0,7 (30 %)/3,4 (59 %)/3,6 (60 %) Sone
Spulenpfefen	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Überdurchschnittlich (lastabhängig; Zirpen)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	17/23/20 Watt	20/27/23 Watt	17/24/20 Watt	17/19/20 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	154/187 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	158/184 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	152/164 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	154/162 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Nein (1.220)/nein (1.280)/nein (1.335 MHz)	Nein (1.220)/nein (1.280)/nein (1.335 MHz)	Ja (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)	Ja (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (3.635)/nein (3.800)/nein (3.965 MHz)	Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)	Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)	Ja (3.415)/ja (3.570)/nein (3.725 MHz)
Spannung per Tool einstellbar?	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,5 (PCB: 25,5)/5,5 cm; 2x 6-Pol (vert. getürmt)	25,7 (PCB: 25,5)/3,4 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vert.)	25,7 (PCB: 25,5)/3,5 cm; 2x 6-Pol (vert. getürmt)	25,5/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal getürmt)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	1,16	1,23	1,28	1,25
FAZIT	➤ Schnellste GTX 680 derzeit ➤ Beigaben & Garantie ➤ Im 2D-Betrieb unnötig laut	➤ Leiseste High-End-Karte derzeit ➤ Hoher Kerntakt (+10 Prozent) ➤ Fiept/zirpt überdurchschnittlich laut	➤ Zweitleiseste GTX 680 ➤ Kühler: Trotz Dual-Slot leistungsstark ➤ Lüfter surren beim OC hochfrequent	➤ Backplate wertet Referenzkühler auf ➤ 3 Jahre Garantie ➤ Lautes Rauschen unter Last
	Wertung: 1,65	Wertung: 1,69	Wertung: 1,70	Wertung: 1,71

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T)	Geforce GTX 670 AMP-Edition	R7970 Lightning	Geforce GTX 670 Phantom
Hersteller/Webseite	Asus (www.asus.de)	Zotac (www.zotac.com)	MSI (www.msi-computer.de)	Gainward (www.gainward.de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 420,-/ausreichend	Ca. € 420,-/ausreichend	Ca. € 530,-/ausreichend	Ca. € 390,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/776592	www.pcgh.de/preis/776848	www.pcgh.de/preis/751143	www.pcgh.de/preis/774962
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)	Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)	Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)	Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.344/112/32	1.344/112/32	2.048/128/32	1.344/112/32
2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	300/300 MHz (0,850 VGPU)	324/324 MHz (0,987 VGPU)
3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	1.058 (Boost: ~1.202)/3.004 MHz	1.098 (Boost: ~1.176)/3.304 MHz	1.070/2.800 MHz (1,170 VGPU)	1.006 (Boost: ~1.150)/3.054 MHz
Ausstattung (20 %)	2,80	2,83	2,65	2,98
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2x DVI (nur Single-Link!), 4x Mini-Displayport	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	„Direct Cu II“, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2x 75-mm-Axiallüfter, VRM-Kühler & Backplate	Eigendesign, Triple-Slot (I), Vapor Chamber + 4 HP à 6 mm, 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Platte	„Twin Frozr IV“, Dual-Slot, 5 Heatp. (2x 8, 3x 6 mm), 2x 90 mm axial, VRM-/RAM-/Backplate	„Phantom II“, Triple-Slot (I), 3 Heatpipes à 6 mm Durchmesser, 2x 80 mm axial, VRM-Platte
Software/Tools	GPU Tweak (Tuning-Tool), Treiber	Firestorm (Tuning-Tool), Treiber	MSI Afterburner (Tuning-Tool), Treiber	Expertool (Tuning-Tool), Treiber-CD
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 bei Registrierung)	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre
Kabel, Adapter	1 x Strom: Molex-auf-6-Pol	DVI-VGA-Adapter, 2 x Strom: Molex-auf-6-Pol	Adapter: Mini-DP-DP, HDMI-DVI, 2x Strom	DVI-VGA, HDMI-DVI, 1 x Molex-auf-6-Pol
Sonstiges	TDP per Tool: maximal 117 %	GTX-680-PCB mit Stromturm; TDP max. 132 %	Dual-BIOS (normal/LN2), Zero Core; CF-Brücke	Platine ohne Stromturm; TDP maximal 128 %
Eigenschaften (20 %)	1,79	2,07	2,24	2,11
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	35/74/74 Grad Celsius	29/64/70 Grad Celsius	33/64/75 Grad Celsius	34/73/73 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,2 (10 %)/0,9 (52 %)/0,8 (53 %) Sone	1,2 (30 %)/2,8 (39 %)/3,1 (43 %) Sone	1,0 (30 %)/2,5 (53 %)/6,3 (67 %) Sone	0,7 (35 %)/3,4 (63 %)/3,2 (63 %) Sone
Spulenpfefen	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Nein – erst mit kräftigem Overvolting	Überdurchschnittlich (lastabhängig; Zirpen)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	21/28/24 Watt	17/22/20 Watt	22/51/48 Watt	18/24/21 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	151/152 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	153/175 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	201/298 Watt (Powertune werkseitig entschärft)	154/157 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Nein (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)	Ja (1.210)/nein (1.260)/nein (1.320 MHz)	Nein (1.180)/nein (1.230)/nein (1.285 MHz)	Nein (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)	Ja (3.635)/ja (3.800)/nein (3.965 MHz)	Ja (3.080)/ja (3.220)/ja (3.360 MHz)	Ja (3.360)/ja (3.510)/nein (3.665 MHz)
Spannung per Tool einstellbar?	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU, VRAM, Aux per Afterburner)	Ja (GPU bis 1,175 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,8 (PCB: 23,3)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	26,5 (PCB: 25,5)/5,5 cm; 2x 6-Pol (vert. getürmt)	30,2 (PCB 28,0)/3,5 cm; 2x 8-Pol (vertikal)	24,7 (PCB: 17,4)/5,0 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	1,37	1,29	1,34	1,37
FAZIT	➤ Perfekt eingestellter, leiser Kühler ➤ Sehr schnell dank hohem GPU-Boost ➤ 2D: Leicht erhöhter Verbrauch	➤ Schnellste GTX 670 (680-Niveau) ➤ 5 Jahre Garantie ➤ Lüfter im Leerlauf zu laut	➤ Um 16 % übertaktet (GTX-680-Niveau) ➤ Starker Kühler mit Silent-Tauglichkeit ➤ Nur (2x) Single-Link-DVI	➤ Moderat übertaktet ➤ Kühler stärker als Nvidia-Referenz ➤ Zirp-/Fiep-Neigung
	Wertung: 1,74	Wertung: 1,75	Wertung: 1,78	Wertung: 1,84

GRAFIKKARTEN Auszug aus Testtabelle mit 67 Wertungskriterien				
				
Produkt	Geforce GTX 670 Jetstream	Radeon HD 7970 X-Edition	Radeon HD 7970 Royal King	Radeon HD 7950 Iceq Turbo
Hersteller/Webseite	Palit (www.palit.biz)	VTX3D; Bezugsquelle: Caseking.de	Club 3D (www.club-3d.com)	HIS (www.hisdigital.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 380,-/ausreichend	Ca. € 420,-/ausreichend	Ca. € 410,-/ausreichend	Ca. € 350,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/776907	www.pcgh.de/preis/735997	www.pcgh.de/preis/774068	www.pcgh.de/preis/766539
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)	Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)	Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)	Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.344/112/32	2.048/128/32	2.048/128/32	1.792/112/32
2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	324/324 MHz (0,987 VGPU)	300/300 MHz (0,842 VGPU, 1,6 VMEM)	300/300 MHz (0,850 VGPU, 1,6 VMEM)	300/300 MHz (0,850 VGPU, 1,6 VMEM)
3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	1.006 (Boost: ~1.150)/3.054 MHz	1.050/2.850 MHz (1,113 VGPU, 1,6 VMEM)	975/2.750 MHz (1,174 VGPU, 1,6 VMEM)	900/2.500 MHz (1,020 VGPU, 1,6 VMEM)
Ausstattung (20 %)	2,98	2,83	3,00	2,88
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (256 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)	3.072 MiByte (384 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	2x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport
Kühlung	„Jetstream“, Triple-Slot (1), 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 90-mm-Axiallüfter, VRM-Kühlplatte	Eigendesign, Dual-Slot, 3 Heatp. à 8 mm Durchm., 2x 85 mm axial, gesteckter VRM-Kühler	„Coolstream“, 3 Direct-Touch-HP à 8 mm, 2x 90 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Iceq“ (Direct Heat Exhaust), 2,5-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 75 mm radial, VRM-/RAM-Kühler
Software/Tools	Thunder Master (Tweaker), Treiber-CD	Treiber-CD	Treiber-CD	Iturbo (Tweak-Tool), Treiber-CD
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (englisch); 2 Jahre	Flyer (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre
Kabel; Adapter	DVI-VGA, HDMI-DVI, 1x Strom: Molex-auf-6-Pol	Mini-DP-DP, Mini-DP-DVI, HDMI-DVI, DVI-VGA	Crossfire-Brücke	DVI-VGA-Adapter
Sonstiges	Platine ohne Stromturm; TDP maximal 128 %	Dual-BIOS; CF; Zero Core; 1 x Stromadapter	Dual-BIOS (normal und „unlocked“); Zero Core	Dual-BIOS, Zero-Core-Feature, Crossfire-Brücke
Eigenschaften (20 %)	2,18	2,26	2,14	2,13
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	36/76/77 Grad Celsius	33/68/73 Grad Celsius	32/69/73 Grad Celsius	37/65/66 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,6 (30 %)/4,5 (58 %)/4,3 (59 %) Sone	0,5 (20 %)/1,9 (53 %)/3,4 (64 %) Sone	0,7 (32 %)/2,1 (44 %)/3,0 (50 %) Sone	0,5 (30 %)/2,8 (49 %)/2,9 (50 %) Sone
Spulenpfeifen	Moderat (je nach Last: Zirpen)	Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)	Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	18/25/21 Watt	25/90/83 Watt	18/51/46 Watt	18/52/49 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	154/155 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	203/265 Watt (Powertune: Standard)	177/221 Watt (Powertune: Standard)	128/139 Watt (Powertune: Standard)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Nein (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)	Ja (1.155)/nein (1.210)/nein (1.260 MHz)	Ja (1.070)/ja (1.120)/nein (1.170 MHz)	Ja (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (3.360)/ja (3.510)/nein (3.665 MHz)	Ja (3.135)/ja (3.280)/nein (3.420 MHz)	Ja (3.025)/ja (3.165)/ja (3.300 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)
Spannung per Tool einstellbar?	Ja (GPU bis 1,175 Volt)	Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)	Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)	Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	24,5 (PCB: 17,4)/4,6 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	26,7/3,4 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)	26,4 (PCB 26,1)/3,4 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vert.)	28,3 (PCB 26,1)/4,8 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	1,37	1,41	1,53	1,86
FAZIT	➤ Moderat übertaktet ➤ Relativ günstig ⚠ Laute Belüftung unter Last	➤ Leistung auf GTX-680-Niveau ➤ Kühler: Leise und doch stark ⚠ Leistungsaufnahme Blu-ray/2-LCD	➤ Leiser & starker Kühler ➤ Gute Verbrauchswerte ⚠ Keine VRM- & RAM-Kühlelemente	➤ Wärme entweicht aus dem Case ➤ Gutes, neues Tweak-Tool inklusive ⚠ Wenig Zubehör
	Wertung: 1,85	Wertung: 1,86	Wertung: 1,95	Wertung: 2,12

GRAFIKKARTEN Auszug aus Testtabelle mit 67 Wertungskriterien				
				
Produkt	HD 7870 Direct Cu II TOP V2	Radeon HD 7870 PCS+	Radeon HD 7870 Iceq Turbo	Radeon HD 7870 Royal King
Hersteller/Webseite	Asus (www.asus.de)	Powercolor (www.powercolor.com/de)	HIS (www.hisdigital.com/de)	Club 3D (www.club-3d.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 300,-/befriedigend	Ca. € 310,-/befriedigend	Ca. € 310,-/befriedigend	Ca. € 300,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	Bei Redaktionsschluss noch nicht gelistet	www.pcgh.de/preis/751978	www.pcgh.de/preis/751969	www.pcgh.de/preis/773040
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.280/80/32	1.280/80/32	1.280/80/32	1.280/80/32
2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	300/300 MHz (0,822 VGPU)	300/300 MHz (0,824 VGPU)	300/300 MHz (0,822 VGPU)	300/300 MHz (0,822 VGPU)
3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)	1.100/2.500 MHz (1,218 VGPU)	1.100/2.450 MHz (1,218 VGPU)	1.100/2.400 MHz (1,218 VGPU)	1.050/2.400 MHz (1,218 VGPU)
Ausstattung (20 %)	2,93	2,88	2,88	3,00
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)
Monitoranschlüsse	2x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 1x Displayport	2x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	2x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport
Kühlung	„Direct Cu II“ (V2), Dual-Slot, 3 Heatp. à 8 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Prof. Cooling System“, Dual-Slot, 3 HP (1x 8, 2x 6 mm), 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Iceq“ (Direct Heat Exhaust), 2,5-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 75 mm radial VRM-/RAM-Kühler	„Coolstream“, Dual-Slot, 2 Direct-Touch-Heatp. à 8 mm, 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler
Software/Tools	GPU Tweak (Tweaker), Treiber	Treiber-CD	Iturbo (Tweak-Tool), Treiber-CD	Treiber-CD
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Flyer (deutsch); 2 Jahre
Kabel; Adapter	1 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA	Mini-DP-DVI-Adapterkabel, DVI-VGA	DVI-VGA-Adapter	—
Sonstiges	Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke	Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke	Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke	Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke
Eigenschaften (20 %)	2,08	2,15	2,16	2,05
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	29/68/85 Grad Celsius	28/70/73 Grad Celsius	29/61/65 Grad Celsius	28/62/72 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,3 (30 %)/1,5 (47 %)/5,1 (81 %) Sone	0,5 (20 %)/2,2 (41 %)/2,8 (46 %) Sone	1,0 (28 %)/1,9 (42 %)/2,6 (47 %) Sone	0,4 (29 %)/2,7 (46 %)/3,6 (53 %) Sone
Spulenpfeifen	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	18/47/45 Watt	17/45/43 Watt	17/43/41 Watt	17/44/40 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	132/151 Watt (Powertune: Standard)	123/136 Watt (Powertune: Standard)	112/125 Watt (Powertune: Standard)	94/122 Watt (Powertune: Standard)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Nein (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Nein (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Ja (1.155)/nein (1.210)/nein (1.260 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)	Ja (2.695)/ja (2.820)/ja (2.940 MHz)	Ja (2.640)/ja (2.760)/ja (2.880 MHz)	Ja (2.640)/ja (2.760)/ja (2.880 MHz)
Spannung per Tool einstellbar?	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)	Ja (GPU; via Iturbo bis 1,337 Volt)	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,8 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	24,3/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	28,7 (PCB 24,2)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	21,0/3,5 cm; 2 x 6-Pol (horizontal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	2,17	2,17	2,20	2,25
FAZIT	➤ Sehr leiser, starker Kühler ➤ Hoher Takt ab Werk ⚠ Keine VRM- & RAM-Kühlelemente	➤ Hohe werkseitige Übertaktung ➤ Unaufdringlicher Kühler ⚠ Keine VRM-/RAM-Kühler	➤ Kühler (Direct Heat Exhaust) ... ➤ ... der auch bei Last leise arbeitet ⚠ Abmessungen (sehr groß)	➤ Platzsparendes Design ➤ Geringe Leistungsaufnahme (3D) ⚠ Minimalistisches Zubehör
	Wertung: 2,30	Wertung: 2,31	Wertung: 2,33	Wertung: 2,36



3D-Grafik in den Anfangsjahren: Das erste Jahrzehnt bis Direct X 9

Retro: 3D-Spielegrafik

Erinnern Sie sich noch an Ihr erstes Spiele-Erlebnis am PC? Bei der Mehrheit der Nutzer dürfte dieses in den Neunzigern stattgefunden haben – eine lange Zeit, auch für die Grafik. PCGH blickt zurück.

Die Pixelpracht aktueller Spiele ist enorm – auch wenn unter anderem die Grafikerds von PCGH meistens trotzdem etwas zu jammern haben. Dynamische Beleuchtung durch meist mehrere Lichtquellen inklusive realistisch-weicher Schatten, Polygonzahlen mindestens im hohen Hunderttausender- sowie detaillierte, hochauflösende Texturen im Gigabyte-Bereich: All das ist heute bei Top-Titeln mehr oder weniger Standard. Doch in den Anfangstagen der 3D-Beschleunigung, quasi als die Pixel laufen lernten, war das noch deutlich anders. Wir blicken zurück auf eine faszinierende Entwicklung von Soft- und Hardware.

Grafik von gestern

In den Neunzigerjahren mussten Entwickler noch viele Tricks anwenden, um die wertvollen Ressourcen Rechenzeit und Speicherplatz zu sparen. Eine Speicherausstattung

von mehr als 2 MiByte war damals den High-End-Karten vorbehalten – 400 US-Dollar und mehr waren keine Ausnahme. Die Leistung wurde in Polygonen pro Sekunde oder in Megatextel pro Sekunde, der Texturierungsgeschwindigkeit also, gemessen. 10 bis 20 Megatextel waren Standard, einen Pixel mit einer bilinear gefilterten Textur innerhalb eines Taktschrittes zu versehen keine Selbstverständlichkeit. Zum Vergleich: Heutige Top-Grafikkarten erreichen mit über 100 Gigatexteln/s das 5.000- bis 10.000-fache dieser Werte.

Eine ähnlich eindrucksvolle Kenngröße ist die Bildschirmauflösung. Bei DOS-Spielen waren 320 x 240 Bildpunkte Standard, heute haben selbst günstige Einsteiger-Smartphones mehr zu bieten. Aber auch frühe 3D-Karten und selbst die legendäre Voodoo Graphics von 3Dfx boten maximal 640 x 480 be-

schleunigte Pixel mit Z-Buffering – die heute übliche Full-HD-Auflösung von 1.920 x 1.080 liegt um 575 Prozent darüber, gegenüber gängigen DOS-Spielen wird insgesamt sogar Faktor 27 erreicht. Da liegt es nahe, dass an etliche heute als Standard geltende Effekte im Echtzeit-Bereich noch kein Gedanke verschwendet wurde.

Vom Profi zum Zocker

Spezielle Beschleunigerkarten gab es auch in den Neunzigern schon länger, jedoch ausschließlich für den Profi- oder Spielhallen-Bereich. Erstere waren hauptsächlich für die flüssige Darstellung von Drahtgittermodellen optimiert, die zum Beispiel in Konstruktions- oder Architektenbüros auf den CAD-Workstations liefen. Diese mussten im Vergleich zu zeitgenössischen Spielen horrenden Mengen an Dreiecken aus den Geometriedaten erzeugen und nach dem Gouraud-Modell

ausleuchten, detaillierte Texturen wurden aber zumeist erst in einer späteren Designstufe für die Offline-Darstellung verwendet.

Von 2D zu 3D

Der Schritt weg von einer zweidimensionalen Spielwelt in die dritte Dimension brachte erst einmal eine ganze Menge zusätzlicher Herausforderungen mit sich. Eine davon ist die Trennung von World- und Screenspace. Die Koordinaten innerhalb der Spielwelt sind für eine Darstellung am zweidimensionalen Bildschirm umzurechnen und entsprechend müssen auch Texturen angepasst und in verschiedene Richtungen ge- und verzerrt werden. Ebenfalls der dritten Dimension geschuldet ist die Notwendigkeit eines Tiefentestsystems, um festzulegen, welche Objekte am Ende des Rendering-Vorgangs nicht von anderen verdeckt werden dürfen. An die Stelle oft

per Hand gemalter und in einigen vorberechneten Stufen animierter Sprites traten bald auch dreidimensionale Figuren. Ebenso wie andere Objekte mussten sie nun von allen Seiten eine gute Figur abgeben, was unter anderem die Anforderungen an die Größe des Texturspeicherplatzes nach oben schraubte. Anfangs noch komplett vernachlässigt wurde die Frage des räumlichen Bezugs – oder einfacher: der Schatten. Ohne diese fehlt die optische Relation zum Beispiel von Spielfiguren zur Bewegungsebene – Lara Croft und Co. scheinen durch die Levels zu schweben. Doch aufgrund des großen Rechenaufwands für eine korrekte Schattendarstellung verzichteten frühe Spiele ganz darauf und selbst Jahre später waren sogenannte Blob-Schatten – dunkle Flächen grob unterhalb der Spielfigur – üblich.

Die dritte Dimension

Die ersten 3D-Engines nutzten für all die beschriebenen Funktionen noch den Hauptprozessor, der sich jedoch bald als zu schwach für diese Funktionen herausstellte. 3D-Shooter wie das beliebte *Descent* oder auch id Techs *Quake* waren prominente Beispiele für einen solchen Fall und liefen mit vollen Details nur auf den schnellsten Pentium-PCs flüssig. Aber es gab auch andere: Lucas Arts' *X-Wing* lief selbst auf einigen flotten 486er-PCs noch gerade so, verzichtete dafür aber auch auf Texturen und aufwendige Beleuchtungseffekte.

Die ersten *Wing Commander*-Spiele von Origin (vor dem Kauf durch EA noch ein Publisher, kein DRM-Tool) waren gar komplette 2D-Entwicklungen, welche lediglich die Simulation in einem 3D-Raum durchführten und vorgezeichnete Sprites zoomten und rotierten. Für *Wing Commander 1* gab der Hersteller anno 1990 sogar einen 286er mit 12 MHz als Minimum an – trotzdem ließ das Spiel 1990/1 reihenweise Kinnladen nach unten klappen und gilt als einer der Geburtshelfer für PC-Gaming insgesamt. Kam zur Darstellung einer echten 3D-Welt noch die bilineare Filterung der Texturen samt MIP-Mapping hinzu (Ersteres erzeugte eine homogene Oberflächenstruktur und Letzteres minderte das Texturflimmern in der räumlichen Tiefe), waren selbst damalige High-End-Maschinen hoffnungslos überfordert und

zusätzliche Beschleuniger mussten her.

Grafik ohne Mojo

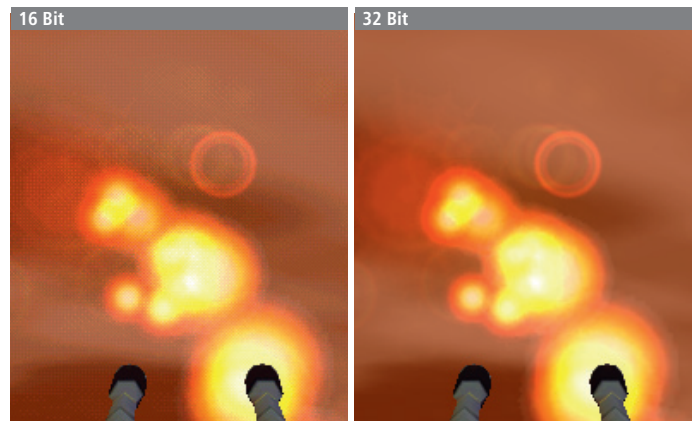
Die meisten Grafikchip- und Kartenhersteller (damals noch überwiegend in Personalunion) wurden vom 3D-Boom auf dem falschen Fuß erwischt und hatten gerade erst grundlegende Windows- und Video-Funktionen in ihre Beschleuniger integriert. 3D war meist auf texturloses Gouraud-Shading beschränkt, oft fand in der ersten Generation sogar noch die Perspektivenkorrektur über mehrere Taktzyklen statt, wenn sie überhaupt vorhanden war – von fortschrittlicheren Funktionen ganz zu schweigen. Entsprechend sah das Bild mit 3D-Beschleunigung meistens zwar besser aus, wurde bei der Nutzung aller gebotenen Features jedoch oft sogar langsamer dargestellt; daher rührt auch der Spitzname „3D-Decelerator“ für S3s Virge-Chips. Zu allem Überfluss fehlte auch noch eine einheitliche Programmierschnittstelle, denn Open GL war auf den Profi-Markt beschränkt, sodass die meisten Spiele für jeden Chip separat angepasst werden mussten, was nur selten geschah – Marktfragmentierung war die Folge: Die ersten verbreiteten Spiele aus dieser Zeit waren hauptsächlich proprietäre Portierungen für einzelne Systeme. *Mechwarrior 2* zum Beispiel existierte in angepassten Versionen für 3Dfx, Ati, S3, Rendition und Power VR.

3D mit Voodoo

Schon häufig hat PC Games Hardware über die Voodoo-Grafikkarten und deren Pionier-Status bei der 3D-Beschleunigung berichtet. In diesem Artikel konzentrieren wir uns auf die Software-Seite der Geschichte. Neben der gerade aufkommenden Windows-API Direct X mitsamt ihrer 3D-Komponente bot 3Dfx für die Voodoo Graphics Glide an, im Prinzip eine auf die für Spiele relevanten Funktionen abgespeckte Open-GL-Version. Erstmals integrierte man die wichtigsten Funktionen wie bilineare Texturfilterung und Alpha-Blending so in der Hardware, dass der Durchsatz bei hoher Darstellungsqualität nicht allzu stark einbrach. In 512 x 384 oder in einigen Spielen auch 640 x 480 Pixeln konnte die Voodoo dann auch die als flüssig geltende Marke von 30 Fps halten – unter anderem dank der hauseigenen schlan-

API-Evolution: Features von Direct X & Open GL

Jahr	Direct-3D-Version	Wichtige Merkmale
1998	6.0	Multitexturing
1999	7.0	HTnL („Hardware Transformation, Clipping and Lighting“)
2001	8.0	Pixelshader 1.1 bis 1.3, Vertexshader 1.1
2001	8.1	Pixelshader 1.4, Vertexshader 1.1
2002	9.0	Shadermodel 2.0, Gleitkommagenauigkeit
2003	9.0a/b	Pixelshader 2.a/b, Vertexshader 2.0
2004	9.0c	Shadermodel 3, GP-GPU
2006	10.0	Shadermodel 4.0, Windows Graphics Foundation 2.0, DXVA 2.0, GPU-Computing
2008	10.1	Shadermodel 4.1, Windows Graphics Foundation 2.1, DXVA 2.1, GPU-Computing
2009	11	Shadermodel 5.0 (Tessellation, Multithreaded Rendering, Compute-Shader), GPU-Computing
2011	11.1	Kein neues Shadermodel, u. a. Änderungen für Debugging (Shader Tracing) und Nutzung im mobilen Bereich



Farbtiefe: Mit 16 Bit (links) kommt es im abgebildeten Incoming zu Dithering-Artefakten und Streifenbildung (im Hintergrund); 32 Bit (rechts) behebt das Problem.

Spielegrafik: Entwicklung von 1996 bis zur DX9-Ära

1996 – Proprietäre Schnittstellen



Am Anfang war die proprietäre API – neben Ati, S3, Power VR oder Rendition auch von 3Dfx (hier: Schleichfahrt).

1997 – Quake-Engine mit Open GL



Erst kürzlich aus den BPjM-Untiefen erwacht, setzte Quake mit seinem OpenGL- und 3Dfx-Port 3D-Maßstäbe.

1998 – Multitexturing hält Einzug



Das erste Unreal ist auch optisch ein Meilenstein, doch der Direct3D-Support war anfangs eher stiefmütterlich.

1999 – Hardware-T&L mit Geforce



Im Gegensatz zu Quake 1 und 2 blieb der dritte, inhaltlich autarke Teil mit seinen Multiplayer-Fokus auf dem Index.

Spielegrafik: Entwicklung von 1996 bis zur DX9-Ära

2000 – Effekte werden aufwendiger



Licht- und Schattenberechnungen wurden inzwischen teilweise dynamisch gelöst wie hier in Heavy Metal FAKK 2.

2001 – Lizenzmodelle setzen sich durch



Neben id-Tech-3 war die Unreal-Engine eines der beliebtesten Lizenzobjekte wie hier in DS9: The Fallen.

2002 – Erste Shader-Effekte in Spielen



Nach dem Erscheinen erster DX8-Karten dauerte es ein wenig, bis die Spiele aufholten, eines der ersten war Morrowind.

2003 – Direct X 9 ist ein großer Sprung!



Schlag auf Schlag: Mit Direct X 9 starteten Shader durch. Tomb Raider: Angel of Darkness nutzte sie ab Mitte 2003.

2004 – Schaut her, wir haben Shader!



Far Cry war der Überraschungshit 2004 und kam vor den verspäteten Doom 3 und Half-Life 2 – mit viel Shader-Einsatz.

2005 – Spielwelten wachsen



Nachdem Shader etabliert waren, wurden die dargestellten Spielwelten größer – wie bei Schlachtfeld-Shootern.

2006 – Cross-Platform-Entwicklung



Die 2005/6er-Konsolen Xbox 360 und PS 3 hinterließen Eindrücke: Cross-Platform-Titel nutzten vermehrt Shader.

2007 – DX10-Enttäuschung ...



Mit DX10 stand die vorgeblich nächste Revolution ins Haus – genutzt wurde das anfangs kaum, Vista-Flop sei Dank.

2008 – ... der letzte Grafikkracher



Crysis und der Nachfolger Warhead zogen alle Register – inkl. DX10. Resultat: die bis heute kaum getoppte Optik.

2009 – DX11 bringt Compute



Mit Direct X 11 hielt „Compute“ Einzug in die Spielewelt. Manche Effekte lassen sich so wesentlich schneller berechnen.

ken Glide-Schnittstelle. Von nun an war bilineare Texturfilterung ein Muss, weitere grundlegende Textureffekte wie mehrere Schichten der Pixeltapeten oder Lightmaps, bei denen per zusätzlicher Texturschicht eine (statische) Beleuchtung simuliert wurde, kamen im Rahmen von Multitexturing hinzu. Bump-Mapping, das in mehreren Durchläufen berechnet wird und je nach Lichteinfall anhand der Vertex-Normalen kleinere Verschattungen, Strukturen in der Oberfläche, simulierte, kam als High-End-Effekt erst 1999 in Mode, auch wenn es bereits 1998er-Chips inklusive der Voodoo 2 unterstützten.

16 Bit mehr als Voodoo

Die Spieleentwickler gaben sich jedoch noch lange nicht zufrieden. Bei aufwendigeren Spielen der Ära fällt zunehmend ein störendes Dithering-Raster auf, wenn wie im Falle von Linseneffekten („Lens-flares“) oder Explosionen mehrere transparente Texturlagen übereinander dargestellt werden müssen. Das liegt an der Begrenzung der Farb- und Puffertiefe auf 16 Bit: Die Ungenauigkeiten summieren sich. Die Verdopplung der Farbtiefe auf 32 Bit in der 1998er-Generation der meisten Chips behebt dieses Problem. Erste Spiele, die davon profitieren, sind der grafisch insgesamt eindrucksvolle 3D-Shooter *Forsaken*, das Ballerspiel *Incoming* und der dritte Teil der *Quake*-Reihe. Insbesondere Letzterer nutzt zudem auch weitere Features der neuen Hardware-Generation, zum Beispiel größere Texturen mit Kantenlängen über 256 Pixeln. Dank der Open-GL-Schnittstelle profitiert der id-Software-Titel außerdem von Hardware-TnL, das ab 1999 mit GeForce, Savage 2000 und Radeon auf den Markt kommt.

Texturen ausgereizt

Dass man mit Texturen mehr machen kann, als einfach nur bestimmte Pixelfarben statisch abzuspeichern, beweisen Verfahren wie Environment-Mapping, das bei Matrox in der G400-Reihe – später auch Radeon, Kyro und letztlich auch GeForce – erstmals mit Bump-Mapping kombiniert wird. Einfaches Environment-Mapping projiziert Umgebungstexturen, genauer das Innere eines Texturwürfels, auf die Oberfläche von Objekten. Vermischt mit einer Basis-Textur können so reflektierende Wasseroberflächen oder realistisch

glänzende Autolackierungen dargestellt werden. Die Kombination mit Bump-Mapping ermöglicht sogar weitere Strukturen. Prozedurale, das heißt zur Laufzeit per Berechnung erstellte und teils sogar animierte Texturen feiern nur ein kurzes Gastspiel, zu schnell wird eine große lokale Speichermenge vergleichsweise günstig, sodass der Rechenaufwand sich nicht lohnt und die Pixeltapeten wieder vorab erzeugt werden. Auch der größte Vorteil von AGP, direkter Zugriff auf Texturen im Hauptspeicher, wird durch diese Entwicklung ad absurdum geführt; AGP-Karten erhalten bald 32 und mehr MiByte Grafikspeicher.

Shader – der nächste Schritt

Bisherige Grafikchips glichen fest verdrahteten, nur in engen Grenzen konfigurierbaren Rechenwerken. Mit Direct X 8 und der Shader-Ära begann das Loblied auf die Programmierbarkeit der GPUs – Grafikprozessoren, mit der Betonung auf den hinteren Wortteil, im Unterschied zu den älteren Chips.

Doch die erste Generation von DX8-Chips, GeForce 3 und Radeon 8500, waren nur innerhalb sehr eng gesteckter Grenzen programmierbar und erst mit Direct X 9 kam an dieser Front ein wirklicher Fortschritt zustande. Das lässt sich auch sehr gut an den Grafikeffekten nachvollziehen. Von der DX8-Hardware profitierten hauptsächlich die Charakteranimationen, welche per Vertexshader berechnet werden konnten. Die Pixel allerdings sahen größtenteils noch genauso wie zu Zeiten der Multitexturierer des letzten Jahrtausends aus – einige übertriebene Effekte wie das quecksilberartige Wasser in *Morrowind* mal außen vor. Hier kam die Revolution erst mit DX9. (cs)

Fazit



Größte Revolution mit Direct X 9

Erst DX9 brachte wesentlich längere Programmabfolgen sowie genauere Rechenwerke und Pufferformate als zuvor. So konnten sich Spieleentwickler vermehrt austoben, was die Möglichkeiten der Gestaltung anging. Die erste Generation echter DX9-Spiele setzte gern auf Effekte wie Hitzeflimmern und Hintergrundunschärfe (als Tiefenunschärfe verkauft) und dient noch heute – dank Xbox 360 und Playstation 3 – als Basis für aktuelle Spielegrafik.

NEU

4. PCGH-Edition

Intel Core i7-3610QM

Mit der neuen CPU-Generation von Intel konnte die Leistung des PCGH-Notebooks weiter gesteigert werden.

Original Windows 7 Home Premium x64

Original Windows 7 Home Premium x64 ist dank Direct-X-11-Unterstützung das perfekte Betriebssystem für Spieler.

Geforce GTX 670M

Passend zur neuen CPU arbeitet im PCGH-Notebook auch eine neue, schnelle Grafikeinheit – optimal für Spiele!

Schnelle Samsung-SSD

Wartezeiten sind nun endgültig passé: Dank Samsung-SSD laden Betriebssystem und Spiele atemberaubend schnell.



PCGH-Notebook

MEDION® ERAZER® X6821

Das vierte PCGH-Notebook in Zusammenarbeit mit MEDION® bietet allerneueste Prozessoren- und Grafikchip-Technologie.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Medion und PC Games Hardware ermöglicht mit dem MEDION® ERAZER® X6821 PCGH-Edition ein Notebook mit aktueller Top-Technologie: Dazu zählt der Intel Core i7-3610QM mit acht virtuellen Kernen und sehr hoher Arbeitsgeschwindigkeit sowie die moderne Direct-X-11-Grafikkarte Geforce GTX 670M von Nvidia und eine sehr schnelle Samsung-SSD 830 mit 128 GByte Kapazität. Zudem beherbergt das 15,6-Zoll-Notebook ein entspiegeltes Full-HD-Display, eine 750-GByte-Festplatte, ein Blu-ray-Laufwerk und 8 GiByte Arbeitsspeicher. Mit 0,7 Sone im Leerlauf und bis zu 3,1 Sone in Spielen bleibt das Erazer X6821 PCGH Edition trotz hoher Performance angenehm leise. Zahlreiche Anschlüsse wie USB 3.0, eine lange Akkulaufzeit und eine gute Verarbeitung runden das Gesamtpaket des Gaming-Notebooks ab. Das neue PCGH-Notebook können Sie für 1.399 Euro (zzgl. Versandkosten) im Medion-Shop bestellen. Weitere Infos (inkl. Video) finden Sie unter www.pcgh.de/go/pcgh-notebook.

Produktname	MEDION ERAZER X6821 4. PCGH-Edition
Hersteller (Webseite)	MEDION® (www.medion.com/PCGH)
Erweiterte Informationen	www.pcgh.de/go/pcgh-notebook
Garantie/Rückgaberecht	2 Jahre/14 Tage
Ausstattung	
Betriebssystem	Original Windows 7 Home Premium x64
Arbeitsspeicher	2 x 4 GiByte DDR3-1333 (9-9-9-24)
Prozessor/Chipsatz	Intel Core i7-3610QM (2,3 bis 3,3 GHz, 4 Kerne, 8 Threads)/HM77
Grafikeinheit	Nvidia Geforce GTX 670M (620/1.240 MHz), 1.536 MiByte GDDR5
Festplatte	SSD: Samsung 128 GByte; HDD: Hitachi 750 GByte 7.200 U/min
Optisches Laufwerk	LG Blu-ray-ROM/DVD-RW-DL-Brenner
LCD	15,6 Zoll (1.920 x 1.080) inkl. LED, Non-Glare
Akku/Gewicht	87 Wattstunden/3,4 Kilogramm
Kommunikation	GBit-Ethernet, WLAN, Mikro, Webcam, 5.1 Sound, Bluetooth
Soundchip	Realtek ALC892/Dolby Home Theater
Anschlüsse	2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, HDMI, D-SUB, 5.1-Sound, SD, E-SATA
Leistung	
Cinebench 11.5 (64 Bit)/x264 4.0	6,22 Punkte/34,20 Fps im Netzbetrieb
Crysis Warhead/Anno 1404 (720p)	38/47 Bilder pro Sekunde (3DMark 11: P3.020) im Netzbetrieb
Akkulaufzeit 2D (WLAN aktiv)	285 Min. (4:45 h)
Lautheit 2D/3D-Last	0,7/3,1 Sone
SSD: Lesen, Zugriff (HD Tach)	SSD: 380,2 MBytes/s; 0,1 ms HDD: 95,7 MBytes/s; 15 ms
PREIS *	€ 1.399,-

Disclaimer: Verringerte Leistung im Akkubetrieb

* Zzgl. Versandkosten in Höhe von € 7,95

Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten www.pcgameshardware.de/cpu



Reinhard Staudacher
Fachbereich CPU-Kühler
E-Mail: rs@pcgh.de

Kommentar

Diesen Monat habe ich meinen ersten Kühlertest hinter mich gebracht – eine Erfahrung für sich.

Diese Ausgabe war die erste, bei der ich den Produktionsablauf komplett von vorne bis hinten miterleben durfte. Unter anderem beteiligte ich mich auch mit meinem ersten Kühlertest daran und durfte mich schon an den ersten Stolpersteinen im Leben eines PCGH-Redakteurs „erfreuen“. So trafen etwa einige Testmuster nicht zum erwarteten Zeitpunkt in der Redaktion ein – was nicht ungewöhnlich ist, daher will man sich die Option, die Kühler noch in die Marktübersicht mit aufzunehmen, falls sie doch noch eintreffen, so lange wie möglich offen halten. Am Ende kamen die Testmuster aber leider einen Tag zu spät, um noch berücksichtigt werden zu können – Abgabetermin ist Abgabetermin. Weiter ging es mit den Tests an sich: Sie glauben gar nicht, wie schwer es ist, Ordnung zu halten und den Überblick zu bewahren, wenn man Schrauben und Zubehör von mehr als einem halben Dutzend Kühlern vor sich liegen hat. Auch verbrachte ich längere Zeit auf allen Vieren, weil mal wieder eine der Schrauben auf den Boden gefallen war. Wer online die „PCGH-Woche in Bildern“ verfolgte, weiß, dass Kollege Stöwer sich währenddessen an dem sich immer weiter ausbreitenden Chaos an meinem Arbeitsplatz erfreute. Das Ergebnis meiner Bemühungen lesen Sie ab Seite 70. Gefällt es Ihnen? Lassen Sie es mich wissen.



Erneut erzählt

Schon bei den FX-Prozessoren sprach AMD zu Beginn von 2,0 Milliarden Transistoren pro Chip – korrigierte sich aber später auf 1,2 Milliarden. Nun ereilt die Llano-APUs das gleiche Schicksal: Letzten Sommer waren es noch 1.450 Millionen Transistoren, im Zuge der Trinity-Vorstellung sank die Anzahl auf 1.176 Millionen. Auf unsere Anfrage hin bestätigte AMD den niedrigeren Wert, warum man sich aber erneut verzählte – das bleibt Spekulation.



Neue Kühlermodelle von Deep Cool

Deep Cool hat mit dem Frostwin und dem Gammaxx 400 zwei neue CPU-Kühler im Angebot. Die Modelle sind aber beide noch nicht gelistet.

Für die Marktübersicht in dieser Ausgabe kamen die beiden Kühler leider zu spät in der Redaktion an. Zumindest zum Deep Cool Frostwin wollen wir hier deshalb einen kurzen Hands-on-Bericht liefern.

Der Kühler wirkt für ein Modell mit Doppelturmbauweise sehr kompakt. Als Material kommen die üblichen Werkstoffe Aluminium und Kupfer zum Einsatz, letzteres für die vier sechs Millimeter dicken Heatpipes. Diese sind abgeplattet und liegen direkt auf dem Heatspreader der CPU

auf. Der Kühlkörper ist 90 Millimeter hoch und 100 Millimeter breit. Aufgrund der mitgelieferten Klammern und der Größe des Kühlkörpers können also nur Lüfter mit bis zu 92 Millimetern Durchmesser installiert werden. Der Kühler selbst bringt allerdings zwei 120-mm-Lüfter mit, die dadurch, dass sie sich nach hinten verjüngen, trotzdem auf den Kühlkörper passen. Die Lüfter hängen beide an einem 4-Pin-PWM-Stecker, über den diese anhand des Drehzahlsignals des mittig verbauten Lüfters geregelt werden. Über den Preis ist noch nichts bekannt, der Frostwin wird wohl einer der günstigsten Doppelturm-Kühler sein. Wie gut die beiden Deep-Cool-Modelle abschneiden, werden wir in der nächsten Marktübersicht überprüfen. (rs)

CPU- und APU-Roadmap*

Erstes Halbjahr 2012

- **Intel Ivy Bridge DT:** Die Core i3 kommen im Juni
- **AMD Brazos 2.0:** Ebenfalls im Juni aktualisiert AMD die Einsteiger-Plattform samt den DX11-APUs

Zweites Halbjahr 2012

- **AMD Vishera:** Der „FX Next“ für den Sockel AM3+
- **AMD Trinity:** Die Desktop-Chips erscheinen im dritten Quartal im Endkundenmarkt

2013

- **Intel Haswell DT:** Der „Ivy Bridge DT“-Nachfolger mit neuer Architektur, wie gehabt im 22-Nanometer-Prozess
- **Intel Ivy Bridge EP:** High-End-CPU's für den Sockel 2011 im 22-Nanometer-Verfahren; bis zu zehn Kerne
- **AMD Kaveri und Kabini:** APU's mit „Steamroller“- und „Jaguar“-Kernen, dazu eine „Graphics Core Next“-GPU

* Angaben beruhen auf Fakten oder Schätzungen der Redaktion!

Aufgefrischt – Brazos 2.0

Letztes Jahr im Januar stellte AMD die höchst erfolgreiche Brazos-Plattform vor – die zweite Auflage bringt wenig Neues, ist aber auf dem aktuellen Stand.

Hinter der Brazos-2.0-Plattform verbergen sich zwei Accelerated Processing Units auf Basis des Zacate-Chips sowie der neue A68M-Chipsatz. Zacate vereint zwei Bobcat-CPU-Kerne mit 1,4 respektive 1,7 GHz sowie eine Radeon-Grafikeinheit mit dem UVD3, der das meiste Videomaterial beschleunigt und aufwertet. Die iGPU basiert entgegen ihrer Bezeichnung aber nicht auf der „Graphics Core Next“-Architektur, sondern gehört zur „Northern Islands“-Generation. Nur die Taktraten liegen etwas höher als bei den direkten Vorgängern, was kein Rebranding rechtfertigt – die Chips sind aber in erster Linie für OEM-Rechner oder Netbooks gedacht. Trotz höherer Frequenzen erhöht sich die TDP des E1 und E2 nicht. Der A68M-Chipsatz verfügt über weniger USB-2.0- und SATA-Ports als sein A50M-Vorgänger, bietet dafür aber USB 3.0 sowie einen Displayport und ist sparsamer. Ab Juni sollen Brazos-2.0-Geräte in den Handel kommen. (ms)

Modell	Kerne	Takt	GPU	ALUs	Takt (Turbo)	Speicher	TDP
E2-1800	2	1,70 GHz	HD 7340	80	523 (680) MHz	DDR3-1333	18 W
E-450	2	1,65 GHz	HD 6320	80	508 (600) MHz	DDR3-1333	18 W
E1-1200	2	1,40 GHz	HD 7310	80	500 MHz	DDR3-1066	18 W
E-300	2	1,30 GHz	HD 6310	80	488 MHz	DDR3-1066	18 W

Ivy Bridge „köpfen“

Statt das Die wie bisher mit dem Heatspreader zu verlöten, setzt Intel auf simple Wärmeleitpaste – ein Wechsel senkt die Temperaturen messbar.

Bereits in der letzten Ausgabe erwähnten wir im Ivy-Bridge-Test die höheren Temperaturen im Vergleich zu Sandy Bridge. Bei Letzterer verlötete Intel die Metallkappe (Integrated Heat Spreader) mit dem Die, was einen besseren Wärmeübergang ermöglicht. Im Falle von Ivy Bridge vertraut der Hersteller auf Paste, welche schlechter leitet – obendrein wird pro Fläche mehr Hitze abgegeben, da der Chip kleiner ist. Wie der Test von PCGHX-Moderator „der8auer“ zeigt, lässt sich der IHS mittels einer Rasierklinge entfernen – Achtung, das Risiko, die CPU zu beschädigen, ist hoch! Mit hochwertiger Gelid-Extreme-Paste sanken die Temperaturen seines Core i7-3770K @ 4,2 GHz (1,22 Volt) unter Last um 5 bis 9 Grad Celsius. Lohnenswert ist dies aber nur für Extrem-Übertakter. (rh/ms)



PCGH-Leistungsindex CPUs

BESSER ► Normierte Leistung

Core i7-3960X (3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 15 MiB L3) Preis: € 850,-	Anno: 47,1 BF3: 74,0 Dirt: 96,0 Shogun: 29,5 SC2: 43,2 Sky: 93,6 CB11.5: 11,10 / 1,58 Paint: 8,4 Truecrypt: 318 x264: 57,7	100 %
Core i7-3930K (3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 12 MiB L3) Preis: € 500,-	Anno: 44,9 BF3: 73,8 Dirt: 95,5 Shogun: 29,4 SC2: 43,0 Sky: 93,1 CB11.5: 10,79 / 1,57 Paint: 8,6 Truecrypt: 308 x264: 56,1	98,3 %
Core i7-3770K (3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 300,-	Anno: 48,5 BF3: 75,5 Dirt: 96,8 Shogun: 29,6 SC2: 45,7 Sky: 93,0 CB11.5: 7,52 / 1,66 Paint: 11,5 Truecrypt: 227 x264: 41,2	90,7 %
Core i7-3820 (3,60 GHz, 4 x 256 KiB L2, 10 MiB L3) Preis: € 260,-	Anno: 44,2 BF3: 75,6 Dirt: 97,1 Shogun: 28,1 SC2: 42,9 Sky: 92,8 CB11.5: 7,51 / 1,56 Paint: 11,4 Truecrypt: 216 x264: 39,7	87,9 %
Core i7-2700K (3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 280,-	Anno: 42,4 BF3: 75,2 Dirt: 96,7 Shogun: 27,0 SC2: 40,9 Sky: 87,1 CB11.5: 7,05 / 1,56 Paint: 12,4 Truecrypt: 200 x264: 37,3	84,4 %
Core i5-3570K (3,40 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 200,-	Anno: 47,0 BF3: 75,1 Dirt: 93,8 Shogun: 29,2 SC2: 43,9 Sky: 89,4 CB11.5: 6,01 / 1,60 Paint: 13,9 Truecrypt: 170 x264: 33,7	83,6 %
Core i5-2500K (3,30 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 180,-	Anno: 39,1 BF3: 74,5 Dirt: 85,9 Shogun: 26,7 SC2: 38,9 Sky: 82,1 CB11.5: 5,37 / 1,50 Paint: 15,7 Truecrypt: 141 x264: 28,9	75,6 %
FX-8150 (3,60 GHz, 4 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 180,-	Anno: 24,9 BF3: 64,2 Dirt: 68,6 Shogun: 14,2 SC2: 25,7 Sky: 53,3 CB11.5: 5,95 / 1,02 Paint: 14,4 Truecrypt: 221 x264: 36,9	62,3 %
Core i7-920 (2,67 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: nicht lieferbar	Anno: 28,1 BF3: 70,5 Dirt: 88,0 Shogun: 16,8 SC2: 27,7 Sky: 61,1 CB11.5: 4,76 / 0,99 Paint: 17,3 Truecrypt: 117 x264: 26,2	60,7 %
Phenom II X6 1100T (3,30 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: nicht lieferbar	Anno: 22,1 BF3: 60,4 Dirt: 77,2 Shogun: 15,2 SC2: 24,5 Sky: 51,5 CB11.5: 5,82 / 1,11 Paint: 17,1 Truecrypt: 173 x264: 32,5	59,5 %
Core i5-760 (2,80 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 180,-	Anno: 28,1 BF3: 69,7 Dirt: 82,6 Shogun: 17,3 SC2: 29,2 Sky: 62,1 CB11.5: 3,87 / 1,10 Paint: 21,0 Truecrypt: 96 x264: 22,6	58,7 %
Phenom II X4 980 BE (3,70 GHz, 4 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: nicht lieferbar	Anno: 26,4 BF3: 62,9 Dirt: 79,7 Shogun: 16,8 SC2: 24,8 Sky: 58,3 CB11.5: 4,32 / 1,11 Paint: 22,1 Truecrypt: 129 x264: 24,7	57,3 %
FX-8120 (3,10 GHz, 4 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 140,-	Anno: 23,3 BF3: 66,7 Dirt: 68,2 Shogun: 13,3 SC2: 23,2 Sky: 49,0 CB11.5: 5,05 / 0,96 Paint: 16,8 Truecrypt: 184 x264: 31,4	57,2 %
FX-6200 (3,80 GHz, 3 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 140,-	Anno: 24,7 BF3: 66,7 Dirt: 67,2 Shogun: 14,1 SC2: 25,6 Sky: 52,9 CB11.5: 4,64 / 1,00 Paint: 19,8 Truecrypt: 169 x264: 29,7	57,0 %
Core i3-2100 (3,10 GHz, 2 x 256 KiB L2, 3 MiB L3) Preis: € 100,-	Anno: 27,9 BF3: 62,2 Dirt: 79,4 Shogun: 17,5 SC2: 31,5 Sky: 60,6 CB11.5: 2,98 / 1,25 Paint: 26,5 Truecrypt: 70 x264: 16,4	55,5 %
FX-4170 (4,20 GHz, 2 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 115,-	Anno: 25,1 BF3: 66,0 Dirt: 67,4 Shogun: 15,0 SC2: 27,3 Sky: 57,8 CB11.5: 3,42 / 1,03 Paint: 23,3 Truecrypt: 126 x264: 22,8	54,4 %
Phenom II X6 1055T (2,80 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: nicht lieferbar	Anno: 20,0 BF3: 55,8 Dirt: 71,2 Shogun: 14,1 SC2: 22,6 Sky: 45,5 CB11.5: 4,94 / 0,99 Paint: 19,8 Truecrypt: 147 x264: 28,0	53,1 %

Spiele: Avg-Fps (1.920 x 1.080, kein AA/AF), **Cinebench R11.5:** Punkte (X-/1-CPU), **Paint.Net 3.36:** Sekunden (PDN-Bench), **Truecrypt 7.1:** MByte/s (100 MB, AES-TwoFish-Serpent), **x264 HD v4.0:** Avg-Fps, Test #2
System: Intel P45/P55/X58/P67/X79/Z77, AMD 970/A75, 8 GiB DDR2-800 (So. 775), 6/8 GiB DDR3-1066 (So. 1366)/1333 (So. 1155, 1156, AM3)/1600 (So. 2011)/1866 (So. FM1, AM3+), Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Win7 x64 SP1, FX-Hotfixes, Geforce 292.51 (Q); SMT/Turbo an

Anno = Anno 2070; BF3 = Battlefield 3; Dirt = Dirt 3; Shogun = Shogun 2; Sky = The Elder Scrolls 5 Skyrim; CB 11.5 = Cinebench R11.5 x64

CROW
INCREDIBLE GAMING

XL-ATX | HDD DOCK | FILTERS



20 ALTERNATE

X4 MS-TECH
www.ms-tech.eu

2 neue PCGH-PCs mit Ivy-Bridge-CPU

Keine Lust zum Schrauben? Dann sollten Sie oder Ihre Freunde einen Blick auf diese zwei neuen PCGH-PCs werfen.



ab
€ 1.049,-

Premium-PC

- Intel Core i5-3570K
- AMD Radeon HD 7850
- 64-GB-SSD/1.000-GB-HDD
- 8 GiByte DDR3-1333-RAM

ab
€ 1.569,-

Ultimate-PC

- Intel Core i7-3770K
- Nvidia Geforce GTX 670
- 128-GB-SSD/2.000-GB-HDD
- 8 GiByte DDR3-1600-RAM

Games Hardware
Offizielles PCGH-Produkt

ALTERNATE

* Preiserfassung vom 24.05.2012,
unter www.pcgh.de/alternate
finden Sie stets den aktuellen Preis.

** Bei der Variante mit Betriebssystem sind ne-
ben Windows auch sämtliche Treiber installiert.

Nach Intels Ivy-Bridge-Launch Ende April haben die Redakteure der PC Games Hardware zwei weitere Komplett-PCs auf Basis dieser neuen CPU-Architektur konfiguriert. Der neue PCGH-Premium-PC 3570K-Edition spricht mit einem Preis von rund 1.050 Euro eher preisbewusste Käufer an, während beim PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition auch Enthusiasten voll auf ihre Kosten kommen. Gebaut und verkauft werden die neuen PCGH-PCs nach unseren Vorgaben wie immer von Alternate (www.pcgh.de/alternate).

PCGH-Premium-PC 3570K-Edition

Der Intel Core i5-3570K ist sicherlich aktuell der beliebteste Ivy-Bridge-Prozessor und kommt auch in unserem Premium-PC zum Einsatz. In Kombination mit AMDs Radeon HD 7850 erhalten Spieler ein System mit einem sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnis. Damit Windows und einige wichtige Programme schnell geladen werden, kommt eine kleine, aber sehr schnelle 64-GB-SSD von Samsung zum Einsatz.

PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition

Der im Ultimate-PC verbaute Intel Core i7-3770K bietet im Gegensatz zum i5-3570K nicht nur 100 MHz mehr Takt, sondern kommt auch mit einem 8 anstatt 6 MByte großen Cache aus und verfügt zudem über SMT. Dieses Feature steigert

PCGH-Premium-PC 3570K-Edition

Grafikkarte: Die Radeon HD 7850 verfügt über 2.048 MiByte Speicher und bietet viel Leistung fürs Geld.



CPU: Der Intel Core i5-3570K wird von einem Deepcool ICE MATRIX 400 samt Enermax-Lüfter T.B. Silence gekühlt.



Mainboard: Beim Sockel-1155-Mainboard setzen wir auf die Asrock-Platine B75 Pro3.



PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition

Grafikkarte: Im PCGH-Test hat vor allem die sehr leise GeForce GTX 670 von Asus hervorragend abgeschnitten.



CPU: Intels Core i7-3770K unterstützt auch SMT und ist mit 3,5 GHz getaktet. Gekühlt wird dieser vom Mugen 3 PCGH.



Mainboard: Beim PCGH-Ultimate-PC haben wir uns für das Sockel-1155-Mainboard Asrock Z77 Pro3 entschieden.



die Leistung in Multithread-Anwendungen um ca. 25 Prozent. Mit der GeForce GTX 670 wird außerdem die aktuell zweitschnellste Single-GPU-Grafikkarte verbaut. Dabei verwenden wir das Modell von Asus, da diese Karte dank eigener Kühllösung besonders leise arbeitet. Somit erreicht dieser PCGH-PC auch Bestwerte bei un-

seren Geräuschmessungen. Nur 0,5 Sone unter 2D- und nur 1,0 Sone unter 3D-Anwendungen machen den PC beinahe lautlos. Zu den restlichen Highlights gehören u. a. eine 128-GB-SSD von Samsung, ein Blu-ray-Brenner von LG sowie ein gedämmtes Gehäuse von Fractal Design mit dem Namen Define R3 Black Pearl. (dw)

Info: Bei den PCGH-PCs werden nur hochwertige Retail-Komponenten und keine OEM-Produkte verbaut. Die Auswahl der PC-Komponenten erfolgte ausschließlich durch die Redaktion!					
PCGH-PCs					
Produkt	PCGH-Gaming-PC SSD+4Core-Edition V2	PCGH-Premium-PC 3570K-Edition	PCGH-High-End-PC Ivy-Bridge-Edition	PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition	PCGH-Ultimate-PC GTX680-Edition
Hersteller/Webseite	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/go/4core-pc	www.pcgh.de/go/premium-pc	www.pcgh.de/go/3570k-pc	www.pcgh.de/go/gtx670-pc	www.pcgh.de/go/gtx680-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	AMD Phenom II X4 965	Intel Core i5-3570K	Intel Core i5-3570K	Intel Core i7-3770K	Intel Core i7-3930K
Grafikkarte	Radeon HD 6870/ 1.024 MiByte	Radeon HD 7850/ 2.048 MiByte	Radeon HD 7870/ 2.048 MiByte	ASUS GTX670-DC2-2GD5/ 2.048 MiByte	Geforce GTX 680/ 2.048 MiByte
Mainboard	Asrock 970 Extreme3	Asrock B75 Pro3	Asrock Z77 Pro3	Asrock Z77 Pro3	Gigabyte X79-UD3
SSD-Laufwerk	-	64-GB-SSD (Samsung 830series)	128-GB-SSD (Samsung 830series)	128-GB-SSD (Samsung 830series)	128-GB-SSD (Samsung 830series)
HDD-Laufwerk	1.000-GB-HDD (WD WD10EARX)	1.000-GB-HDD (Samsung HD103SJ)	2.000-GB-HDD (Seagate ST2000DL003)	2.000-GB-HDD (WD WD20EARX)	2.000-GB-HDD (Seagate ST2000DL003)
Speicher	4 GiByte DDR3-1333-RAM (G.Skill)	8 GiByte DDR3-1333-RAM (Corsair)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)	8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)	16 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)
Netzteil	OCZ ModXStream Pro 500W	Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition	Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition	Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition	Be quiet Straight Power E9 600W
CPU-Kühler	Scythe Katana 3 + NB XE1	Deepcool ICE MATRIX 400 + T.B. S.	Scythe Mugen 3 Rev. B PCGH-Edition	Scythe Mugen 3 PCGH-Edition	Scythe Mugen 3 Rev. B PCGH-Edition
Gehäuse	Sharkoon Nightfall USB 3.0	Antec Three Hundred PCGH-Edition	Fractal Design Define R3 Black Pearl	Fractal Design Define R3 Black Pearl	Fractal Design Define R3 Black Pearl
Optisches Laufwerk	Samsung SH-222BB/BE	Samsung SH-222BB/BE	LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)	LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)	LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)
Gehäuselüfter/Sonstiges	1 x Sharkoon-Lüfter	2 x Antec-Lüfter	2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter	2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter	2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter
Praxistests					
Lautstärke 2D (0,5 m)	0,9 Sone/28 dB(A)	1,5 Sone/32 dB(A)	0,5 Sone/24 dB(A)	0,5 Sone/24 dB(A)	0,6 Sone/25 dB(A)
Lautstärke 3D (0,5 m)	1,6 Sone/32 dB(A)	1,7 Sone/33 dB(A)	0,9 Sone/28 dB(A)	1,0 Sone/29 dB(A)	1,8 Sone/34 dB(A)
Leistungsaufnahme 2D	74 Watt (Leerlauf)	49 Watt (Leerlauf)	45 Watt (Leerlauf)	46 Watt (Leerlauf)	72 Watt (Leerlauf)
Leistungsaufn. 3D Mark 11	208 Watt	148 Watt	186 Watt	191 Watt	275 Watt
3D Mark 11	P3.233, X1.250	P5.468, X1.631	P6.776, X2.155	P8.551, X2.922	P9.668, X3.156
Stalker: Call of Pripyat	34 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	51 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	60 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	77 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	81 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)
Aliens vs Predator Bench.	45 Fps (1.920 x 1.080)	55 Fps (1.920 x 1.080)	72 Fps (1.920 x 1.080)	92 Fps (1.920 x 1.080)	98 Fps (1.920 x 1.080)
Cinebench R11.5 (CPU)	3,58 Punkte	5,97 Punkte	5,97 Punkte	7,43 Punkte	10,08 Punkte
PREIS* ohne Betriebssystem	€ 699,-	€ 1.049,-	€ 1.339,-	€ 1.569,-	€ 1.999,-
PREIS* mit Windows 7 64 Bit**	€ 779,- (inkl. Home Premium)	€ 1.129,- (inkl. Home Premium)	€ 1.419,- (inkl. Home Premium)	€ 1.649,- (inkl. Home Premium)	€ 2.079,- (inkl. Home Premium)



Neues auf dem Markt der Kühler

Hart am Wind

Sowohl ein Segelschiff als auch luftgekühlte Rechner benötigen einen steten Zustrom an Frischluft. Das Schiff nutzt dafür den Wind, beim Computer sorgen Kühler und Lüfter für eine frische Brise.

Wenn das Röhren des Kühler-Ventilators dann aber verhindert, dass man sich voll auf ein Piratenabenteuer wie *Risen 2* einlassen kann, ist die Enttäuschung groß. Da man das nur schwer vor dem Kauf feststellen kann, haben wir für Sie sieben aktuelle Kühler getestet, darunter auch ein HTPC-Modell. Ebenfalls im Line-up finden Sie ein weiteres Mal den Dark Rock Pro 2 von Be Quiet sowie den Xigmatek Prime, die wir beide einem Nachttest unterzogen haben.

So testen wir

Das Testsystem besteht aus einem Core i5-2500K auf einem Asus P8P67, dessen Betriebsspannung auf 1,2 Volt eingestellt ist. Der Prozessor wird mit dem Tool Core Damage mindestens fünfzehn Minuten lang aufgeheizt, während der

Referenzlüfter mit voller Drehzahl läuft. Nach dieser Zeitspanne werden die Temperaturen gemessen. Danach wird die Drehzahl des Lüfters auf 75 beziehungsweise auf 50 Prozent der vollen Drehzahl reduziert. Nach jeweils mindestens zehn weiteren Minuten werden wieder die Temperaturen gemessen. Zum Abschluss wird die Betriebsspannung des Prozessors auf 1,35 Volt angehoben und eine weitere Temperaturmessung bei voller Drehzahl vorgenommen. Die Anzahl der verwendeten Referenzlüfter entspricht dabei stets der Anzahl der Lüfter, die der Hersteller mitliefert.

Im Anschluss wird dieser Testparcours mit dem beigelegten Standardlüfter wiederholt. Sämtliche Messungen sind dabei auf 20°C normiert, um einen Einfluss der

Umgebungstemperatur auszuschließen. Bei allen Kühlern wird auf den Einsatz der mitgelieferten Wärmeleitpaste verzichtet. Stattdessen verwenden wir das Wärmeleitmittel Alpenföhn Schneekanone von EKL.

Die Lautstärke wird unter Einsatz der mitgelieferten Lüfter gemessen. Der Kühler befindet sich bei der Messung in einem schallisolierten Raum, 50 Zentimeter vom Mikrofon entfernt. Für die Referenzlüfter fließt ein von der Bestückung abhängiger Standardwert in die Note ein.

Ein Prozessorkühler, der durchgehend gute Leistung und Eigenschaften bietet, diese aber mit einer leicht erhöhten Temperatur erkaufte, wird insgesamt besser ab-

schneiden als ein Kühler, der ohne Kompromisse auf Kühlungsleistung getrimmt wurde, da dieser ein schlechteres Gesamtpaket darstellt. Ist sinnvolles Zubehör wie Montage-Werkzeuge oder eine Lüftungssteuerung enthalten, wirkt sich das ebenfalls positiv auf die Bewertung aus. Ihre Prioritäten können dabei durchaus von unserer Gewichtung abweichen. Überlegen Sie sich deshalb, welche Punkte Ihnen am wichtigsten sind, und verlassen Sie sich nicht allein auf die Wertung.

Ivy Bridge

Inzwischen wurde Intels Core-Familie um die Ivy-Bridge-Generation erweitert. Die Chips werden entweder auf einem Sockel 1155 oder einem Sockel 2011 in Form von Xeon-Modellen betrieben. Prinzipiell kann man sagen, dass

jeder Kühler, der auf einem Sandy-Bridge-System seinen Dienst anstandslos verrichtete, dies bei Ivy Bridge auch weiterhin tun wird. Der Grund dafür ist, dass zumindest bei Sockel-1155-Systemen mechanisch alles beim Alten bleibt. Die TDP der Ivy-Bridge-Prozessoren ist dabei, gemessen an den Sandy-Bridge-Vorläufern, gleich oder niedriger, weshalb aktuelle Sockel-1155-Kühler für Ivy Bridge völlig ausreichen.

Testkandidaten

Wie bereits erwähnt, befindet sich der Dark Rock Pro 2 ein zweites Mal im Test, da der damalige Y-Adapter von dem in der aktuellen Verkaufsversion abweicht. Des Weiteren testen wir jeweils zwei Kühler von EKL und Scythe sowie ein Modell von Phanteks. Der Xigmatek Prime SD1484 wird ebenfalls noch einmal mit zwei Lüftern nachgetestet. Der Scythe Kozuti ist im Testfeld eine Besonderheit, da dieser Kühler für ein HTPC-Gehäuse konzipiert wurde. Deshalb muss er sehr kompakt sein. Wir überprüfen, wie sich das auf seine Leistung auswirkt.

Phanteks PH-TC14CS: Wirkungsvoller Top-Down-Kühler. Der Phanteks PH-TC14 ist der einzige Top-Down-Kühler im Test. Die Bodenplatte des Kühlers besteht aus vernickeltem Kupfer, die Lamellen sind aus Aluminium gefertigt. Das Konstrukt bringt mit den beiden mitgelieferten 140-mm-Lüftern insgesamt ein Gewicht von 920 Gramm auf die Waage. Seine Masse ist wohl auch der Grund, warum der Kühler mit bereits leicht eingebogenen Heatpipes aus der Packung kam – vermutlich zertrte das hohe Gewicht des Kühlkörpers daran. Mit etwas Kraftaufwand war der beabsichtigte Zustand aber schnell wiederhergestellt. Die Montage verlief ansonsten problemlos, ein Blick in die gut erklärte Anleitung reichte für das Verständnis des Ablaufs. Bedauerlich ist das Fehlen von Aussparungen im Kühlkörper, über die man mit dem beigelegten Sechskantschlüssel leicht die Verschraubung für den Kühlkörper am Retention-Modul erreichen könnte – die aktuelle Situation erfordert einiges an Aufwand. Im Betrieb mit den beigelegten Lüftern erreicht der Kühler von Phanteks eine Lautstärke von maximal 1,8 Sone – ein sehr gutes Ergebnis. Die niedrige Lautstärke beeinflusst aber nicht die Leistung, der Prozessor bleibt

jederzeit kühl. Die geringe Lautstärke in Kombination mit seiner Leistung beschert dem PH-TC14CS den Testsieg. Nur der hohe Preis von ca. 70 Euro dämpft die Freude.

EKL Alpenföhn Matterhorn Pure: Guter Preis-/Leistungskühler. Der Matterhorn Pure ist mit ca. 35 Euro (UVP) schon für relativ wenig Geld zu haben. Dennoch schafft es der Kühler auf Platz zwei unseres Testfelds. Die Montageanleitung ist zwar gut geschrieben und ausführlich bebildert, dennoch hat man bei der Montage kleinere Probleme, da die Befestigungsstifte etwas kurz bzw. die Abstandshalter etwas zu lang sind, weshalb beim Ansetzen der Daumenschrauben, die die Befestigungsstege halten, erheblicher Kraftaufwand vonnöten ist. Abgesehen davon ist die Montage einfach. Der Kühler bietet bei Intel einen sehr guten Sockel-Support, alle Sockel seit dem Sockel 775 werden unterstützt. Bei AMD werden ältere Sockel wie der Sockel 754 und der Sockel 939 nicht mehr berücksichtigt.

Zum Übertakten ist der Matterhorn weniger gut geeignet, da der Prozessor nach dem Anheben der Spannung mit 51,6°C deutlich wärmer als bei den leistungsfähigeren Kühlern wird. Der Kühler ist relativ leise: Er erreicht 2,0 Sone bei voller Drehzahl. Bei 75 und 50 Prozent der vollen Drehzahl ist der Standardlüfter mit 0,6 bzw. 0,2 Sone deutlich leiser.

Xigmatek Prime SD1484: Nachtest – Kühler, aber auch lauter. Der Prime SD1484 lieferte bereits in Ausgabe Nummer 03/2012 ein starkes Ergebnis, dort allerdings, wie auf der Packung dargestellt, nur mit einem verbauten Lüfter. Standardmäßig liegt dem Xigmatek Prime aber ein zweiter Lüfter lose bei, weshalb wir den Test wiederholen. Der zweite Lüfter ist ein PWM-geregeltes Modell, das eine Mindest-drehzahl von 700 U/min aufweist.

Baulich hat sich nichts verändert, der Kühler unterstützt immer noch alle aktuellen Sockel von Intel und AMD. Die Montage verläuft schnell und ist einfach zu bewerkstelligen, bei Problemen hilft ein Blick in die bebilderte Montageanleitung. Die Lüfter werden auf einfache Art und Weise mit Gummibändern am Kühlkörper befestigt. Mit den Gummibändern ist auch das Anbringen



Der Testsieger Phanteks PH-TC14CS: Der Top-Flow-Kühler hat fünf 8-mm-Heatpipes, die die Abwärme zu den Aluminiumlamellen führen.



Die Xigmatek-Kühler nutzen beide „Direct Touch“, die Heatpipes liegen direkt auf dem Heatspreader auf. Beim Prime SD1484 ist die Kontaktfläche deutlich größer.

Referenzlüfter: Dark Rock Pro 2 am besten

Kühlleistung bei 100 Prozent Lüfterdrehzahl

Dark Rock Pro 2 (2x 120mm)	42,9
PH-TC14CS (2x 120 mm)	43,1
Prime SD1484 (2x 140mm)	43,5
Matterhorn Pure (1x 120mm)	44,7
Dark Knight SD1283 (1x 120mm)	45,0
Katana 4 (-)	Kein 92-mm-Referenzlüfter festgelegt
Kozuti (-)	Kein 80-mm-Referenzlüfter festgelegt

Kühlleistung bei 75 Prozent Lüfterdrehzahl

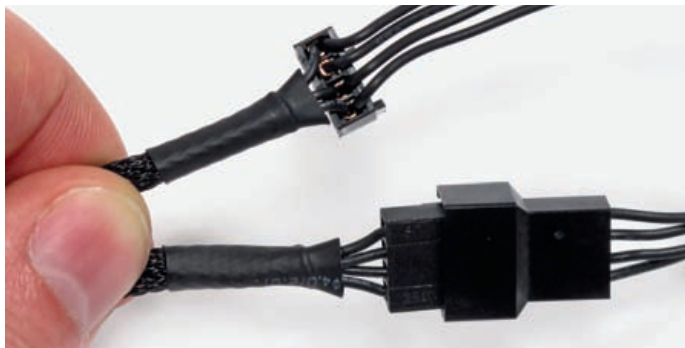
Prime SD1484 (2x 140mm)	44,2
PH-TC14CS (2x 120 mm)	44,3
Dark Rock Pro 2 (2x 120mm)	44,8
Dark Knight SD1283 (1x 120mm)	46,2
Matterhorn Pure (1x 120mm)	46,4
Katana 4 (-)	Kein 92-mm-Referenzlüfter festgelegt
Kozuti (-)	Kein 80-mm-Referenzlüfter festgelegt

Kühlleistung bei 50 Prozent Lüfterdrehzahl

Dark Rock Pro 2 (2x 120mm)	46,9
Prime SD1484 (2x 140mm)	46,9
PH-TC14CS (2x 120 mm)	48,1
Dark Knight SD1283 (1x 120mm)	48,9
Matterhorn Pure (1x 120mm)	49,9
Katana 4 (-)	Kein 92-mm-Referenzlüfter festgelegt
Kozuti (-)	Kein 80-mm-Referenzlüfter festgelegt

System: Core i5-2500K (1,2 V), Asus P8P67, 4 GiByte DDR3, GF 6600 GT; Win 7 x64 SP1; offener Teststand, liegende Hauptplatine. **Bemerkungen:** Bei den Scythe-Kühlern konnten die Referenzlüfter großenteils nicht eingebaut werden.

Grad Celsius
 Besser



Der Y-Adapter des Dark Rock Pro 2: Angezeigt wird nur das Drehzahlsignal des mittleren Lüfters, anhand dessen beide Lüfter geregelt werden (Pin 2 von oben).



Der Kozuki ist mit nur 4 cm der flachste Kühler im Test. Mit Frischluft versorgt ihn ein 80-mm-Lüfter, der mit bis zu gemessenen 3.500 U/min rotiert.

von 140-mm-Lüftern ohne Weiteres möglich. Die Temperaturen mit erreichen Standardlüftern dabei Werte von 42,3 °C und 43,6 °C bei 100 bzw. 75 Prozent der vollen Drehzahl. Der Wert bei halber Drehzahl wurde nicht berücksichtigt, da der PWM-Lüfter sich nicht auf diese Drehzahl einstellen lässt. Die Lautstärke steigt wie die Kühlleistung etwas an, der Kühler erreicht 2,6 Sone bei voller Drehzahl (PCGH 03/2012: 2,3 Sone). Da die Montage des zweiten Lüfters optional ist, können Sie selbst entscheiden, welche der beiden Konfigurationen für Sie die passendere ist.

Be Quiet Dark Rock Pro 2: Nachtest des leistungsstarken Kühlers. Falls Sie sich erinnern: Diesen Kühler von Be Quiet hatten wir ebenfalls bereits im Test, nämlich in der Ausgabe 05/2012. Dort fiel der Kühler dadurch auf, dass der 135-mm-Lüfter kein Drehzahlsignal ausgab; und der Y-Adapter, fest verbunden mit dem hinteren Lüfter, das Drehzahlsignal des vorderen Lüfters nicht durchschleifte. Damit konnte nur der mittig verbaute Lüfter geregelt werden, und auch nur, wenn man die Lüfter getrennt anschloss. Mittlerweile hat uns Be Quiet eine angepasste

Version zugesandt, die diesen Mangel behebt. Nun werden beide Lüfter über ein PWM-Signal geregelt.

Bei den gemessenen Temperaturen wirkt sich das nur sehr mäßig aus: Die Temperaturen liegen, dadurch dass nun beide Lüfter geregelt sind, minimal höher. Zwischen der Messung im Heft 05/2012 und dem aktuellen Ergebnis liegt dabei etwa ein Grad Celsius Unterschied. Bei voller Drehzahl lassen sich sowohl im normalen als auch im überakteten Zustand nur Unterschiede im Rahmen der Messabweichung feststellen. Verbesserungen gibt es dagegen bei der Lautstärke, die Lüfter sind im gedrosselten Zustand nun deutlich leiser. Die Wertung des Dark Rock Pro 2 ändert sich aufgrund dessen von 2,52 auf 2,40, was ihn in der Gesamtwertung auf Platz vier unseres Testfelds hievt.

Xigmatek Dark Knight SD 1283 Night Hawk Edition: Mittelklassekühler mit lautem Lüfter. Mit dem Dark Knight SD1283 bietet Xigmatek für 40 Euro einen Kühler der oberen Mittelklasse an. Die Sockelunterstützung ist gut, nur auf Unterstützung älterer Sockel wie den Sockel 939 und 478 muss verzichtet werden. Der Kühler macht einen gut verar-

Standardlüfter: Dark Rock Pro 2 wieder vorne

Kühlleistung bei 100 Prozent Lüfterdrehzahl

Be Quiet Dark Rock Pro 2	42,3
Xigmatek Prime SD1484	42,7
Phanteks PH-TC14CS	42,9
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	43,5
Xigmatek Dark Knight SD1283	43,9
Scythe Katana 4	45,5
Scythe Kozuti	51,6

Kühlleistung bei 75 Prozent Lüfterdrehzahl

Be Quiet Dark Rock Pro 2	43,6
Phanteks PH-TC14CS	43,8
Xigmatek Prime SD1484	44,2
Xigmatek Dark Knight SD1283	44,3
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	45,1
Scythe Katana 4	46,7
Scythe Kozuti	56,5

Kühlleistung bei 50 Prozent Lüfterdrehzahl

Be Quiet Dark Rock Pro 2	45,1
Phanteks PH-TC14CS	45,4
Xigmatek Dark Knight SD1283	45,7
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	47,0
Scythe Katana 4	49,3
Scythe Kozuti	66,8
Xigmatek Prime SD1484	Nicht möglich

System: Core i5-2500K (1,2 V), Asus P8P67, 4 GiByte DDR3, GF 6600 GT; Win 7 x64 SP1; offener Teststand, liegende Hauptplatine, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3, Wärmeleitpaste EKL Alpenföhn Schneekanone, Lufttemperatur auf 20 °C normiert

Grad Celsius
 Besser

Lautstärke: PH-TC14CS unterbietet alle

Lautheit bei 100 Prozent Lüfterdrehzahl

Phanteks PH-TC14CS	1,8
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	2,0
Be Quiet Dark Rock Pro 2	2,4
Xigmatek Prime SD1484	2,6
Scythe Kozuti	3,0
Scythe Katana 4	3,1
Xigmatek Dark Knight SD1283	4,0

Lautheit bei 75 Prozent Lüfterdrehzahl

Phanteks PH-TC14CS	0,5
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	0,6
Xigmatek Prime SD1484	1,0
Be Quiet Dark Rock Pro 2	1,2
Scythe Katana 4	1,2
Scythe Kozuti	1,3
Xigmatek Dark Knight SD1283	1,8

Lautheit bei 50 Prozent Lüfterdrehzahl

Phanteks PH-TC14CS	0,1
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	0,2
Be Quiet Dark Rock Pro 2	0,3
Scythe Katana 4	0,3
Scythe Kozuti	0,3
Xigmatek Dark Knight SD1283	0,4
Xigmatek Prime SD1484	Nicht möglich

System: Offener Aufbau, Messung aus 0,5 Metern Entfernung, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3 **Bemerkungen:** Der Phanteks ist der leiseste Kühler in allen Messungen. Mit 4,0 Sone unangenehm laut ist der Lüfter des SD1283 Dark Knight.

Sone
 Besser

www.gamescom.de

16.–19.8.
2012 KÖLN



Jetzt Tickets
sichern!

**Celebrate
the games!**

Koelnmesse GmbH
Messeplatz 1, 50679 Köln, Deutschland
Telefon: +49 180 50 89 999*
(*14 Cent/Minute aus dem dt. Festnetz,
max. 42 Cent/Minute aus dem Mobilfunknetz)
gamescom@visitor.koelnmesse.de

BIU 
Hier spielt die Zukunft.

 koelnmesse



Der Dark Rock Pro 2 ist ein leistungsstarker Doppelturm-Kühler. Die Kühlfähigkeiten sind im Schnitt die besten im Test. Der Kühler ist bei voller Drehzahl aber relativ laut.



Der Dark Knight SD 1283 ist von einer mattschwarzen Keramikschicht bedeckt. Der LED-bestückte Lüfter ist mit bis zu 4 Sone der lauteste im Test.

Meinung aus der Redaktion

Leistung versus Lautstärke

Im Gegensatz zu vielen anderen Webseiten und Magazinen gewichten wir die Lautstärke genauso stark wie die reine Kühlungsleistung. Ein Produkt, das einwandfrei kühlt, sich den Vorteil aber mit einer hohen Lärmbelastung erkaufte, stellt genauso wenig zufrieden wie ein leiser Kühler, der aufgrund unzureichender Leistung den langsamen Hitzetod von Komponenten verursacht.

Dieser Gewichtung hat in dieser Aufstellung dem Phanteks PH-TC14CS den Sieg beschert. Die Kühlleistung des Dark Rock Pro 2 ist über jeden Zweifel erhaben und übertrumpft die Kühlleistung des PH-TC14CS oftmals. Diesen kleinen Nachteil holt der Phanteks aber aufgrund des leisen Betriebsgeräusches über alle Drehzahlen hinweg lässtig auf. Dazu kommt die Bauweise als Top-Flow-Kühler, die nicht nur den Prozessor mit Frischluft versorgt, sondern auch umliegende Mainboard-Komponenten kühlt, was in einem besseren OC-Ergebnis oder gesteigerter Lebensdauer münden kann.



»Der Phanteks schneidet am besten ab – zu Recht.«

Reinhard Staudacher, Fachbereich Kühlung

beiteten Eindruck. Er besteht aus insgesamt drei Heatpipes, gefertigt aus Kupfer, an denen die Lamellen aus Aluminium befestigt sind. Der ganze Kühlkörper ist mit einer Keramikbeschichtung überzogen. Die Montage geht größtenteils leicht von der Hand, auch die Kühlleistungen mit den Referenzlüftern überzeugen. Der mitgelieferte Lüfter ist mit weiß leuchtenden LEDs bestückt und rotiert mit gemessenen 2.060 Umdrehungen pro Minute, die sich auch beim Schallpegel stark bemerkbar machen. Der Dark Knight ist bei voller Drehzahl der lauteste Kühler im Test. Erst bei der Hälfte oder bei 75 Prozent der maximalen Drehzahl sinkt die Lautstärke auf ein annehmbares Niveau. Die Kühlleistung liegt in etwa auf derselben Stufe des Matterhorn Pure.

Scythe Katana 4: Sehr günstig und schnell montiert. Der Scythe Katana 4 ist der einzige der sieben Kühler, der mit Push-Pins befestigt wird. Auch wenn diese Montage-Methode nicht gerade die beliebteste ist, so ermöglicht sie dennoch einen Einbau des Scythe innerhalb von wenigen Minuten. Die Push-Pins befinden sich direkt an zwei Bügeln. Nachdem diese mit jeweils zwei Schrauben am Kühlkörper befestigt wurden, kann der Kühler mittels der Push-Pins am Mainboard fixiert werden. Dies gilt für Intel-Systeme, bei AMD-Systemen geht es ähnlich schnell; dort kommen die Standard-Klammern zum Einsatz. Der Kühler unterstützt Sockel bis zurück zu Sockel 939 und 775. Im Betrieb mit über 2.500 U/min ist der 92-mm-Lüfter mit gemessenen 3,1 Sone ziemlich laut. Die Temperaturen sind im annehmbaren Bereich, allerdings wird der Prozessor nach dem Anheben der Spannung sehr warm. Für den Kühler spricht noch der niedrige Preis von ca. 20 Euro, was ihn zum günstigsten Modell im Test macht. Das bringt dem Katana 4 auch die Auszeichnung als Preis-Leistungs-Tipp ein.

Scythe Kozuki: Platzsparender Exot, dem unter Last die Luft ausgeht. Der Scythe Kozuki fällt im Testfeld aus der Reihe, da er nicht zu den Produkten gehört, die PC-Spieler als Zielgruppe haben. Sein angedachter Einsatzort ist nämlich im Inneren eines HTPCs oder Mini-PCs. Als Erstes fallen die kleinen Abmessungen des aus Kupfer und Aluminium bestehenden Kühlers auf, womit er mehr

an CPU-Kühler erinnert, die Mitte der 90er zum Einsatz kamen. Er hat eine Gesamthöhe von nur knapp vier Zentimetern und bringt lediglich 272 Gramm auf die Waage. Die Sockelunterstützung ist gut, der Kühler passt auf alle aktuellen AMD- und Intel-Sockel, mit Ausnahme des Sockels 2011. Ältere Sockel wie Sockel 754/939 und 478 werden ebenfalls nicht unterstützt. Die Montage des Kühlers ist einfach: Je nachdem ob Intel- oder AMD-System, werden zwei verschiedene Bügel am Kühler befestigt, über die dieser mit vier Schrauben direkt am Mainboard verschraubt wird.

Die Leistung entspricht dem, was man von einem Kühler dieser Größenordnung erwarten kann. Bei voller Drehzahl wird der Prozessor bereits ziemlich warm, er erreicht eine Temperatur von über 51°C: Temperaturen, die mit den anderen Kühlern erst bei Spannungsanhebung gemessen werden. Das Reduzieren der Drehzahl auf 75 Prozent lässt die Temperatur des Prozessors auf 55°C ansteigen. Stark an Effektivität büßt der Kühler ein, wenn die Drehzahl des Lüfters auf die Hälfte reduziert wird: In diesem Fall steigt die Temperatur der CPU auf über 63°C an. Zum Übertakten ist der Kühler kaum geeignet. Die Ergebnisse mögen auf den ersten Blick zwar schlecht aussehen, dennoch muss man festhalten, dass der Kühler für einen HTPC/Mini-PC gedacht ist – ein Rechnertyp, bei dem schwache CPUs, keine Übertaktung und geringe Last die Standardsituation darstellen. Für diese Art Rechner ist der Scythe Kozuki vollkommen ausreichend. Die Drehzahl sollte dennoch auf zumindest 75 Prozent der Maximaldrehzahl reduziert werden, da der sehr schnell rotierende Lüfter ansonsten sehr laut ist. Falls Sie den Bau eines Rechners für Multimedia-Aufgaben planen, ist der Scythe Kozuki definitiv einen Blick wert. (rs)

Fazit



CPU-Kühler im Überblick

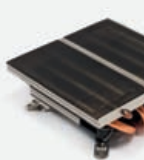
Der Dark Rock Pro 2 bietet die beste Kühlleistung im Testfeld, verliert aber aufgrund der deutlich höheren Lautstärke gegen das Modell von Phanteks. Ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet der Alpenföhn Matterhorn Pure. Stellt die Hardware nicht allzu große Anforderungen, ist aufgrund des Preises auch der Katana 4 einen Blick wert.

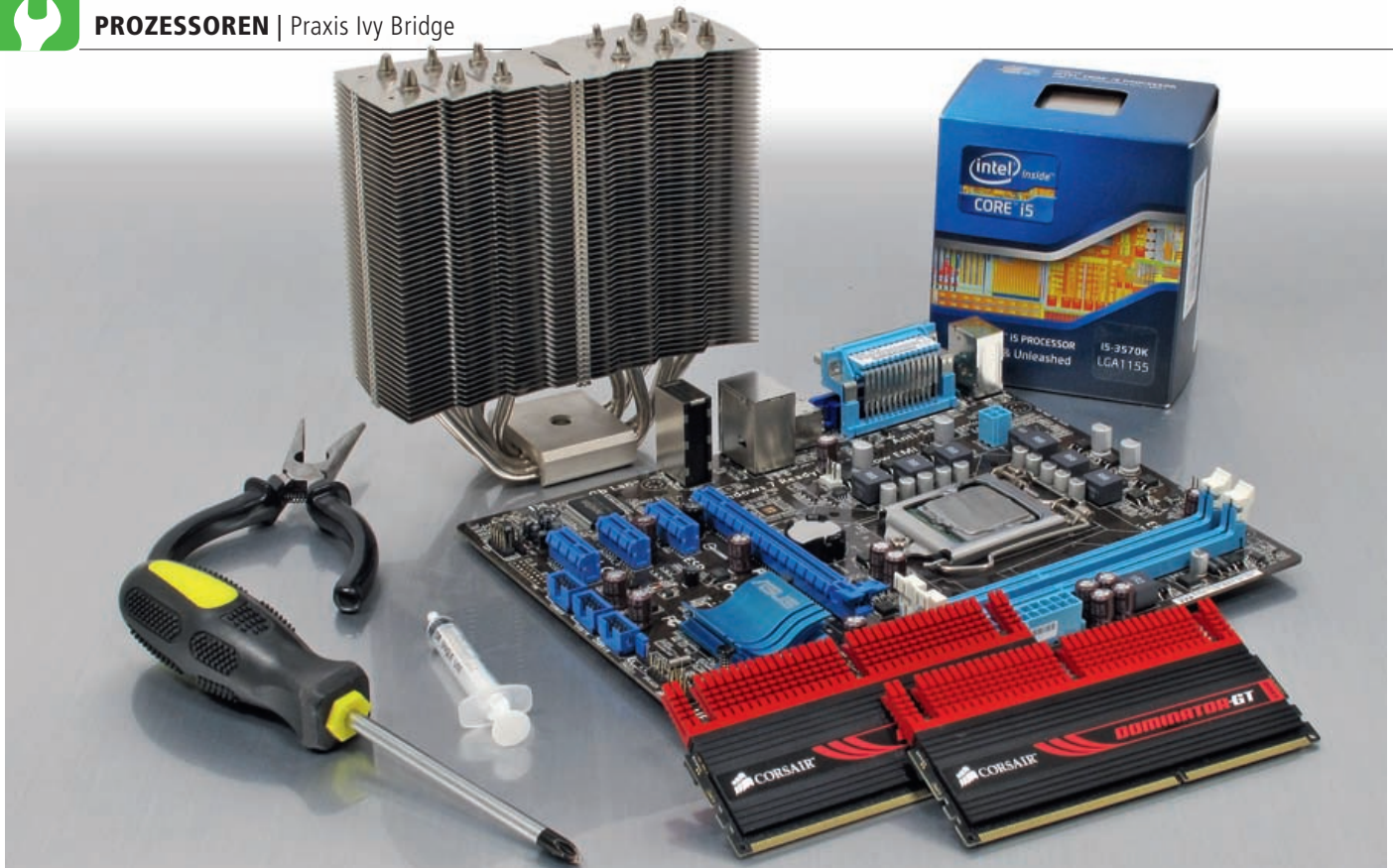


* Angabe bezieht sich auf die Bohrung, bisweilen passen auch größere Lüfter mit Spezialrahmen ** Tatsächliche CPU-Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte *** Direct Touch, direkter Kontakt der Heatpipes mit dem Prozessorgehäuse

CPU-KÜHLER Auszug aus Testtabelle mit 54 Wertungskriterien						
						
Produkt	PH-TC14CS	Alpenföhn Matterhorn Pure	Prime SD1484 (Nachtest)	Dark Rock Pro 2 (Nachtest)		
Modellnummer	-	-	-	BQ DR2-76-135		
Hersteller, Webseite	Phanteks, phanteks.com	EKL, ekl-ag.de	Xigmatek, xigmatek.com	Be quiet, be-quiet.net		
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 70,-/ausreichend	Ca. € 35,- (UVP)/gut	Ca. € 50,-/befriedigend	Ca. € 70,-/mangelhaft		
PCGH-Preisvergleich	http://www.pcg.de/preis/757941	Noch nicht gelistet	http://www.pcg.de/preis/717938	http://www.pcg.de/preis/770313		
Ausstattung (20 %)	2,60	2,75	2,63	2,58		
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	2 x 140 mm/4-Pin/nein	1 x 120 mm/ 4-Pin/ja	2 x 140 mm/3- und 4-Pin/ja	1 x 120, 1 x 135 mm/4-Pin/ja		
Montierbare Lüfter*/Ausrichtung	2 x 120 mm/horizontal	1 x 120 mm/horizontal	2 x 140 mm/horizontal	2 x 120 mm/horizontal		
Lüfterdrehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.300 U/min/1.250 U/min	1.500 U/min/1.470 U/min	1.200 U/min/1.180 U/min	1.700, 1.500 U/min/kein Signal/1.520 U/min		
Werkstoff/Technik	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes		
Heatpipes/Lamellenabstand	5 x 8 mm/ca. 2 mm	6 x 6 mm/ca. 2 mm	4 x 8 mm/ca. 2 mm	7 x 6 mm/ca. 2 mm		
Wärmeleitmittel/Lüfterst./Extras	Tütchen/Adapter/Innensechskant	Tütchen/-/-	Tütchen/-/-	Spritzer/-/Maulschlüssel		
Eigenschaften (20 %)	2,78	2,88	2,88	3,41		
Sockelunterstützung (AMD)	AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1	754, 939, AM2(+), AM3(+), FM1		
Sockelunterstützung (Intel)	775, 1155, 1156, 1366, 2011	775, 1155, 1156, 1366, 2011	775, 1155, 1156, 1366, 2011	775, 1155, 1156, 1366, 2011		
Maße (B x H x T) und Gewicht mit Standardlüfter(n)	151 x 160 x 140 mm, 920 g	123 x 138 x 158 mm, 806 g	119 x 142 x 163 mm, 966 g	138 x 166 x 147 mm, 1.275 g		
Haltemechanismus (AMD/Intel)	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung		
Montageaufwand (AMD/Intel)	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Hoch/hoch		
Platinenausbau nötig (AMD/Intel)	Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja		
Gedrehte Montage möglich (AMD/Intel)	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja		
Leistung (60 %)	1,90	2,00	2,29	2,01		
CPU-Temp. **, Standardlüfter @ 100/75/50 %	42,9/43,8/45,4 °C	43,5/45,1/47,0 °C	42,7/44,2/- °C	42,3/43,6/45,1 °C		
CPU-Temp. **, Referenzlüfter @ 100/75/50 %	43,1/44,3/48,1 °C (2 x 120 mm)	44,7/46,4/49,9 (1 x 120 mm)	43,5/44,2/46,9 °C (2 x 140 mm)	42,9/44,8/46,9 °C (2 x 120 mm)		
CPU-Temp. **, Std.-/Ref.-Lüfter @ 100 % (OC)	49,0/51,4 °C (Ref.: 2 x 120 mm)	51,6/52,9 °C (Ref.: 1 x 120 mm)	48,2/50,5 °C (Ref.: 2 x 140 mm)	48,2/49,9 °C (Ref.: 2 x 120 mm)		
Lautheit (100/75/50 %)	1,8/0,5/0,1 Sone	2,0/0,6/0,2 Sone	2,6/1,0/- Sone	2,4/1,2/0,3 Sone		
Schalldruck (100/75/50 %)	35,0/23,3/17,7 dB(A)	34,7/25,0/18,8 dB(A)	37,2/27,9/- dB(A)	37,4/30,1/21,9 dB(A)		
Subjektive Lautstärke (100/75/50 %)	Sehr deutlich hörbar/leise/(fast) unhörbar	Sehr deutlich hörbar/nach leise/leise	Laut/nach leise/-	Laut/deutlich hörbar/leise		
FAZIT	➢ Gute Kühlleistung und leise ➢ Kühlt umliegende Bauteile ➢ Adapter zur Lüftersteuerung enthalten		➢ Relativ leise ➢ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⚠ Nur Klammern für einen Lüfter enth.		➢ Hohe Kühlleistung ➢ Gute Sockel-Unterstützung ⚠ Hohes Gewicht, umständliche Montage	
	Wertung: 2,25		Wertung: 2,33		Wertung: 2,37	
		Wertung: 2,40				

* Angabe bezieht sich auf die Bohrung, bisweilen passen auch größere Lüfter mit Spezialrahmen ** Tatsächliche CPU-Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte *** Direct Touch, direkter Kontakt der Heatpipes mit dem Prozessorgehäuse

CPU-KÜHLER Auszug aus Testtabelle mit 54 Wertungskriterien			 		
Produkt	SD1283 Dark Knight	Katana 4	Kozuti	Boxed-Kühler	
Modellnummer	-	SCKTN-4000	SCKZT-1000	E41759-002	
Hersteller, Webseite	Xigmatek, xigmatek.com	Scythe, scythe-eu.com	Scythe, scythe-eu.com	Intel, intel.com	
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 40,-/befriedigend	Ca. € 20,-/Sehr gut	Ca. € 25,-/gut	ca. € 0,- (liegt Prozessor bei)/sehr gut	
PCGH-Preisvergleich	http://www.pcg.de/preis/758710	http://www.pcg.de/preis/764637	www.pcg.de/preis/630588	Nicht gelistet	
Ausstattung (20 %)	2,58	2,98	3,13	-	
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1 x 120 mm/4-Pin/ja	1 x 92 mm/4-Pin/nein	1 x 80 mm/4-Pin/nein	1 x 80 mm/4-Pin/nein	
Montierbare Lüfter*/Ausrichtung	1 x 120 mm/horizontal	1 x 92 mm/horizontal	1 x 80 mm/vertikal	Keiner/vertikal	
Lüfterdrehzahl 100 % (Angabe/gem.)	2.000 U/min/2.060 U/min	2.500 U/min/2.520 U/min	3.300 U/min/3.520 U/min	Nicht bekannt/1.920 U/min	
Werkstoff/Technik	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu/Massivblock	
Heatpipes/Lamellenabstand	3 x 8 mm/ca. 2 mm	3 x 6 mm/ca. 2 mm	3 x 6 mm/ca. 2 mm	-/ca. 1,5 bis 3 mm	
Wärmeleitmittel/Lüfterst./Extras	Tütchen/-/weiße LEDs, mattschw. Lackierung	Tütchen/-/-	Tütchen/-/-	Aufgetragen/-/-	
Eigenschaften (20 %)	2,63	2,17	2,52	-	
Sockelunterstützung (AMD)	AM2(+), AM3(+), FM1	939, AM2(+), AM3(+), FM1	939, AM2(+), AM3(+), FM1	-	
Sockelunterstützung (Intel)	775, 1155, 1156, 1366, 2011	775, 1155, 1156, 1366, 2011	775, 1155, 1156, 1336	1155, 1156	
Maße (B x H x T) und Gewicht mit Standardlüfter(n)	78 x 120 x 159 mm, 406 g	102 x 100 x 143 mm, 472 g	103 x 103 x 40 mm, 271 g	95 x 95 x 50 mm, 186 g	
Haltemechanismus (AMD/Intel)	Verschraubung/Verschraubung	Klammer/Push-Pins	Verschraubung/Verschraubung	-/Push-Pins	
Montageaufwand (AMD/Intel)	Mittel/mittel	Gering/gering	Mittel/mittel	-/gering	
Platinenausbau nötig (AMD/Intel)	Ja/ja	Nein/nein	Ja/ja	-/nein	
Gedrehte Montage möglich (AMD/Intel)	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja	-/ja	
Leistung (60 %)	2,30	2,63	3,64	-	
CPU-Temp.**, Standardlüfter @ 100/75/50 %	43,9/44,3/45,7 °C	45,5/46,7/49,3 °C	51,6/56,5/66,8 °C	65,6/72,1/86,5 °C	
CPU-Temp.**, Referenzlüfter @ 100/75/50 %	45,0/46,2/48,9 °C (1 x 120 mm)	- (kein Referenzlüfter)	- (kein Referenzlüfter)	- (kein Lüfterwechsel vorgesehen)	
CPU-Temp.**, Std.-/Ref.-Lüfter @ 100 % (OC)	49,3/52,5 °C (Ref.: 1 x 120 mm)	63,1/- °C (Ref.: -)	54,1/- °C (Ref.: -)	81,2/- °C	
Lautheit (100/75/50 %)	4,0/1,8/0,4 Sone	3,1/1,2/0,3 Sone	3,0/1,3/0,3 Sone	0,9/0,3/0,2 Sone	
Schalldruck (100/75/50 %)	42,7/34,3/23,6 dB(A)	39,7/30,3/17,9 dB(A)	40,8/30,0/20,2 dB(A)	28,1/21,5/19,1 dB(A)	
Subjektive Lautstärke (100/75/50 %)	Sehr laut/sehr deutlich hörbar/leise	Sehr laut/deutlich hörbar/leise	Laut/deutlich hörbar/leise	Noch leise/leise/leise	
FAZIT	+ Gute Kühlleistung + Relativ kompakt + Hohe Lautstärke	+ Günstiger Preis + Einfache und schnelle Montage + Hohe Lautstärke	+ Sehr kompakt + Schwache Kühlleistung + Hohe Lautstärke	+ Kostenlos bei Boxed-CPU's dabei + Leise, extrem kompakt und leicht + Kühlleistung, nur für Sockel 115x	
	Wertung: 2,42		Wertung: 2,61		Wertung: 3,31
		Wertung: 2,61		Wertung: -	



Ladezeiten, Blu-ray, Spiele, Quicksync, Mainboard-Kompatibilität und vieles mehr

Ivy Bridge im Alltag

Die neue CPU-Generation von Intel überzeugte in bisherigen Tests – aber wie schlagen sich die Chips im Alltag? Wir prüfen unter anderem die Kompatibilität mit 6er-Serie-Boards und den Stromverbrauch.

In der letzten Ausgabe gingen wir ausführlich auf die Technik der Ivy-Bridge-Chips, deren Leistung in Spielen und Anwendungen sowie den Stromverbrauch ein (den Artikel finden Sie auf der Heft-DVD). Im Nachgang widmen wir uns detailliert der integrierten Grafikeinheit, der Spielepraxis in Form von Ladezeiten und der Kompatibilität mit Mainboards auf Basis der 6er-Chipsätze – auch im Zusammenhang mit der PCI-E-3.0-Schnittstelle.

Mach hinne! Lad endlich!

Kaum etwas ist nerviger als lange Wartepausen, bis das Lieblingsspiel endlich den Level geladen hat. Während bei *Battlefield 3* eine SSD diesen Vorgang drastisch beschleunigt, verlangt es andere Titel nach CPU-Leistung. Ein idealer Kandidat hierfür ist *Shogun 2* – das Spiel fordert den Prozessor nicht nur in den Gefechten, sondern auch beim Starten ebendieser.

Da mehr als zwei Kerne die Ladezeit nicht verringern, zählen die Frequenz und die Leistung pro Takt. Der Core i7-3770K braucht nur 63 Sekunden, der Core i5-3570K immerhin noch 67. Der Abstand zum Core i5-2500K ist bereits anständig, der Vorsprung zu AMDs FX-8150 oder dem Phenom II X4 960T beträgt rund 100 (!) Prozent.

Die Stromsparmmodelle

Während die regulären Ivy-Bridge-Chips eine TDP von 77 Watt aufweisen, existieren noch die S-Versionen mit 65 Watt TDP und die T-Pendants mit nur 45 Watt TDP – zumindest im Falle der Core i5/i7, denn die zu spät für diesen Artikel erschienenen Core i3 kommen auf 35 bis maximal 55 Watt TDP.

Diese Einsparung gegenüber den normalen Modellen ist nur durch verringerte Taktfrequenzen möglich. So läuft der Core i7-3770T mit

nur 2,5 bis 3,7 GHz und der Core i7-3770S kommt auf 3,1 bis 3,9 GHz. Das K-Flaggschiff bietet 3,4 bis ebenfalls 3,9 GHz. Zumindest die nominellen zwölf Watt TDP-Unterschied zwischen der K- und S-Version sind in der Praxis selten mehr als zehn Watt – und damit meist zu vernachlässigen. Die T-Variante ist deutlich interessanter, bis Redaktionsschluss war der Core i7-3770T jedoch nicht verfügbar.

Quicksync 2.0 durchleuchtet

Die schon bei Sandy Bridge vorhandene Quicksync-Funktion der integrierten Grafikeinheit ist bei Ivy Bridge erneut mit von der Par-

tie: Ein spezieller Teil des Chips kümmert sich ausschließlich um die Konvertierung von Videomaterial. Ob HD 2500 oder HD 4000 ist egal, einzig der Takt sorgt für Unterschiede – ab dem Core i5-3550 liegen jedoch bis zu 1.150 MHz an.

Die resultierende Bildqualität ist etwas schlechter als mit dem nativen, dafür jedoch langsameren x86-Pfad (siehe Benchmark) – im Alltag ist dies unserer Ansicht nach nicht tragisch, einzig bei sehr filigranem 1080p-Material sollten Sie die reine CPU-Lösung nutzen. Wichtig: Damit Quicksync funktioniert, muss das Display an der iGPU angeschlossen sein; eine Alternative ist Lucids Virtu MVP.

Mit dem Arcsoft Media Converter 7.5 wandelt der Core i7-3770K „Big Buck Bunny“ per x86-Pfad in 126 Sekunden um, der i5-3570K und der i5-2500K sind mit 134 so-

Bonusmaterial



Heft-DVD: Auf dem Datenträger finden Sie den Launch-Artikel der Ivy-Bridge-Prozessoren.



Leerlauf und Blu-ray: Ivy Bridge gut im Rennen

Desktop: The Dark Knight 1080p (komplettes System mit Platimax 600W)

HD 2000 (Core i3-2100)	29	36
HD 4000 (Core i5-3570K)	30	38
HD 3000 (Core i5-2500K)	29	38
HD 2500 (Core i5-3550)	29	39
HD 6530D (A6-3650)	35	52
HD 6550D (A8-3870K)	36	57

System: Intel Z77, AMD A75, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Egal ob Core i3 oder Core i5: Alle vier Systeme benötigen rund 30 respektive unter 40 Watt und sind damit sehr sparsam. Bei der A-Serie sind automatisch stromhungrige Video-Filter aktiv.

Watt
2D | **Blu-ray**
◀ Besser

Browser und Trine 2: Sparsam, aber schwach

Fish IE Tank (500 Fische); „Ausgewogen“ in 1080p (System mit Platimax 600W)

HD 2000 (Core i3-2100)	47	55
HD 2500 (Core i5-3550)	55	65
HD 4000 (Core i5-3570K)	59	71
HD 3000 (Core i5-2500K)	62	73
HD 6530D (A6-3650)	65	85
HD 6550D (A8-3870K)	67	96

System: Intel Z77, AMD A75, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Beim Web-Browsing mit HTML5 benötigen die Intel-Modelle recht wenig Strom, liefern aber auch keine hohe Leistung. Noch stärker fällt der Unterschied in Trine 2 aus, Fps/Watt dominiert AMD.

Watt
HTML5 | **3D**
◀ Besser

Ladezeit von Shogun 2: Ivy Bridge in Front

Ladezeit des DX9-CPU-Benchmarks von Shogun 2 (HDD mit 7.200 U/min)

Core i7-3770K	63
Core i5-3570K	67
Core i5-2500K	91
FX-8150	117
Phenom II X6 1100T	125
Phenom II X4 960T	133

System: Geforce GT 430, Intel Z77, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24
Bemerkungen: In unserem Fall lag Shogun 2 auf einer HDD – das typische Szenario. Hier zählen Leistung pro Takt sowie die Frequenzen, daher laden die Ivy-CPU's am schnellsten.

Sekunden
◀ Besser

Quicksync: Deutliche Verbesserungen

Big Buck Bunny 1080p – Umwandlung für iPhone 4S

Core i7-3770K (iGPU), 39 Watt	77
Core i5-3570K (iGPU), 39 Watt	79
Core i5-2500K (iGPU), 47 Watt	112
i7-3770K (CPU-Pfad), 93 Watt	126
i5-3570K (CPU-Pfad), 81 Watt	134
i5-2500K (CPU-Pfad), 90 Watt	153

System: Intel Z77, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Intel 15.26.8.64.2696 **Bemerkungen:** Quicksync zeigt einen beeindruckenden Fortschritt: Die Ivy-Bridge-CPU's sind nicht nur weitaus schneller als der Core i5-2500K, sondern auch noch messbar sparsamer.

Sekunden
◀ Besser

wie 153 Sekunden knapp dahinter. Alle drei erledigen die Aufgabe per Quicksync bedeutend flotter – bei geringerer Leistungsaufnahme. Probleme zeigten sich mit Cyberlinks Media Espresso 6.5, welches bei Verwendung von Quicksync schlicht durchweg abstürzte.

Die iGPU im Alltag

Verwenden Sie Ivy Bridge ohne dedizierte Grafikkarte, so bietet die iGPU für alltägliche Aufgaben genügend Leistung – vor allem aber ist ein solches System angesichts der (CPU-)Leistung extrem sparsam. Bei der Wiedergabe einer Blu-ray (jetzt ohne 24p-Bug) etwa begnügt sich ein Core i5-3570K samt Unterbau mit weniger als 40 Watt, beim Web-Browsing mit HTML5 sind es 20 Watt mehr. Der von uns eingesetzte „Fish IE Tank“ mit 500 Fischen ist zugegebenermaßen sehr anspruchsvoll, ein Flash-Video jedoch benötigt mehr Energie.

Was die Spieleleistung der Ivy-Bridge-Chips anbelangt, so liegt diese wie in der letzten Ausgabe gezeigt bestenfalls auf dem Level der Radeon HD 6530D – tendenziell aber darunter. *Trine 2* verdeutlicht dies erneut: AMDs APUs benötigen zwar messbar mehr Energie, die HD 6550D stemmt jedoch gute 36 Fps – Intels HD Graphics 4000 liefert gerade einmal 23 Bilder pro Sekunde und damit weniger als die HD 6530D mit 27 Fps.

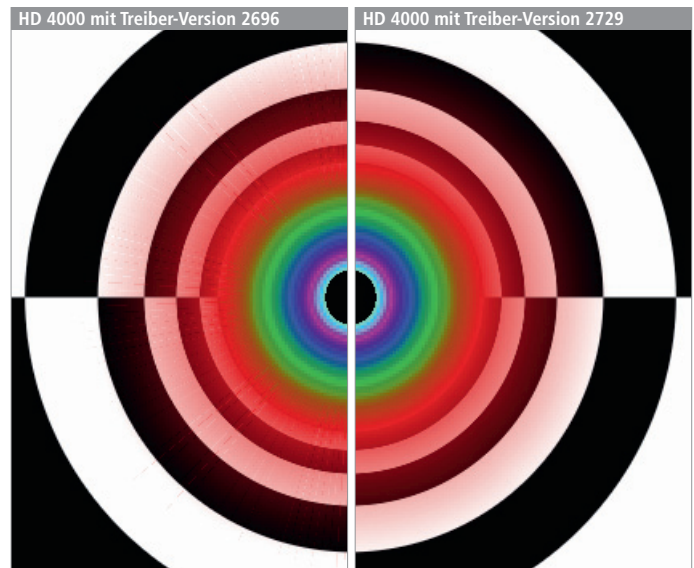
Filter-Probleme adieu

Die anisotrope Filterung ist Intel mit Ivy Bridge zwar erfolgreich angegangen, ein Schönheitsfehler aber hatte sich eingeschlichen: Der AF-Tester offenbarte unter DX9 unschöne Ausfransungen, in Spielen sind diese je nach Textur zu erkennen. Mit dem aktuellen Beta-Treiber, eigentlich für Windows 8 gedacht, sind diese Geschichte. Schneller ist die neue Version 2729 gegenüber der 2696 unseren Stichproben zufolge allerdings nicht.

Ausblick: Core i3

Zu spät für diese Ausgabe, ab der ersten Juni-Woche jedoch im Handel: der Core i3-3240, der Core i3-3225 sowie der Core i3-3220. Die Taktraten der Zweikerner liegen bei 3,4 respektive 3,3 GHz und per SMT können vier Threads abgearbeitet werden. Da die Leistung pro Takt höher liegt als bei Sandy Bridge, wird der Core i3-3240 gegenüber dem Core i3-2100 (Leistungsindex auf Seite 67) rund 15 Prozent zulegen – bei 55 Watt TDP.

Der Core i3-3220 dürfte etwa 100 Euro kosten und ist damit für preisbewusste Spieler eine gute Wahl, die meisten ähnlich teuren AMD-Chips wird er in Spielen hinter sich lassen. Nachteil: Übertakten ist nicht möglich und alle Core-i3-Versionen bieten nur eine HD Graphics 2500 – einzig der 3225 verfügt über die schnellere HD Graphics 4000. ▶



Der aktuelle Beta-Treiber 15.28.0.64.2729 behebt die unschönen Fransen („Spikes“) im D3D9-Betrieb. Unter D3D10/11 traten diese Bildfehler ohnehin nicht auf.

Der behobene 24p-Bug

Mit der Ivy-Bridge-Generation hat Intel den sogenannten 24p-Bug behoben, der einige Filmfreunde im Blu-ray-Betrieb massiv störte.

Die meisten aktuellen 1080p-Filme werden mit 23,976 Bildern pro Sekunde wiedergegeben (progressiv) – zugegeben eine etwas kuriose Anzahl. Die bisherigen Core-i-Lösungen von Intel waren hardwareseitig jedoch nur in der Lage, glatte 24 Fps auszugeben, was in Kombination mit einem 24-Hz-Bildschirm rechnerisch alle 42 Sekunden zu einem synchronisationsbedingten Ruckler führt – einige bemerken diesen Fehler nicht, andere stört er massiv. Schauen Sie Ihre Filme auf einem 60-Hz-LCD, also etwa am PC-Monitor, so tritt dieser sogenannte 24p-Bug ohnehin nicht auf. Die Ivy-Bridge-Generation (CPU plus 7er-Chipsatz!) erlaubt nun eine annähernd perfekte Wiedergabe mit 23,976 Bildern pro Sekunde. Minimale Abweichungen sind normal und treten auch bei AMD- sowie Nvidia-GPUs auf.



Mainboards und RAM

Mit welchen älteren Boards läuft Ivy Bridge? Was bringt schnelles RAM?

Wer bereits ein Sockel-1155-Mainboard mit P67-, H61-, H67- oder Z68-Chip hat, kann theoretisch problemlos auf eine Ivy-Bridge-CPU umsteigen. In der Praxis gibt es hingegen derzeit noch ein paar Einschränkungen bei PCI-Express-3.0-Unterstützung, Speicher-Teilern und Übertaktbarkeit, wie wir in den folgenden Absätzen zeigen.

Falls Sie noch kein Board haben, lohnt es sich kaum, jetzt eine Platine mit 6er-Chip zu kaufen: Wie unser Vergleichstest auf Seite 86 zeigt, gibt es viele gute Mainboards mit einem neuen Chip der 7er-Generation zum günstigen Preis.

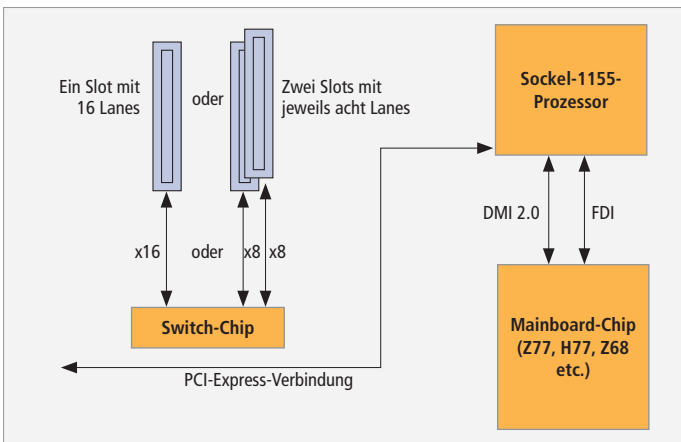
PCI-E-3.0-Kompatibilität

Der PCI-Express-Controller von Sandy Bridge bietet 16 PCI-Express-Lanes der Generation 2.0. Bei Ivy Bridge sind es genauso viele Lanes, allerdings bereits mit PCI-E-3.0-Unterstützung, also theoretisch fast der doppelten Übertragungsrate. Das Problem: Viele Mainboards mit P67- oder Z68-Chip verfügen über einen Switch, der die 16 Lanes des Prozessors in zweimal acht aufteilt, damit Sie SLI oder Crossfire mit

sinnvoller Bandbreite nutzen können. Diese Switch-Chips eignen sich aber oft nur für PCI-Express 2.0, weshalb auf entsprechenden Boards PCI-E 3.0 nicht zur Verfügung steht – egal ob Sie zwei Grafikkarten oder nur eine einsetzen. Die Ironie: Wenn Sie ein günstiges Board ohne Switch haben, lässt sich hingegen PCI-Express 3.0 nutzen. Als Faustregel gilt: Wirbt ein Hersteller bei seinem 6er-Board mit optimaler SLI-/Crossfire-Unterstützung dank zweimal acht Lanes, ist PCI-E-3.0 normalerweise nicht möglich. Es gibt aber auch Ausnahmen wie das Z68-Board Maximus IV Gene-Z von Asus, das im Test trotz Switch PCI-E-3.0-Geschwindigkeit lieferte. Platinen mit 7er-Chip eignen sich hingegen praktisch durchweg für die dritte PCI-E-Generation.

RAM-Taktraten

Ivy Bridge bietet deutlich mehr Speicherteiler als Sandy Bridge. So stehen teils 15 Teiler bereit, die in kleinen Stufen von DDR3-800 bis DDR3-2400 reichen. Daher können Sie Ihr RAM deutlich differenzierter übertakten als mit einer Sandy-Bridge-CPU. Diese



Bei vielen Boards mit 6er-Chip, die zwei Grafikkarten jeweils acht Lanes liefern, kommt ein Switch zum Einsatz. Dieser kann die Leistung auf PCI-E 2.0 reduzieren.

Starcraft 2: Schnelles RAM bringt hier viel.

„2 on 2 MP-Replay“ – 1.920 x 1.080, maximale Details, kein AA/AF

4,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	34	56,5 (+29 %)
4,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	34	52,5 (+20 %)
3,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	32	46,4 (+6 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (7-8-7-24)	30	44,2 (+1 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	30	43,8 (Basis)
3,5 GHz, DDR3-1333 (9-9-9-27)	29	42,4 (-3 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-3770K, Z77, 4 GiB RAM (1T Command-Rate), Geforce GTX 680; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.10 **Bemerkungen:** Mit DDR3-2133-Speicher steigt die Leistung gegenüber DDR-1600 spürbar; niedrige Latenzen bringen hingegen wenig.

Min. Ø Fps
➤ Besser

Skyrim: DDR3-1600 deutlich vor DDR3-1333

„Weißblauf“ – 1.920 x 1.080, maximale Details, kein AA/AF

4,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	100	116,8 (+26 %)
4,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	94	108,9 (+17 %)
3,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	83	95,5 (+3 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (7-8-7-24)	81	94,2 (+2 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	80	92,7 (Basis)
3,5 GHz, DDR3-1333 (9-9-9-27)	74	87,3 (-6 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-3770K, Z77, 4 GiB RAM (1T Command-Rate), Geforce GTX 680; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.10 **Bemerkungen:** DDR3-1333 ist hier überraschend langsam. Bei 4,5-GHz-CPU-Takt liegt DDR3-2133 sieben Prozent vor DDR3-1600.

Min. Ø Fps
➤ Besser

Diablo 3: RAM spielt hier keine Rolle.

„Neu Tristram“ – 1.920 x 1.080, maximale Details, kein AA/AF

4,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	159	177,7 (+2 %)
4,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	158	176,6 (+1 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (7-8-7-24)	158	176,5 (+1 %)
3,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	158	175,5 (+1 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	158	174,1 (Basis)
3,5 GHz, DDR3-1333 (9-9-9-27)	158	174,0 (0 %)

Bedingt spielbar von 25 – 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-3770K, Z77, 4 GiB RAM (1T Command-Rate), Geforce GTX 680; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.10 **Bemerkungen:** In unserer Benchmark-Szene ändert weder RAM- noch CPU-Takt viel an den ohnehin sehr hohen Fps.

Min. Ø Fps
➤ Besser

7-Zip: Niedrige Latenzen vor hohem Takt

7-Zip v4.65, Kompressionsrate (Wörterbuchgröße 32 MiB)

4,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	24.259 (+27 %)
4,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	23.148 (+21 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (7-8-7-24)	19.777 (+3 %)
3,5 GHz, DDR3-2133 (9-11-9-27)	19.625 (+3 %)
3,5 GHz, DDR3-1600 (9-9-9-27)	19.118 (Basis)
3,5 GHz, DDR3-1333 (9-9-9-27)	19.104 (0 %)

System: Core i7-3770K, Z77, 4 GiB RAM (1T Command-Rate), Geforce GTX 680; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.10 **Bemerkungen:** Im Gegensatz zu den anderen Tests ist DDR3-1600 mit 7-8-7-24 hier schneller als DDR3-2133 mit 9-11-9-27.

KiB/s
➤ Besser



Kompatibilität in Stichproben geprüft

Mainboard	Preis	Format	Chip	UEFI/ Plati- nen-Rev.	Ivy-Bridge- Unterstütz.	PCI-E-3.0
Asrock Z68 Pro3 Gen3	Ca. € 80,-	ATX	Z68	1.01	Problemlos	Funktioniert
Asus Maximus IV Gene-Z	Ca. € 160,-	Micro-ATX	Z68	3305/ 1.01	Problemlos	Funktioniert
Gigabyte H61M-USB3-B3	Nicht lieferbar	Micro-ATX	H61	F11/1.0	Problemlos	Funktioniert
Gigabyte Z68XP-UD3-ISSD	Ca. € 210,-	ATX	Z68	F10/1.0	Problemlos	Nicht möglich
Gigabyte Z68X-UD7-B3	Nicht lieferbar	ATX	Z68	F110/1.0	Problemlos	Nicht möglich

System: Core i5-3550, Radeon HD 7950; Windows 7 Ultimate x64, SP1

Teiler stehen aber nicht bei jeder Prozessor-Mainboard-Kombination bereit, wie unsere Tabelle unten links zeigt.

Die meisten Teiler boten im Test das Z77- und das Z68-Board. Die günstigen B75-Platinen liefern beim i7-3770K ebenfalls viele Teiler, mit dem i5-3550 waren sie aber auf maximal DDR3-1600 beschränkt. Die Auswahl an Speicherteilern kann sich mit neuen UEFI-Updates noch ändern. Wenn Sie das RAM möglichst effizient übertakten wollen, sind Sie aber momentan mit einem Z77-Board am besten beraten. Wie viel ein hoher RAM-Takt bei einer Ivy-Bridge-CPU bringen kann (vor allem in Kombination mit einer Übertaktung des Prozessors), zeigen die Benchmarks auf der vorherigen Seite. Zudem fehlen bei manchen Boards mit dem günstigen B75-Chip grundlegende Overclocking-Funktionen wie eine Einstellmöglichkeit für die CPU-Spannung. Details hierzu finden Sie in unserem Mainboard-Test ab Seite 86.

Aktueller Stand: UEFI-Updates

Wie die Tabelle oben links zeigt, sind bereits viele Boards mit P67-,

H61-, H67- oder Z68-Chip verfügbar, die offizielle Ivy-Bridge-Unterstützung bieten. Ein paar wichtige Boards fehlen jedoch noch. Mit einer UEFI-Version, die nicht offiziell für Ivy-Bridge-CPUs geeignet ist, starteten alle getesteten Boards gar nicht erst. Daher ist es nötig, zunächst einen Sandy-Bridge-Prozessor einzubauen und das UEFI zu aktualisieren.

Ein Problem fiel uns bei 6er-Boards von Asus mit Intels fehlerhafter Revision B2 auf: Für diese Platinen hat Asus den Support eingestellt, weshalb sich die neuen UEFI-Updates nicht installieren lassen. Wenn Sie noch ein Board mit B2-Stepping haben, können Sie es aber gegen eine B3-Platine umtauschen. (dm)

Fazit



Ivy Bridge im Alltag

Trotz des geringen Alters ist die Kombination aus Ivy-Bridge-CPU und Mainboard mit 7er-Chip bereits sehr stabil und zuverlässig. Zudem ist der RAM-Controller sehr gut: Er bietet viele Teiler und eignet sich für hohe Taktraten, die einen messbaren Vorteil bringen. Bei der Unterstützung von 6er-Boards gibt es aber noch Einschränkungen.

Ivy Bridge & 6er-Boards: Offizielle Kompatibilität

Hersteller	Board (Revision)	Chip (PCH)	Ab BIOS/UEFI
Asus	Maximus IV Extreme*	P67	3208
Asus	Maximus IV Extreme-Z	Z68	3203
Asus	Maximus IV Gene-Z	Z68	3203
Asus	P8H61/USB3*	H61	3602
Asus	P8H67-M Evo*	H67	3207
Asus	P8P67 Rev 3.0*	P67	3207
Asus	P8P67 Rev 3.1*	P67	2302
Asus	P8P67 WS Revolution*	P67	2003
Asus	P8Z68 Deluxe	Z68	3203
Asus	P8Z68-V Pro	Z68	3203
Asus	Sabertooth P67*	P67	2302
Asrock	H61 iCafe	H61	P1.70
Asrock	Z68 Extreme3 Gen3	Z68	P2.10
Asrock	Z68M/USB3	Z68	P2.10
Biostar	H61MU3B Ver. 6.x	H61	H61TR301
Biostar	H67MU3 Ver. 6.x	H67	H67BRC20
Biostar	TH61U3+ Ver. 6.x	H61	H61FR111
Biostar	TP67B+ Ver. 6.2	P67	P67CF102
Biostar	TP67XE Ver. 5.1	P67	P67AFC15
Biostar	TZ68K+ Ver. 6.x	Z68	Z68BFC15
Gigabyte	G1.Sniper 2	Z68	F5
Gigabyte	GA-P61-USB3-B3	H61	F10
Gigabyte	GA-P67A-UD4-B3	P67	F7
Gigabyte	GA-P67A-UD5-B3	P67	F8
Gigabyte	GA-P67A-UD7-B3	P67	F7
Gigabyte	GA-P67-DS3-B3	P67	FD
Gigabyte	GA-Z68M-D2H	Z68	F6
Gigabyte	GA-Z68XP-UD4	Z68	F6
Gigabyte	GA-Z68XP-UD5	Z68	F6
Gigabyte	GA-Z68X-UD7-B3	Z68	F10
Intel	DH61CR (ab G14064-207)	H61	0042
Intel	DP67BA (ab G10219-301)	P67	0077
MSI	Z68A-GD80	Z68	J.0
MSI	Z68A-GD65 (G3)	Z68	P.1
MSI	Z68A-GD55 (G3)	Z68	P.1
MSI	Z68A-G43 (G3)	Z68	5.0
MSI	H61M-G35 (G3)	H61	30.3
MSI	61M-P31 (G3)	H61	2.3
MSI	H61M-P20 (G3)	H61	1.2

* Keine Unterstützung für Boards mit B2-Stepping

Verfügbare Speicherteiler bei Ivy Bridge

Mainboard	Chip	RAM-Teiler i5-3550	RAM-Teiler i7-3770K
MSI Z77A-GD80	Z77	15, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933	15, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933
Gigabyte B75M-D3H	B75	5, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600	15, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933
MSI B75A-G43	B75	5, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600	11, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -2000, -2200, -2400, -2600, -2800
Gigabyte Z68X-UD7-B3	Z68	6, DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133	6, DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133
Gigabyte H61M-USB3-B3	H61	6, DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133	6, DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133
Asus Maximus IV Gene-Z	Z68	14, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800	14, DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800

Version	Date	Update BIOS Under	Size	Description
2.10	5/10/2012	Instant Flash	3.81MB	Supports Intel's 3rd Generation CPU. To support Intel's 3rd Generation (Ivy Bridge) CPU, corresponding BIOS, drivers and AXTU update are required. Click here to download required AXTU Click here to download required Intel ME Click here to download required VGA Driver (Windows XP) Click here to download required VGA Driver (Windows XP x64) Click here to download required VGA Driver (Windows 7 / Vista) Click here to download required VGA Driver (Windows 7 x64 / Vista x64)

Damit das günstige Asrock-Mainboard Z68 Pro3 Gen3 Ivy-Bridge-CPUs unterstützt, sind laut Hersteller neben der UEFI-Version 2.10 ein AXTU- und Treiber-Updates nötig.

Teil 2

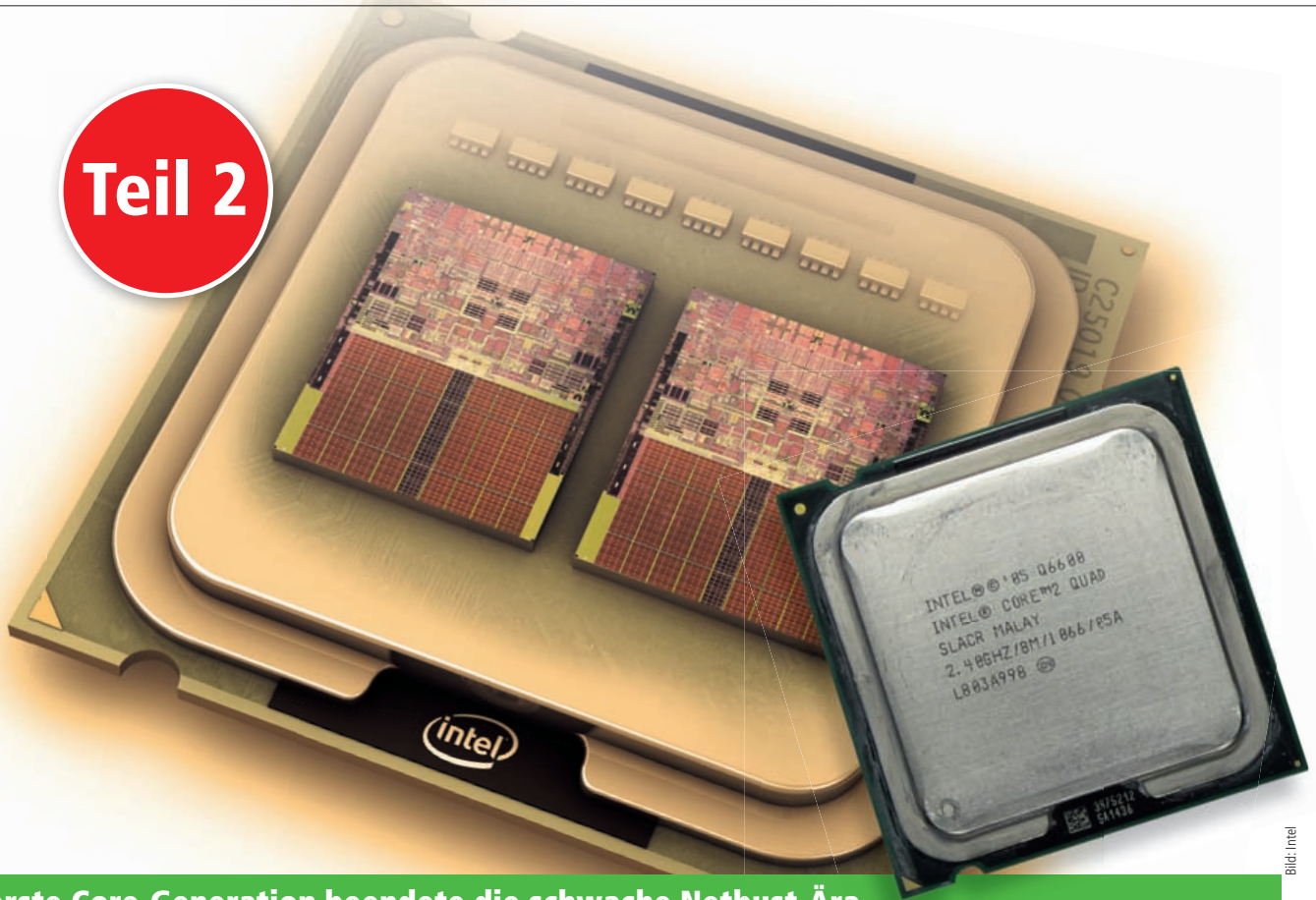


Bild: Intel

Die erste Core-Generation beendete die schwache Netburst-Ära

Intels „Volks-Quad“

Mit dem Core 2 Quad Q6600 und davor dem Core 2 Duo E6600 erschuf Intel zwei CPUs, die aufgrund ihrer Leistung und Effizienz – vor allem aber durch ihren fairen Preis – zu Legenden wurden.

Wir befinden uns im Jahre 2006 nach Christus. Ganz PC-Spielerland ist von den Athlon 64 X2 besetzt ... Ganz Spielerland? Nein! Ein von unbeugsamen Pentium-4/-D-Anhängern bevölkertes Dorf hört nicht auf, den „Hammer“-CPUs Widerstand zu leisten.

Während heute Intel-Prozessoren das Spielesegment dominieren, sah es vor rund sieben Jahren noch anders aus: AMDs Athlon-64-X2-CPUs lieferten deutlich mehr Leistung bei geringerem Stromverbrauch, Intel konnte einzig in optimierten Multimedia-Benchmarks und mithilfe hoher Taktraten sowie indisputabler Effizienz mithalten. Im Frühjahr 2006 stellte AMD mit dem Sockel AM2 eine neue Plattform für die Athlon 64 X2 sowie die FX-Flaggschiffe vor, aber schnell machte sich Ernüchterung breit:

Die Chips profitierten kaum von schnellem DDR2-800-Speicher und von den Phenoms war zu diesem Zeitpunkt noch nichts zu sehen.

Netburst ade, Core ahoi

Nur wenigen war damals wirklich bewusst, dass Intel neben der Netburst-Architektur (Pentium 4/D) eine sehr starke Technik anbot: die Pentium M, die als Teil der mobilen Centrino-Plattform eine exzellente Leistung bei geringerem Energiekonsum ablieferten.

Im Juli 2006 war es dann so weit und Intel schickte Netburst mit einem Paukenschlag in Rente: Der Core 2 Duo, Codename „Conroe“, wischte mit der AMD-Konkurrenz förmlich den Boden – der bisherige Dominator Athlon FX-62 hatte nicht den Hauch einer Chance gegen den 1.000 Euro teuren Core 2

Extreme X6800 und der Athlon 64 X2 5000+ konnte dem ähnlich teuren C2D E6600 nur selten Paroli bieten. Hintergrund des Erfolges war besagter Pentium M, den Intel im Laufe der Zeit parallel zu Netburst weiterentwickelte. Das Team des Israel Development Centre mit Sitz in Haifa zeichnete für die „Next Generation Micro-Architecture“, später als „Core“ bezeichnet, verantwortlich – die gleichen Entwickler erschufen auch Sandy Bridge.

Die Technik dahinter

Netburst bot – grob zusammengefasst – eine sehr lange Pipeline (bis zu 31 Stufen) samt einem dreifach skalaren Design, das zwar sehr hohe Frequenzen erreichte, dafür aber unheimlich viel Strom benötigte und pro Takt wenig Leistung lieferte. Mit der Core-Architektur gab Intel das Taktrennen auf und

wechselte auf ein vierfach skalares Design mit einer nur noch 14 Stufen fassenden Pipeline. Der Chip verliert dadurch weniger Leistung bei einer „verkappten“ Sprungvorhersage, das Front-End kann ein Drittel mehr Instruktionen pro Takt an die Recheneinheiten liefern und muss dank der Macro-Fusion effektiv weniger Daten aufbereiten. Intel verdoppelte den L1-Cache sowie dessen Transfer-Rate, den bis zu 4 MiByte (bei den auf Basis des 65-Nanometer-Verfahrens gefertigten Core 2) fassenden L2-Cache teilen sich die beiden Kerne dynamisch auf. Die Geschwindigkeit der SSE-Berechnungen steigerte Intel um den Faktor 2, Memory Disambiguation entkoppelte Load- und Store-Vorgänge. Unterm Strich arbeitet die Core-Technik weitaus effektiver und effizienter als die Netburst-Architektur. ▶



20 JAHRE PC-SPIELE-KOMPETENZ

Wissen, was gespielt wird

DIE RICHTIGE PC GAMES FÜR JEDEN ANSPRUCH



PC Games Magazin
Ohne Heft-DVD, dafür zum günstigen Preis!



PC Games Extended
Mit Bonus-DVD und vielen Tipps auf 48 Extra-Seiten!



PC Games Premium
Auktionshaus-Guide, Sticker, Poster + PCG Extended 6/12



PC Games Extraklasse
Das große WoW-Kompendium mit 144 Seiten Klassenguides

UNVERZICHTBARES WISSEN FÜR ONLINE-ROLLENSPIELER



PC Games MMORE
Exklusive Pandaria-Karte + der Mönch im Check + Haustier-Guide



PC Games Runes of Magic
Alles über Chapter 5 + Ingame-Items im Wert von 5 Euro + Spickzettel

Jetzt bequem online
bestellen oder abonnieren:
shop.pcgames.de

PC GAMES JETZT AUCH AUF DEM IPAD: WWW.PUBBLES.DE



Mit den „Ice Storm Fighters“ von den Futuremark-Studios demonstrierte Intel auf dem Herbst-IDF 2006, wozu die Core 2 Quad in der Lage sind. Dennoch ruckelte es ;-)

Battlefield 3: Q6600 trotz OC nur im Mittelfeld

„Operation Swordbreaker“ – 1.920 x 1.080, hohe DX11-Details, kein AA/AF, kein AO

Core i5-3570K (4C - 3,4 GHz)	71	75,1
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz (4C)	42	48,5
Ph. X4 9950 (4C - 2,6 GHz)	38	43,0
C2Q Q6600 (4C - 2,4 GHz)	37	42,8
C2D E6600 (2C - 2,4 GHz)	17	22,6
A64 X2 5000+ (2C - 2,6 GHz)	14	18,0
Pent. D 830 (2C - 3,0 GHz)	10	12,7

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps • Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77/P45, AMD 790FX, 8 GiByte DDR3/DDR2, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Der E6600 schlägt den X2 5000+ problemlos, der Q6600 hingegen liegt mit dem X4 9950 BE gleichauf.

Min. | Ø Fps
► Besser

Cinebench: Schwache Singlethread-Leistung

Cinebench R11.5 x64

Core i5-3570K (4C - 3,4 GHz)	1,60	6,01
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz (4C)	1,02	3,54
Ph. X4 9950 (4C - 2,6 GHz)	0,62	2,91
C2Q Q6600 (4C - 2,4 GHz)	0,69	2,68
C2D E6600 (2C - 2,4 GHz)	0,69	1,33
A64 X2 5000+ (2C - 2,6 GHz)	0,65	1,26
Pent. D 830 (2C - 3,0 GHz)	0,43	0,80

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77/P45, AMD 790FX, 8 GiByte DDR3/DDR2, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Der Cinebench liegt den Core 2 nicht so gut, dafür schlägt das Overclocking fast eins zu eins durch.

Punkte
(1-/X-CPU)
► Besser

Counter-Strike Source: Damals flott, heute lahm

„5 on 5, de_dust“ – 1.920 x 1.080, max. DX9-Details, kein AA/AF, kein HDR

Core i5-3570K (4C - 3,4 GHz)	133	151,9
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz (4C)	77	88,4
C2Q Q6600 (4C - 2,4 GHz)	61	73,1
C2D E6600 (2C - 2,4 GHz)	54	67,8
Ph. X4 9950 (4C - 2,6 GHz)	42	59,3
A64 X2 5000+ (2C - 2,6 GHz)	40	58,0
Pent. D 830 (2C - 3,0 GHz)	29	38,9

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps • Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77/P45, AMD 790FX, 8 GiByte DDR3/DDR2, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** CSS liegt dem E6600 im Vergleich zum X2 5000+ gut, der X4 9950 BE schneidet schlecht ab.

Min. | Ø Fps
► Besser

Schnell, schneller, Core 2

In zeitgenössischen Benchmarks wie *Counter-Strike: Source* oder *Unreal Tournament 3* leisteten die Core 2 Duos mit 4 MiByte L2-Cache rund 15 bis 30 Prozent mehr als ein Athlon 62 X2 bei gleichem Preispunkt und erwiesen sich obendrein noch als sparsamer – den Vergleich mit den Pentium D darf man kaum ziehen, derart vernichtend fällt dieser aus.

Gerade im Zuge der aufkommenen Dualthreading-Fortschritte in Spielen waren die Core 2 Duo ideale CPUs für Spieler: Die AM2-Plattform brachte kam Vorteile, Besitzer der Sockel 754/939 steckten aufgrund von DDR1-Speicher ohnehin in der Aufrüstsackgasse – und so griff ein Großteil der Neukäufer bei den überzeugenden C2D zu.

Overclocking-freundlich

Da die Core-Architektur pro Takt flotter war als alle bisherigen Chips, benötigte der C2D E6600 keine hohen Frequenzen, was ihn zu einem beliebten Übertaktungsobjekt machte: Ausgehend von 2,4 GHz ließ sich praktisch jeder C2D E6600 auf über 3,0 GHz treiben – mit einer Wasserkühlung auch in den Bereich von über 3,5 GHz.

Aufgrund des Front-Side-Bus (FSB) waren die heute üblichen freien Multiplikatoren nicht notwendig, dafür mussten das Mainboard und der Speicher mitspielen: Wer deutlich über 400 MHz FSB erzielen wollte, benötigte (abseits des 975X- und der Nforce-Chipsätze) eine sehr gute Platine und RAM, das mehr als DDR2-800 verkraftete – damals ein eher teures Vergnügen.

Da die Athlon 64 X2 nicht in der Lage waren, die Taktraten der Core 2 Duos zu erreichen, musste sich AMD ab diesem Zeitpunkt mit dem zweiten Platz zufrieden geben – im Sommer 2006 purzelten die Preise, einzig unterhalb des Core 2 Duo E6300 (etwa 170 Euro) konnte AMD konkurrieren, da Intel dort nur lahm Pentiums in petto hatte. Eine ähnliche Dominanz konnte der Chipriese erst wieder mit Sandy sowie Ivy Bridge erreichen.

Zwei mal eins macht vier

AMDs Phenom I war noch in weiter Ferne, da brachte Intel den ersten Quadcore in den Handel – nun ja, fast. Denn statt einen monolithischen Chip zu entwickeln, koppelte

der Hersteller zwei Dualcore-Dies via Front-Side-Bus (FSB) auf einem Träger, diese Kombination taufte Intel „Kentsfield“. Wie üblich ging zuerst eine teure Extreme Edition in Stellung, der QX6700 – wenige Wochen später, im Januar 2007, folgte der Core 2 Quad Q6600.

Dieses Modell ging zwar für über 700 Euro an den Start, im Laufe des Sommers aber sank der Preis auf unter 250 Euro. Mit dem gleichen Grundtakt wie der Core 2 Duo E6600 etablierte sich der Chip sehr schnell als preiswerter Liebling der Übertakter, wenngleich die doppelte Kernzahl kaum von Belang war.

Die G0-Legende

Im August legte Intel viele Kentsfield-Chips mit dem G0-Stepping neu auf und schickte damit die bisherige B3-Revision in Rente. Hierdurch sank nicht nur die TDP des C2Q Q6600 von 105 auf 95 Watt, auch die reale Leistungsaufnahme ging nach unten. Was bedeutete dies? Der „Q sechs sechs“, wie wir ihn in der Redaktion gerne nennen, ließ sich besser übertakten.

DDR2-Speicher kostete nicht mehr die Welt, die sogenannten „FSB walls“ waren seltener geworden. Mit 8 x 400 MHz, also 3.200 MHz, erwiesen sich viele G0-Chips als Preisleistungskracher mit einem sehr langen „Leben“. Bis heute machen jegliche Core 2 Quad zusammen noch rund zehn Prozent aller CPUs der PCGHX-User aus.

Native Phenom-Niete

Bald ein halbes Jahr später, mit dem TLB-Bug und niedrigen Taktraten gestraft, dafür aber mit nativen – hierauf legte AMD wert – vier Kernen erreichte der erste Phenom im November 2007 endlich den Markt. Und floppte gehörig: Der Stromverbrauch erwies sich als enorm hoch, die Leistung als niedrig, der Speicher-Controller als zickig. Gegen den C2Q Q6600 war für das Phenom-Flaggschiff X4 9600 BE oft nichts zu holen.

Erst der Phenom X4 9950 BE konnte Mitte 2008 – rund anderthalb Jahre nach dem Erscheinen des C2Q Q6600 – Intels Mittelklasse in den meisten Fällen Paroli bieten. Selbst mit dem Erscheinen der zweiten Phenom-Generation im Januar 2009 war die Kentsfield-CPU mit Übertaktung noch voll auf der Höhe der Zeit, da die Leistung pro

Takt in etwa einem vierkernigen Deneb-Chip wie dem Phenom II X4 940 BE entspricht. Wer also einen C2Q Q6600 mit OC sein Eigen nannte, war für eine sehr lange Zeit auf der sicheren Seite.

Der FSB macht schlapp

Da vor rund drei Jahren, sprich 2009, auch die Spiele-Entwicklung endlich im Multicore-Zeitalter angekommen war, erlebten gerade die Core 2 Quad einen zweiten Frühling: Was sie bisher durch ihre Leistung pro Takt vollbrachten, erledigten nun die vier Kerne. Diese allerdings wurden durch die FSB-Verbindung immer mehr ausgebremst, wenngleich die erste Phenom-Architektur in modernen Spielen trotz ihrer nativen vier Kerne nicht schneller ist.

Mit nur 2,4 GHz Standardfrequenz ist ein C2Q Q6600 gegen einen heutigen Core i5-3570K völlig chancenlos: Der Ivy-Bridge-Chip rennt mit mindestens 3,4 GHz und leistet pro Takt oft 50 Prozent mehr – bei niedrigerer TDP, zudem hier inklusive der integrierten Grafikeinheit.

Mit „klassischen“ 3,2 GHz samt einem 400er FSB hingegen hält der Q6600 zumindest in Anwendungen mit einem Core i3-2100 Schritt, ein Core i7-920 auf Basis der Nehalem-Architektur ist weitaus schneller.

Da man gehen soll, wenn's am schönsten ist, gab Intel am 05. Januar 2009 per „Product Change Notification“ bekannt, den C2Q Q6600 einzustellen. Damit war die Kentsfield-Ära offiziell zu Ende. (ms)

Fazit



C2D E6600 und C2Q Q6600

Dank seiner damals überragenden Leistung bei geringerem Stromverbrauch, des hohen OC-Potenzials und der Intel ungewollt in die Hände spielenden Konkurrenz sicherte sich der C2D E6600 einen Platz in der Legendenhalle – genauso wie der C2Q Q6600, der sich auch mit vier nicht nativen Kernen als „Volks-Quad“ großer Beliebtheit erfreute. Gerade das gut zu übertaktende G0-Stepping bietet trotz seines Alters mit 3,2 GHz nach wie vor genügend Leistung für fast alle aktuellen Spiele.

Skyrim: Overclocking bringt nur wenig

„Weißblau“ – 1.920 x 1.080, max. DX9-Details, Hi-Res-Textures, kein AA/AF

Core i5-3570K (4C - 3,4 GHz)	76	93,0
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz (4C)	37	42,7
C2Q Q6600 (4C - 2,4 GHz)	32	38,5
Ph. X4 9950 (4C - 2,6 GHz)	31	37,7
C2D E6600 (2C - 2,4 GHz)	28	33,8
A64 X2 5000+ (2C - 2,6 GHz)	24	28,1
Pent. D 830 (2C - 3,0 GHz)	15	19,3

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps • Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77/P45, AMD 790FX, 8 GiByte DDR3/DDR2, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** In Skyrim bremsst offenbar der Front Side Bus (FSB), die Übertaktung des Q6600 verpufft nahezu.

Min. Ø Fps
► Besser

Leistungsaufnahme: Core 2 sehr gut

Enermax Platimax 600 Watt (80 Plus Platin), gesamtes System in Watt

C2D E6600 (2C - 2,4 GHz)	52	90
Core i5-3570K (4C - 3,3 GHz)	39	92
A64 X2 5000+ (2C - 2,6 GHz)	55	104
C2Q Q6600 (4C - 2,4 GHz)	54	112
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz (4C)	61	162
Pent. D 830 (2C - 3,0 GHz)	87	174
Ph. X4 9950 (4C - 2,6 GHz)	60	175

System: Geforce GT 430 (7 Watt), Intel Z77/P45, AMD 790FX, 8 GiByte DDR3/DDR2, Turbo an; Win 7 x64 SP1, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Für ihre damalige Leistung sind beide Core 2 sehr effizient, der Phenom X4 und der Pentium D hingegen katastrophal.

Watt (idle/load)
▲ Besser

TRITON
GAMING 972B

2X USB 3.0

2X USB 2.0

HD AUDIO

BLACK INNER COATING

PSU BOTTOM MOUNTING

VGA CARDS UP TO 340MM

2X 120 MM BLUE LED FANS

TOOL-FREE ODD AND HDD MOUNTING

LCPOWER

www.lc-power.com



LC-Power-Produkte erhalten Sie im gut sortierten Fachhandel!

Infrastruktur

Mainboards, RAM, Festplatten, SSDs, Gehäuse, Netzteile, Notebooks

www.pcgameshardware.de/hardware



Daniel Möllendorf
Fachbereich Mainboards
E-Mail: dm@pcgh.de

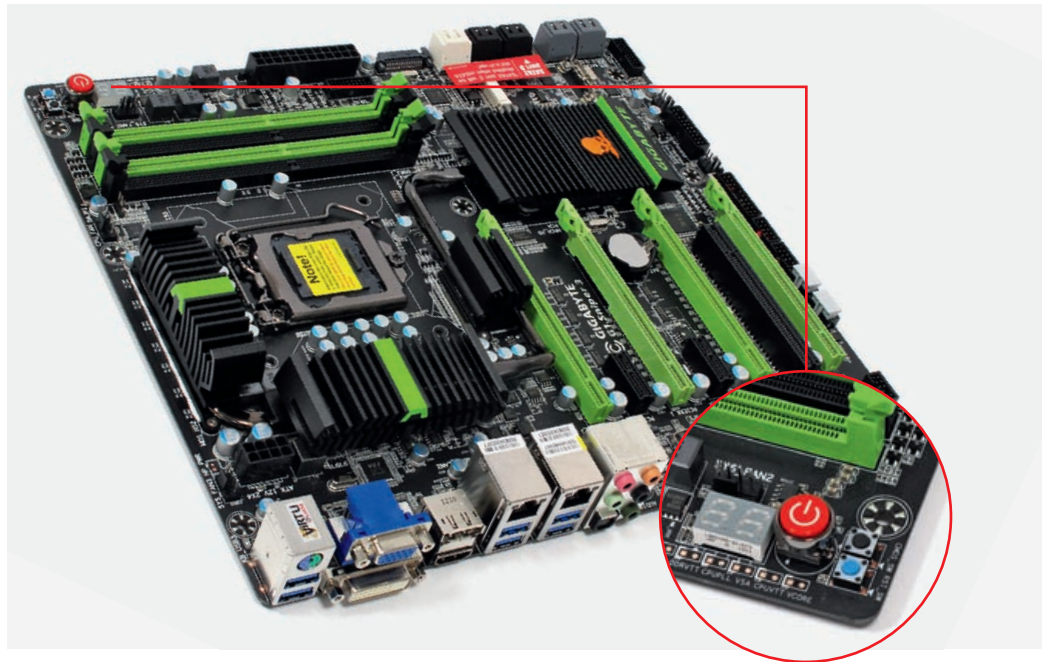
Kommentar

Mainboards werden teurer? Nein, sie werden immer teurer und gleichzeitig günstiger.

Anfang des Jahres berichteten viele Webseiten, Mainboards würden auf absehbare Zeit um rund zehn Prozent teurer werden. Gespannt wartete ich darauf, wie weit die Preise steigen ... und wurde „enttäuscht“. Falls es gestiegene Kosten gab, wurden sie nicht an die Endkunden weitergegeben. Insgesamt sind Mainboards aber dennoch teurer geworden, denn mittlerweile sind High-End-Platinen jenseits der 300-Euro-Grenze keine Seltenheit mehr. So kostet das neue G1.Sniper 3 von Gigabyte 320 Euro, für das Asus P8Z77-V Premium mit Thunderbolt sind 400 Euro fällig. Den hohen Preis wollen die Hersteller mit beigelegten WLAN-Karten, Top-Onboard-Sound und integrierten SSDs rechtfertigen. Auf der anderen Seite bieten günstige Boards heute mehr gute Funktionen denn je. So bekommen Sie beim unten rechts abgebildeten Asus P8Z77-M sogar SATA 6Gb/s und USB 3.0 für nur 95 Euro. Die Schere zwischen teuren und günstigen Boards geht also immer weiter auseinander.



pcgameshardware
das Hardware-Magazin für PC-Spieler



Gigabyte G1.Sniper 3 im Check

Das neue Board aus Gigabytes Gaming-Reihe eignet sich mit Sockel 1155, Z77-Chip und Creative-Onboard-Sound für anspruchsvollste Spieler.

Bei Mainboards aus der G1-Serie will Gigabyte Spielern einen echten Mehrwert bieten. Besonders nützlich sind hierfür der Killer-E2200-Netzwerkchip des Herstellers Bigfoot, der bei Online-Spielen einen kleinen Ping-Vorteil bringen und Lags reduzieren kann, sowie der Onboard-Sound von Creative. Bereits beim Vorgänger Sniper 2 haben wir im ausführlichen Hörtest ermittelt, dass die Onboard-Lösung eine Mittelklasse-Soundkarte ersetzen kann. Beim Sniper 3 kommen erneut hochwertige, abgeschirmte Analog-Digital-Wandler zum Einsatz. Anstelle des älteren CA20K2 verwendet Gigabyte beim neuen G1-Board allerdings den aktuellen Soundcore-3D-Chip. Nützlich, aber für Spieler nicht

unbedingt erforderlich, ist die mitgelieferte Steckkarte, die Bluetooth 4.0 und WLAN n bietet – inklusive zwei Antennen (siehe Bild).

Auch für Übertakter bietet das Sniper 3 viel: Oben rechts auf der Platine befinden sich einfach erreichbare Spannungsmesspunkte, Diagnose-LEDs und drei Schalter für An/Aus, Reset und Clear-CMOS. Im UEFI stehen ebenfalls sehr gute OC-Optionen bereit. Dafür kostet das Sniper 3 auch 320 Euro. Auf den typischen Kühler in Waffenform hat Gigabyte beim neuen G1-Board übrigens verzichtet. (dm)



CASEKING.de
präsentiert:

Samsung Green Series DDR3-1600 - 8 GB Kit

- Low-Profile-DDR3-1600-Arbeitsspeicher, CL11, 30 nm
- extrem übertaktungsfreudig mit bis zu 2.400 Mhz
- bis zu 47 % weniger Stromverbrauch
- dank der 30-nm-Fertigung werden nur 1,35 V benötigt
- Dual-Channel-Set mit zweimal 4 GB

SAMSUNG

More Speed.
Less Energy.



BIS ZU
2.400 Mhz
ÜBERTAKBAR

www.caseking.de

Test: Alienware M17x-R4

Nach Asus, MSI und Co. hat nun auch Dell seine Gamer-Notebooks mit neuer Ivy-Bridge-Technik ausgestattet. Doch das M17x-R4 bietet noch mehr.

Das Alienware M17x-R4 ist mit einem Core i7-3610QM und einer Radeon HD 7970M (2.048 MiByte) ausgestattet. Dies macht das 17-Zoll-Notebook zum aktuell schnellsten Gaming-Notebook am Markt. Die HD 7970M ist teilweise 30 Prozent schneller als Nvidias GeForce GTX 675M: Im 3D Mark 11 (Performance-Test) schafft das Alienware 5.565 Punkte und das Schenker XMG P702 mit der GTX 675M 3.667 Punkte. Im praxisnahen Benchmark *Crysis Warhead* sind es immer noch 11 bis 25 Prozent Unterschied.

Das Hartplastik-Gehäuse wirkt hochwertig, der Schließmechanismus des Display-Deckels funktioniert butterweich. Auch das markentypische futuristische Design wurde weiter verfeinert, sodass der 17-Zoll-Laptop trotz seiner Größe und des stattlichen Gewichts von über vier Kilogramm sogar mit einer gewissen Eleganz aufwarten kann. Wer möchte, kann das Alienware wie einen Weihnachtsbaum erstrahlen lassen. Dabei lässt sich die Farbe sämtlicher Leuchtelemente vom Logo bis zu den Lüftungsschlitzen über das einfach zu bedienende Command Center einstellen. (ma)



Dell Alienware M17x-R4

FAZIT: Das Alienware M17x-R4 arbeitet mit 0,5 bis 1,6 Sone noch leise und dank einer (zwar zu kleinen) 64-GB-SSD sehr schnell. Der größte Kritikpunkt ist das Display, das sehr stark spiegelt und nur 260 Candela pro Quadratmeter Leuchtkraft erreicht.

Hersteller: Dell

Web: www.dell.de

Preis: Ca. € 2.100,- | Preis-Leistung: **Befriedigend**

+	Spiele-Performance	Ausstattung	2,25
+	Lautheit	Eigenschaften	1,16
-	Spiegelung LCD	Leistung	1,96
WERTUNG			1,86

Laptop-Nachtest

Letzte Ausgabe haben wir die Vorseriengeräte Asus G75 und MSI GT70PH getestet. Nun reichen wir die Testwerte der Serien-Notebooks nach.

Das Asus G75 in Ausgabe 06/2012 entsprach nicht der Serienausstattung. Wir haben das G75VW-91026V mit ähnlicher Ausstattung noch einmal getestet. Im Seriengerät arbeitet ein Core i7-3610QM (2,3 GHz) statt i7-3720QM (2,6 GHz) und nur 8 statt 16 GiByte RAM. Die Ausstattungs- und Leistungsnote ändert sich von 1,70 auf 1,85 beziehungsweise von 2,10 auf 2,13. Die neue Endnote für das Asus G75VW-91026V ist nun 1,93 statt 1,88. Da das Notebook immer noch zu den leisesten Gaming-Laptops gehört, bleibt die Top-Produkt-Auszeichnung bestehen.

Letzte Ausgabe haben wir auch das Vorseriengerät des MSI GT70PH-i7169BW7H getestet. MSI teilte uns mit, dass das SSD-RAID noch nicht mit maximaler Leistung arbeitet. Wir haben es nun nachgetestet und statt 715,7 MB/s erreicht das Seriengerät über 900 MB/s. Die restlichen Ausstattungs-, Eigenschaften- und Leistungspunkte ändern sich allerdings nicht, sodass die Endnote bei 1,97 bleibt. Daher gilt immer noch unser Fazit: Das rund 2.200 Euro teure MSI GT70PH verpasst eine Auszeichnung aufgrund der zu hohen Geräuschkulisse. (ma)

Zotac: Mini-Z77

Das Z77-ITX Wifi von Zotac vereint den Sockel 1155 samt Intels Top-Mainboard-Chip und viele nützliche Funktionen auf einer Mini-ITX-Platine.

Mini-Mainboard-Meister Zotac bringt auf der Fläche von nur 17 x 17 cm zwei übliche DDR3-Bänke sowie einen vollwertigen PCIe-x16-Slot unter. Damit eignet sich das Z77-ITX Wifi sehr gut für schnelle, aber kompakte Spiele-PCs. Dank optischen Digital-Ausgangs, gleich zwei HDMI-Anschlüssen sowie eines Mini-Display-Ports ist das Zotac-Board aber auch im HTPC gut aufgehoben. Ein Adapter auf einen Display-Port in Standardgröße wird mitgeliefert. Praktisch ist zudem die WLAN-Karte (zwei Antennen dabei), die in einem Mini-PCI-E-Slot steckt. Zudem steht ein M-SATA-Steckplatz für Mini-SSDs bereit. Dafür kostet das Zotac-Board auch rund 170 Euro. Unser Test folgt bald. (dm)



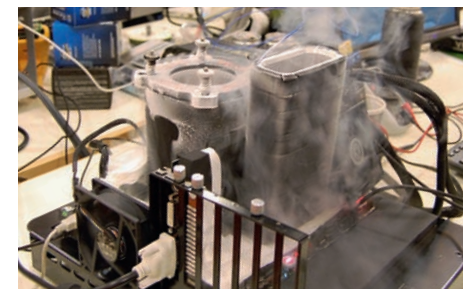
Dritte PCGH-EOS: Overclocking-Event

Vom 18. bis zum 20. Mai trafen sich Extrem-Übertakter, um mit 600 Liter Flüssigstickstoff und 30 Kilogramm Trockeneis auf Rekordjagd zu gehen.

Die vom PCGHX-Moderator der8auer bereits zum dritten Mal organisierte Veranstaltung war ein voller Erfolg und konnte von vielen Mitgliedern der Hwbot-Teams von PCGH genutzt werden, um neue Bestwerte aufzustellen. Einen Überraschungserfolg konnte das Teammitglied green_Nerd für sich verbuchen: Das Community-Mitglied, das noch nie eine CPU für Hwbot mit Flüssigstickstoff übertaktet hat, konnte zusammen mit seinem Begleiter Schelmiii einen Pentium 4 651 mit über 8 GHz betreiben. Die Ebay-Investition von lediglich sechs Euro hat sich also gelohnt! Tolle Ergebnisse erreichten auch Dr.House mit neuen Rekorden im Aquamark mit einer Geforce 8800 Ultra und einer Geforce GTX 285 sowie Icke&Er, der einen Celeron auf rund 7,86 GHz übertakten konnte. Crazy85 erzielte mit seinem Core i7-3770K bei weit über 6 GHz ebenfalls überdurchschnittliche Ergebnisse.

Auf der dritten PCGH-Extreme-Overclocking-Session konnten die Übertakter an drei Wettbewerben teilnehmen, für die die Firmen Asus, Caseking und Corsair wertvolle Sachpreise für die jeweils drei Bestplatzierten zur Verfügung gestellt hatten. Das beste CPU-Z-Ergebnis erreichten green_Nerd und Schelmiii mit 8.047,78

MHz. Die kürzeste Berechnungszeit für einen Super-Pi-32M-Durchlauf konnte das Duo Massman und Leeghoofd erzielen, das aus Belgien zum Veranstaltungsort in Baden-Württemberg angereist war. Das beste Aquamark-Ergebnis erzielte Crazy85 mit über 500.000 Punkten. Einen ausführlicheren Bericht samt großer Bildergalerie finden Sie unter Bonuscode 28M6. (sw)





Test: Sockel-1155-Boards für weniger als 100 Euro

Preiswerte Platinen

Gut und günstig – das trifft nicht nur auf Intels neue Ivy-Bridge-CPUs zu, sondern auch auf die passenden Mainboards mit Z77-, H77- oder B75-Chip. Doch im Test gibt es auch böse Überraschungen.

Wenn Sie eine Ivy-Bridge-CPU kaufen möchten, eignet sich ein Board mit einem Chip aus der aktuellen 7er-Reihe optimal. Wie wir ab Seite 78 beschreiben, unterstützen zwar auch viele Boards mit Z68-, P67-, H67- oder H61-Chip nach einem UEFI-Update Ivy Bridge, allerdings sind die neuen Boards kaum teurer und bieten mehr Funktionen. Die wichtigsten sind ein bis zwei SATA-6Gb/s-Ports und vier USB-3.0-Anschlüsse (meist aufgeteilt in interne und externe Ports). Zudem sind bereits sehr gute Boards zum günstigen Preis erhältlich. Dabei gibt es aber Einschränkungen. So eignen sich zwar alle getesteten Boards theoretisch für Crossfire (nicht SLI), da dem zweiten Slot aber stets nur vier Lanes zur Verfügung stehen, raten wir stark vom Crossfire-Einsatz ab. Weitere Einschränkungen haben wir im Kasten rechts aufgelistet.

Der größte Nachteil ist, dass sich alle bisher ausgetesteten Boards mit H77- oder B75-Chip praktisch nicht zum Übertakten eignen, da Sie den CPU-Multiplikator nur bis zur Grenze des Turbo-Modus anheben können. Zum Glück gibt es bereits mehrere Z77-Boards für weniger als 100 Euro, die alle nötigen OC-Funktionen bieten. Der Z75-Chip kann das ebenfalls. Allerdings sind bisher erst zwei Z75-Boards verfügbar und diese sind kaum günstiger als Z77-Platinen, weshalb wir auf einen Test verzichten.

Asus P8Z77-M: Alle wichtigen Funktionen auf Micro-ATX-Größe. Mit 95 Euro ist das Z77-Board von Asus zwar das teuerste im Test, dank Z77-Chip müssen Sie dafür aber auch nicht auf die wichtigsten Overclocking-Optionen verzichten. So können Sie in dem schnellen und übersichtlichen UEFI-Menü

den CPU-Multiplikator auf den extrem hohen Wert 59 anheben. Das reicht, um alle CPUs mit Luft- oder Wasserkühlung auszureizen. Auch Prozessor- und RAM-Spannung lassen sich detailliert einstellen; eine Option für die CPU-IO-Spannung fehlt jedoch und für die PLL-Spannung stehen nur große Stufen bereit. Dennoch bietet das P8Z77-M die besten Overclocking-Optionen aller Boards unter 100 Euro im Test. OC-Neulinge können zudem die automatische Übertaktungsfunktion OC Tuner nutzen, die stabile Werte für CPU- und RAM-Takt auslötet. Im Test wurde der Core i7-3770K damit auf 4.220 MHz (Turbotakt) mit 1,18 Volt und das DDR3-2000-RAM auf DDR3-2060 übertaktet; Stabilitätsprobleme traten nicht auf. Ein Nachteil des Asus-Boards ist jedoch, dass nur eine Hälfte der Spannungswandler beim Sockel mit einem Kühler bedeckt ist. Dement-

sprechend wurde in unserem Stabilitätstest die eine Gruppe ohne Kühler zehn Grad wärmer als die andere (51 statt 41 Grad Celsius, gemessen auf der Platinenrückseite). Bei 1,18 Volt CPU-Spannung betrug der Unterschied sogar mehr als 20 Grad. Wer dauerhaft weit übertakten möchte, sollte daher die übrigen Spannungswandler mit kleinen selbstklebenden Kühlkörpern versehen. Insgesamt eignet sich das P8Z77-M damit gut für (nicht übertriebenes) Alltags-Overclocking.

Auch in den Leistungswerten ist das kleine Asus-Board sehr gut: Bei Spiele-, Anwendungs-, LAN- und USB-Tests (USB 2.0 sowie USB 3.0) liegen die Werte auf Top-Niveau. Das gilt aber auch für die übrigen Testkandidaten. Leistungs Nachteile gegenüber teureren Boards gibt es also nicht. Auch beim Stromverbrauch ist das P8Z77-M sehr gut:

Mainboard-Chips für Ivy- und Sandy-Bridge-CPU's (Sockel 1155)

Chip	Z77	H77	Z75	B75	Z68	H67	H61	P67
Integrierte CPU-Grafikeinheit	Unterstützt (drei unabhängige Displays)	Unterstützt (drei unabhängige Displays)	Unterstützt (drei unabhängige Displays)	Unterstützt (drei unabhängige Displays)	Unterstützt (zwei unabhängige Displays)	Unterstützt (zwei unabhängige Displays)	Unterstützt (zwei unabhängige Displays)	Nicht unterstützt
SSD-Caching (Intel Smart Response Technology)*	Unterstützt	Unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt
Typische OC-Optionen*	Vollständig	Meist unvollständig	Vollständig	Meist unvollständig	Vollständig	Meist unvollständig	Meist unvollständig	Vollständig
Offizielle Unterstützung für Virtu MVP	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nicht möglich
Offizielle Unterstützung für zwei Grafikkarten*	1 x 16 oder 2 x 8 oder 8 + 2 x 4 Lanes (ohne Zusatz-Chip)	Nicht offiziell	1 x 16 oder 2 x 8 Lanes (ohne Zusatz-Chip)	Nicht offiziell	1 x 16 oder 2 x 8 Lanes (ohne Zusatz-Chip)	Nicht offiziell	Nicht offiziell	1 x 16 oder 2 x 8 Lanes (ohne Zusatz-Chip)
SATA 6Gb/s*	Zwei Ports	Zwei Ports	Zwei Ports	Ein Port	Zwei Ports	Zwei Ports	Nicht unterstützt	Zwei Ports
SATA 3Gb/s*	Vier Ports	Vier Ports	Vier Ports	Fünf Ports	Vier Ports	Vier Ports	Vier Ports	Vier Ports
USB 3.0*	Vier Ports	Vier Ports	Vier Ports	Vier Ports	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt
PCI-E-2.0-Lanes (zusätzlich zur CPU)*	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes	Acht Lanes
PCI*	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt
Fertigung	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer	65 Nanometer
TDP	6,7 Watt	6,7 Watt	6,7 Watt	6,7 Watt	6,1 Watt	6,1 Watt	6,1 Watt	6,1 Watt
Optimal geeignet für ...	Ausstattungs-Fans, die SSD-Caching wollen, Übertakter, Multi-GPU-Nutzer	Ausstattungs-Fans, die SSD-Caching wollen	Preisbewusste Übertakter und Multi-GPU-Nutzer	Nutzer von günstigen Spiele-PCs oder Wohnzimmer-Rechnern	Ausstattungs-Fans, die SSD-Caching wollen, Übertakter, Multi-GPU-Nutzer	Nutzer von günstigen Spiele-PCs oder Wohnzimmer-Rechnern	Nutzer von günstigen Spiele-PCs oder Wohnzimmer-Rechnern	Preisbewusste Übertakter

* Kann per Zusatz-Chip oder Software ergänzt werden

Mit nur 197,6 Watt (ganzer PC mit Core i7-3770K und Radeon HD 7950) in unserem Stabilitätstest erreicht es den niedrigsten Wert, den wir bisher gemessen haben. Die größten Nachteile des P8Z77-M ergeben sich durch seine Größe: Die drei PCI-Express-Slots (zweimal 16er-Länge, einmal x1) liegen nah beieinander. Zudem befindet sich die Grafikkarte näher am CPU-Sockel als bei den meisten ATX-Mainboards; Prozessor und Karte heizen sich daher unnötigerweise gegenseitig auf. Dafür sind (wie beim Z77 üblich) zwei SATA-6Gb/s- und je zwei externe sowie zwei interne USB-3.0-Anschlüsse vorhanden und sinnvoll platziert. Auch die vier Lüfteranschlüsse sind gut erreichbar untergebracht. Eine Besonderheit: Alle vier werden von der sehr guten Lüftersteuerung erfasst. Damit ist das P8Z77-M unser Spartipp.

Asrock H77 Pro4/MVP: Beste Ausstattung unter 100 Euro. Wenn Sie auf OC-Funktionen verzichten können, aber dafür mehr Ausstattung wollen, ist das H77 Pro4/MVP die bessere Wahl als das P8Z77-M. Als einziges Board im Test verfügt die Asrock-Platine über einen zusätzlichen Laufwerks-Controller von Asmedia. Daher stehen neben den üblichen

vier SATA-3Gb/s- und zwei 6Gb/s-Ports zwei weitere Anschlüsse mit 6Gb/s-Geschwindigkeit bereit. Zudem sind zwei PCI-Express-Slots mit x16-Länge, sowie ein x1- und drei gewöhnliche PCI-Steckplätze sinnvoll auf der schmalen Platine verteilt. Leider lässt sich die UEFI-Batterie nicht herausnehmen, wenn eine Dual-Slot-Grafikkarte eingebaut ist. Zudem sind praktisch alle Anschlüsse schwarz, was es sehr schwer macht, nachträglich ohne Taschenlampe beispielsweise zusätzliche Lüfter anzuschließen. Zudem sind die RAM-Bänke dadurch farblich nicht zu unterscheiden. Für Dual-Channel mit zwei Modulen nutzen Sie die äußerste Bank und die übernächste. Der verwendete H77-Chip unterstützt zwar SSD-Caching (achten Sie darauf, die unteren SATA-Ports zu nutzen), die Overclocking-Funktionen sind aber eingeschränkt: Der Multiplikator lässt sich auch bei Ivy-CPU's mit „K“ im Namen nicht über den üblichen Turbo-Modus-Wert hinaus anheben – beim i7-3770K also maximal auf 39. Auch die Lüftersteuerung, die im UEFI serienmäßig abgeschaltet ist, enttäuscht. Sie passt den CPU-Lüfter kaum der Temperatur an (siehe Grafik am Ende der Tabelle). Ansonsten ist das UEFI-Menü ▶

Günstige gegen teure Boards mit 7er-Chip*

	Boards ab 100 Euro	Boards bis 100 Euro
Übliche Chips	Z77	B75, H77, Z75, Z77
Anschlüsse	4 x USB 3.0 extern, 4 x USB 3.0 intern, 4 x SATA 6Gb/s, HDMI, DVI, D-Sub, Display Port	2 x USB 3.0 extern, 2 x USB 3.0 intern, 1 bis 2 x SATA 6Gb/s, HDMI, DVI, D-Sub
Overclocking-Optionen	Multiplikator frei anhebbar, mehr als zehn RAM-Teiler, CPU-, RAM-, PCH-, CPU-IO-, CPU-VTT-Spannung und mehr	Multiplikator nicht weit genug anhebbar (außer bei Z77), wichtige Spannungs-Optionen fehlen
SLI-/Crossfire	SLI und Crossfire, 2 x 8 Lanes (oder 2 x 16 Lanes bei High-End-Boards)	Nur Crossfire, 1 x 16 und 1 x 4 Lanes – nicht empfehlenswert
Lucid Virtu MVP	Meistens unterstützt	Meistens unterstützt
Kühlung	Chip- und Spannungswandler-Kühler	Chip- und meistens auch Spannungswandler-Kühler
Leistungsaufnahme	Meist etwas höher (zusätzlicher Controller, entsprechende Spannungsversorgung)	Meist etwas geringer (entsprechende Spannungsversorgung)
Leistung bei Spielen und Anwendungen	Keine Einschränkungen	Keine Einschränkungen

* Unliche Angaben, die nicht für alle Boards zutreffen müssen.



Der „System Browser“ im UEFI-Menü des Asrock H77 Pro4/MVP bietet eine Übersicht des Boards mit Infos zu den eingebauten sowie angeschlossenen Komponenten.

aber übersichtlich, schnell und bietet gute Optionen. Zudem ist das Board für 80 Euro sehr günstig.

MSI Z77A-G43: Weniger Ausstattung, aber mehr OC als bei Asrock. Für zehn Euro mehr als beim Asrock-Board bekommen Sie mit dieser MSI-Platine den Z77- anstelle des H77-Chips. Daher lässt sich der Multiplikator hier weit anheben. Leider können Sie aber mit der aktuellen UEFI-Version 2.3 nur CPU- und RAM-Spannung anpassen. Für vorsichtiges Übertakten reicht das, das Z77-M von Asus bietet hier aber deutlich mehr Optionen. Auch die Lüftersteuerung ist etwas schwächer, da Sie zwei Lüfter nur manuell in Prozentstufen, aber nicht automatisch regeln können. Zudem sind die vier Lüfteranschlüsse ungünstig verteilt, denn sie sitzen alle in der oberen rechten Ecke oder zwischen den Slots. Wie bei Asus und Asrock können Sie direkt im UEFI-Menü ein UEFI-Update installieren – ohne Boot-Medium oder Windows. Wenn Sie übertakten wollen und nicht vier 6Gb/s-Anschlüsse brauchen, ist das MSI Z77A-G43 die bessere Wahl als das Asrock H77

Pro4/MVP mit gleicher Wertung. Erfreulich: Sowohl bei MSI als auch bei Asrock ist ein Teil des Mainboard-Handbuchs auf Deutsch.

Biostar T77: H77-Platine mit nützlichen Funktionen. Wie beim Asrock-Board können Sie auch beim Biostar-Modell mit H77-Chip den CPU-Multiplikator nicht über das Turbo-Takt-Limit hinaus anheben, weshalb sich das T77 trotz des großen „Overclocker“-Schriftzugs auf der Verpackung kaum zum Übertakten eignet. Praktisch sind hingegen die Diagnose-LEDs sowie die Knöpfe für An/Aus und Reset direkt auf der Platine. Damit können Sie das System vor dem Einbau ins Gehäuse bequem austesten und mögliche Fehlerquellen identifizieren. Zudem ist die automatische Lüftersteuerung besser als bei Asrock. Den internen USB-3.0-Anschluss hat Biostar allerdings ungünstig zwischen den PCI-Express-Slots platziert und der Grafikkarten-Anschluss sitzt sehr nah beim Sockel, weshalb sich CPU und Karte unnötig gegenseitig aufheizen; das ist bei MSI und Asrock eleganter gelöst. Keinen Grund zur Kritik gibt es

dafür bei den Leistungswerten. Mit zwei SATA-6Gb/s- sowie vier 3Gb/s-Ports und insgesamt vier USB-3.0-Anschlüssen sowie HDMI, DVI, D-Sub und schnellem Gigabit-LAN beschränkt sich die übrige Ausstattung auf den H77-Standard.

Gigabyte B75M-D3H: Günstig und dennoch gut. Da beim Gigabyte-Board im kompakten Micro-ATX-Format (sechs Zentimeter kürzer als ATX) der B75-Chip zum Einsatz kommt, stehen hier nur ein SATA-6Gb/s-Port sowie fünf 3Gb/s-Anschlüsse zur Verfügung. Bei den übrigen Testkandidaten sind es zwei bis vier 6Gb/s-Ports. Zwar sind zwei Anschlüsse weiß markiert, es eignet sich aber nur der untere für 6Gb/s. Ein Port dürfte für die meisten Anwender jedoch ohnehin reichen, da nur SSDs wirklich von der höheren 6Gb/s-Geschwindigkeit profitieren können. Der zweite Slot im x16-Format bietet (wie bei den übrigen Platinen) nur vier PCI-E-2.0-Lanes und ist daher praktisch nicht für eine zweite Grafikkarte verwendbar. Dafür können Sie hier natürlich auch Karten im x1- oder x4-Format einsetzen. Wie beim Asus-Board

gibt es natürlich Kompromisse wegen des Micro-ATX-Formats. So sitzt die Grafikkarte nah am Prozessor. Zudem hat Gigabyte nur zwei Lüfteranschlüsse untergebracht. Immerhin werden diese in angenehm feinen Stufen geregelt. Kühler für die Spannungswandler gibt es hier nicht, im Test wurden die Wandler-Chips daher wärmer als bei den Konkurrenten, aber nicht bedenklich. Übertakten können Sie mit dem B75M-D3H mit aktuellem UEFI F4 ohnehin nicht, denn der Multiplikator lässt sich kaum anheben und Sie können lediglich die RAM-Spannung ändern. Die Leistungswerte sind hingegen tadellos. (dm)

Fazit



Sockel-1155-Boards bis 100 Euro

Alle wichtigen Ausstattungsmerkmale und OC-Funktionen bietet das Asus P8Z77-M im Micro-ATX-Format. Wenn Sie mehr Slots und Platz zwischen CPU und Grafikkarte wollen, sind das Asrock H77 Pro4/MVP (Ausstattung) oder das MSI Z77A-G43 (OC) eine bessere Wahl. Kommt es auf jeden Euro an, eignet sich das Gigabyte B75M-D3H.

Asus P8Z77-M: Spartipp im Detail

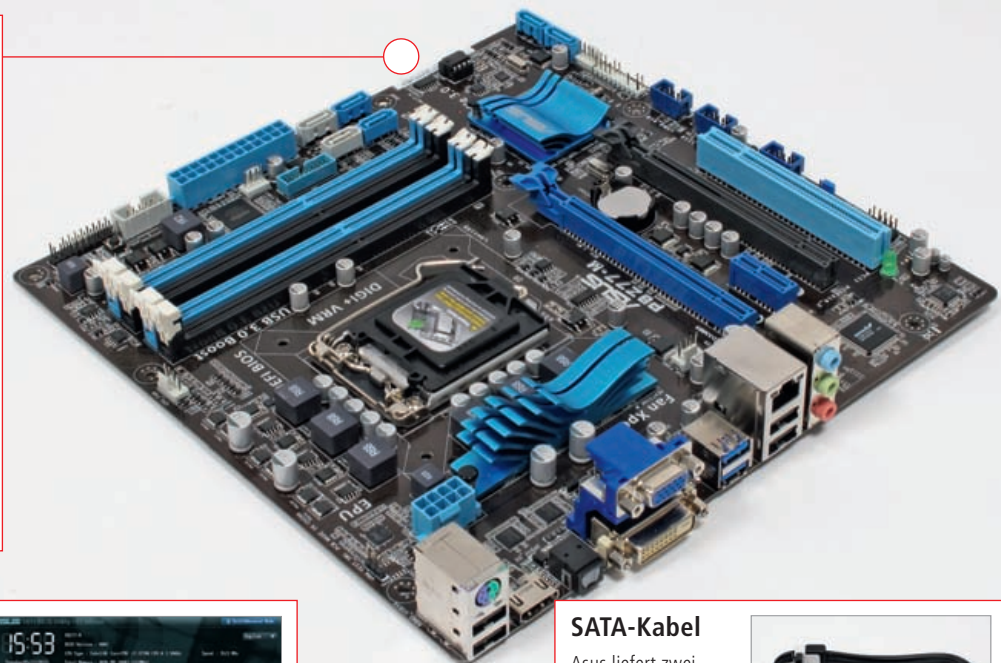
USB, SATA und UEFI-Chip

Mit dem internen USB-3.0-Anschluss können Sie bei entsprechenden Gehäusen zwei Front-USB-3.0-Ports nutzen. Die beiden grauen SATA-Anschlüsse eignen sich für 6Gb/s-Geschwindigkeit. Der UEFI-Chip ist gesockelt und lässt sich daher notfalls tauschen, wenn ein Update misslingt.



UEFI-Menü

Wie alle aktuellen Asus-Mainboards bietet das P8Z77-M ein sehr übersichtliches UEFI-Einstellungsmenü mit „EZ Mode“ (im Bild) für Einsteiger sowie einem „Advanced Mode“ für erfahrene Anwender. Die OC-Einstellungen sind für ein 95-Euro-Board sehr gut.



SATA-Kabel

Asus liefert zwei SATA-Kabel mit. Das obere eignet sich offiziell für SATA 6Gb/s – nutzen Sie es für eine entsprechende SSD.



MAINBOARDS

Auszug aus Testtabelle
mit 78 Wertungskriterien

Produkt	P8Z77-M	H77 Pro4/MVP	Z77A-G43	T77	B75M-D3H
Hersteller (Webseite)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi-computer.de)	Biostar (www.biostar.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 95,-/sehr gut	Ca. € 80,-/gut	Ca. € 90,-/gut	Ca. € 85,-/gut	Ca. € 70,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/749616	www.pcgh.de/preis/746893	www.pcgh.de/preis/746834	www.pcgh.de/preis/783242	www.pcgh.de/preis/749604
Chip, Format, UEFI-Version, Board-Revision	Z77, Micro-ATX, 0802, 1.01	H77, ATX, 1.20, 1.07	Z77, ATX, 2.3, 1.0	H77, ATX, H77AF425, 5.2	B75, Micro-ATX, F4, 1.0
Typberatung, Overclocking-Tauglichkeit	Preisbewusste Spieler/Übertakter, 2,00	Arbeits-/HTPC-Nutzer, 5,00	Preisbewusste Spieler/Übertakter, 3,50	Arbeits-/HTPC-Nutzer, 5,00	Genügsame Sparfüche, 6,00
Ausstattung (20 %)	2,99	2,70	2,83	2,85	3,19
Speichersteckplätze	4 x DDR3	4 x DDR3	4 x DDR3	4 x DDR3	4 x DDR3
Erweiterungs-Slots	x16 (2), x1 (1), PCI (1)	x16 (2), x1 (1), PCI (3)	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	x16 (2), PCI (2)
Onboard-LAN	1 Port (Realtek RTL8111F)	1 Port (Realtek RTL8111E)	1 Port (Realtek RTL8111E)	1 Port (Realtek RTL8111E)	1 Port (Realtek RTL8111F)
USB und Firewire (maximale Anzahl per interner Anschlüsse auf der Platine)	2 x (4 x) USB 3.0, 4 x (10 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 6 x (10 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 6 x (10 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 4 x (8 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 4 x (8 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire
SATA	2 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s	4 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s	2 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s	2 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s	1 x 6Gb/s, 5 x 3Gb/s
Onboard-Sound	7.1, HD-Audio (Realtek ALC887)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC892)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC892)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC892)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC887)
Video-Anschlüsse	HDMI, DVI, D-Sub	HDMI, DVI, D-Sub	HDMI, DVI, D-Sub	HDMI, DVI, D-Sub	HDMI, DVI, D-Sub
Sound-Anschlüsse	Optisch, analog	Optisch, analog	Analog	Analog	Analog
Lüfteranschlüsse/SATA-Kabel	Vier Anschlüsse/2 x SATA	Fünf Anschlüsse/2 x SATA	Vier Anschlüsse/2 x SATA	Drei Anschlüsse/4 x SATA	Zwei Anschlüsse/2 x SATA
Sonstige Ausstattung	BIOS Flashback	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Diagn.-LEDs, Power-/Reset-Schalter	Dual-UEFI
Software	Norton Internet Security, Asus Ai Suite II (OC & Diagnose), Asus WebStorage	Norton Internet Security, Asrock Extreme Tuning Utility (OC & Diagnose)	Trend Micro Internet Security (90 Tage), MSI Live Update 5 (BIOS-Update), MSI Control Center II (OC & Diagnose)	Bullguard Internet Security, Biostar T-Overclocker (OC & Diagnose), Biostar BIO-Remote Utility (Fernbedienung), Biostar BIOS Live Update	Norton Internet Security, Gigabyte @BIOS (BIOS-Update), Gigabyte Easy Tune 6 (OC & Diagnose)
Eigenschaften (20 %)	1,72	2,44	2,30	3,00	3,25
Multi-GPU: PCI-Express-Lane-Aufteilung	1 x 16 und 1 x 4 Lanes	1 x 16 und 1 x 4 Lanes	1 x 16 und 1 x 4 Lanes	1 x 16 und 1 x 4 Lanes	1 x 16 und 1 x 4 Lanes
Besondere Funktionen	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik	Grafikkarte + integrierte Grafik
Referenztakt (OC)	80 bis 300 MHz	Nicht einstellbar	0 bis 600 MHz	Nicht einstellbar	80 bis 150 MHz
CPU-Multiplikator	Bis 59 einstellbar	Bis 39 einstellbar	Bis 63 einstellbar	Bis 39 einstellbar	Bis 37 einstellbar
Speichertimings	Hauptlatenzen, Command-Rate, 26 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 7 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 18 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 17 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 22 weitere
Speicherteiler	DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800	DDR3-1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -2000, -2200, -2400, -2600, -2800	DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933	DDR3-1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -2000, -2200, -2400, -2600, -2800	DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933, -3000
CPU-Spannung (i7-3770K-Standard: 1,05 Volt)	0,8 bis 1,99 Volt, 0,005-V-Schritte	0,6 bis 1,7 Volt, 0,005-V-Schritte	Standard bis +0,06 Volt, 0,02-V-Schritte	Standard -0,19 bis +0,52 Volt, 0,012-V-Schritte	Nicht einstellbar
Option gegen Vdroop	Loadline Calibration	Loadline Calibration	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
PLL-Spannung (Standard: 1,8 Volt)	Standard bis +0,1 Volt, 0,1-V-Schritte	1,59 bis 2,35 Volt, 0,008-V-Schritte	Nicht einstellbar	Nicht einstellbar	Nicht einstellbar
CPU-IO-Spannung (Standard: 1,05 Volt)	Nicht einstellbar	0,77 bis 1,63 Volt, 0,009-V-Schritte	Nicht einstellbar	Standard bis +15 %, 5%-Schritte	Nicht einstellbar
System-Agent-Spannung (Standard: 0,925 Volt)	Standard bis +0,1 Volt, 0,1-V-Schritte	0,93 bis 1,2 Volt, 0,09-V-Schritte	Nicht einstellbar	Standard bis +15 %, 5%-Schritte	Nicht einstellbar
Grafikkern-Spannung	Nicht einstellbar	0,6 bis 1,52 Volt, 0,005-V-Schritte	Nicht einstellbar	Standard bis +0,52 Volt, 0,012-V-Schritte	Nicht einstellbar
RAM-Spannung (DDR3-Standard: 1,5 Volt)	1,2 bis 2,14 Volt, 0,005-V-Schritte	1,17 bis 1,8 Volt, 0,005-V-Schritte	1,35 bis 1,8 Volt, 0,15-V-Schritte	1,3 bis 2,1 Volt, 0,012-V-Schritte	1,1 bis 2,1 Volt, 0,02-V-Schritte
Chipspannung (Standard: 1,05 Volt)	0,8 bis 1,7 Volt, 0,01-V-Schritte	0,78 bis 1,65 Volt, 0,009-V-Schritte	Nicht einstellbar	Standard bis +15 %, 5%-Schritte	Nicht einstellbar
Hersteller-eigenes Auto-OC	OC Tuner	Nicht vorhanden	OC Genie	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Lüftersteuerung (siehe auch Diagramm am Ende der Tabelle)	CPU-Lüfter und drei weitere automatisch in feinen Stufen	CPU-Lüfter automatisch, reagiert aber träge	CPU-Lüfter automatisch in feinen Stufen, zwei weitere manuell in Prozentstufen	CPU-Lüfter automatisch in feinen Stufen	CPU-Lüfter und ein weiterer automatisch in feinen Stufen
Besondere UEFI/BIOS-Optionen	UEFI-Savegames, EZ Flash	UEFI-Savegames, Instant Flash & Internet Flash	M-Flash, UEFI-Savegames, Browser, HDD-Backup, Live Update	UEFI-Savegames	UEFI-Savegames, Q-Flash
Boot (Windows-Ladebalken-/Willkommen)	18/25 Sekunden	10/17 Sekunden	13/20 Sekunden	12/21 Sekunden	14/24 Sekunden
Standard-Referenztakt (laut CPU-Z)	100,0 MHz	99,78 MHz	100,0 MHz	100,0 MHz	99,77 MHz
Probleme beim Board-Layout	Dual-Slot-Grafikkarte verdeckt BIOS-Batterie	Dual-Slot-Grafikkarte verdeckt BIOS-Batterie	Dual-Slot-Grafikkarte verdeckt BIOS-Batterie	Interner USB-3.0-Port schlecht erreichbar	Keine Probleme
Abstände auf der Platine*	1,3/2,3/3,3/0,7/2,3/3,4 cm	1,3/2,3/4,7/1,9/2,3/3,3 cm	1,2/2,2/5,2/0,8/2,6/5,3 cm	1,0/1,6/2,6/1,2/2,8/5,3 cm	1,3/2,3/3,3/1/-/5,3 cm
Temperatur: Chip/CPU-Spannungswandler (gemessen auf Rückseite)**	41/37 Grad Celsius	45/42 Grad Celsius	31/39 Grad Celsius	41/37 Grad Celsius	37/46 Grad Celsius
Stromverbrauch: Leerlauf/Stabilitätstest	51,6/197,6 Watt	59,8/211,0 Watt	50,1/201,4 Watt	52,2/206,0 Watt	52,3/204,7 Watt
Leistung (60 %)	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
Anno 1404 Durchschnitts-/Min-Fps	59,8 (46 Min-Fps) – sehr gut	59,3 (45 Min-Fps) – sehr gut	59,4 (45 Min-Fps) – sehr gut	59,5 (45 Min-Fps) – sehr gut	59,4 (45 Min-Fps) – sehr gut
x264 HD	37,5 Fps – sehr gut	37,4 Fps – sehr gut	37,5 Fps – sehr gut	37,5 Fps – sehr gut	37,5 Fps – sehr gut
Super Pi Mod 1.5 (1M/2M/4M)	10,405/23,509/53,43 Sek. – sehr gut	10,405/23,26/53,415 Sek. – sehr gut	10,406/23,31/53,399 Sek. – sehr gut	10,374/23,182/53,21 Sek. – sehr gut	10,405/23,51/53,43 Sek. – sehr gut
USB-2.0-Leistung (Burst-Test)	35,0 MiByte/s – sehr gut	35,0 MiByte/s – sehr gut	37,5 MiByte/s – sehr gut	35,1 MiByte/s – sehr gut	35,0 MiByte/s – sehr gut
USB-3.0-Leistung (Burst-Test)	215,5 MiByte/s – sehr gut	216,4 MiByte/s – sehr gut	210,8 MiByte/s – sehr gut	204,6 MiByte/s – sehr gut	213,5 MiByte/s – sehr gut
LAN-Leistung (senden/empfangen)	113/116 MiByte/s – sehr gut	111/116 MiByte/s – sehr gut	112/116 MiByte/s – sehr gut	112/116 MiByte/s – sehr gut	113/116 MiByte/s – sehr gut
PCGH-Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
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 Sek.					
	➢ Gute OC-Optionen ➢ Tolle Lüftersteuerung ➢ Wenige Slots	➢ Viele SATA-Ports ➢ SSD-Caching ➢ OC-Optionen fehlen	➢ Ordentliche OC-Optionen ➢ Geringer Stromverbrauch ➢ Ungenaue Spannungseinst.	➢ SSD-Caching ➢ OC-Optionen fehlen ➢ Layout nicht optimal	➢ Niedriger Preis ➢ Wenig Ausstattung ➢ OC-Optionen fehlen
FAZIT	Wertung: 1,77	Wertung: 1,85	Wertung: 1,85	Wertung: 1,99	Wertung: 2,11

System: Core i7-3770K, kein Turbo, Radeon HD 7950 (880/2.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 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, Catalyst 10.11 *Platz zwischen: CPU-Kühler-Bohrung und erster RAM-Bank/CPU-Kühler-Bohrung und zweitem x16-Slot/CPU-Kühler-Bohrung und CPU-Spannungswandler-Kühler/Höhe der CPU-Spannungswandler-Kühler/Bohrung und x16-Slot ** Tatsächliche Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte



Wir bringen den Prozessor und die Grafikkarte spielend zum Kochen.

Hardware heiß gespielt

Was passiert, wenn der Prozessor- oder der Grafikkartenlüfter ausfällt? Wie heiß darf die Hardware werden, bevor der Rechner abstürzt? Diese Fragen beantworten wir mit einem ungewöhnlichen Experiment.

Ein PC läuft nur dann stabil, wenn seine Kernkomponenten wie der Prozessor oder die Grafikkarte gut gekühlt werden. Dass eine zu hohe CPU- oder GPU-Temperatur im Gegenzug reproduzierbare Systemabstürze, Leistungseinbußen, Bildfehler oder sogar Hardwaredefekte produziert, steht außer Frage. Allerdings gehen die Meinungen, wie heiß beispielsweise eine Rechenzentrale oder ein Pixelbeschleuniger werden kann, weit auseinander. Viele User halten sich an die vom Hersteller kommunizierten Richtwerte, die in etwa den in der Tabelle auf der nächsten Seite gezeigten Messwerten entsprechen. Bei übertakteter Hardware sind dagegen Temperaturen jenseits der 100-Grad-Marke ohne Ausfälle

keine Seltenheit. Was aber passiert, wenn die Kühlung, etwa der CPU- oder Grafikkartenlüfter, unbemerkt ausfällt? Wie lange kann man noch spielen, bis es zum System-Crash kommt? Und nimmt die Hardware dabei Schaden? Diese Fragen wollen wir mit unserem wagemutigen Versuch klären.

Versuchsaufbau

Um zu überprüfen, bei welchen Temperaturen der Prozessor und

die Grafikkarte ihren Geist aufgeben, kommt folgende Hardware zum Einsatz: Wir bestücken das Gigabyte GA-EP45-UD3 (P45-Chipsatz) mit einem Core 2 Quad Q6600 sowie 2 x 2 GiByte DDR2-RAM. Die Kühlung übernimmt der mit dem Vierkerner mitgelieferte Boxed-Kühler. Die Grafikkarte, die wir zusammen mit der Platine in einem offenen Testaufbau verwenden, ist eine Geforce GTX 285 mit Referenz-Kühldesign.

Das Spiel, das unsere Hardware auf Temperaturen bringen soll, ist das just zum Zeitpunkt unseres Experiments veröffentlichte *Diablo 3*. Der dritte Teil des Hack&Slay-Klassikers stellt zwar keine übermäßig hohen Anforderungen an die Hardware, der Titel wird aber vermutlich im bevorstehenden Sommer von den Fans und Neueinsteigern sehr lange am Stück gespielt werden. Das macht ihn für unseren Versuch interessant, da dies einer Dauerbelastung für die PC-Komponenten entspricht.

Versuchsverlauf

Da wir – wie bei der Reihe „PCGH experimentiert“ üblich – unseren Versuch auch auf Video aufgezeichnet haben (siehe Heft-DVD) und dort genau beschreiben, wie wir bei dem Experiment „Hardware heiß gespielt“ vorgehen, fällt die Beschreibung hier nur kurz und knapp aus. Während wir *Diablo 3* mit der Full-HD-Auflösung und allen Details sowie Kantenglättung spielen, blockieren wir zuerst den Lüfter des C2Q-Q6600-Boxed-Kühlers sowie anschließend den Radiallüfter der Geforce GTX 285 mit einem Schraubendreher und beobachten dabei mithilfe von Core Temp für die CPU respektive dem MSI Afterburner für die GPU die Temperaturentwicklung.

Wie im Video schön zu sehen ist, steigen die Werte aufgrund der außer Betrieb gesetzten Luftzufuhr kontinuierlich an, was bei beiden Komponenten letztendlich dazu führt, dass das komplette System mit einem schwarzen Bildschirm abstürzt. Nach einer kurzen Pause wagen wir den

Bonusmaterial



Heft-DVD: PDFs der Artikel „Fps-Check in Spielen“ und „Alternative Wärmeleitpaste“.

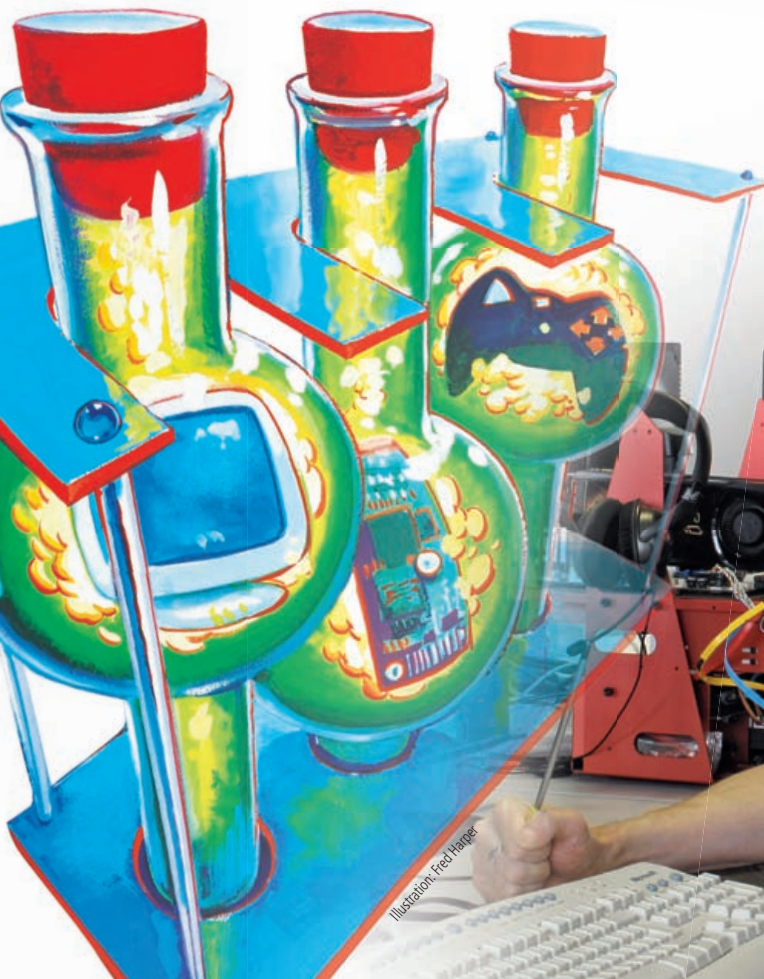


Illustration: Fred Hanger





Richtwerte, Messmethode und Messergebnisse

Komponente	Software/ Messmethode	Temperatur- bereich (°C)			Temp. bei Spielstart (°C)	Temp. bei Absturz (°C)
CPU (Kern- temperatur)	Core Temp	Bis 55	56 bis 74	ab 75	60 (Kern 0) 58 (Mittelwert vier Kerne)	128 (Kern 0) 116 (Mittelwert vier Kerne)
Grafikchip (GPU)	MSI Afterburner	Bis 70	71 bis 89	ab 90	60	116

■ Unbedenklich ■ Kritisch für die Lebensdauer, kurzfristig unbedenklich
■ Kann schon nach kurzer Zeit zu Fehlern/Abstürzen/Schäden führen

Neustart und überprüfen, ob die Komponenten unseren ungewöhnlichen Belastungsversuch unbeschadet überstanden haben.

Analyse der Messergebnisse

Bereits die erste Temperaturmessung mit dem C2Q Q6600 lieferte ein erstaunliches Ergebnis. Wie Sie auch in der Tabelle oben sehen, wurde der primär belastete CPU-Kern des Quadcore 128 Grad heiß, bevor sich das komplette System verabschiedete. Die Temperatur der restlichen drei Rechenzentralen des Q6600 fiel zum Zeitpunkt des Absturzes mit 116 Grad (Kern 2), und je 111 Grad für Kern 3 und 4 geringer aus. Trotzdem waren wir sehr überrascht, wie lange und vor allem wie gut der schon etwas betagte Vierkerner auch noch jenseits der 100-Grad-Grenze seinen Dienst verrichtete. Die Geforce GTX 285 verkraftete die Lüfter-Blockade dagegen weniger gut. Hier schnellte die Temperatur in rund 90 Sekunden von anfänglich 60 Grad auf einen Absturzwert von 116 Grad. Das kann unter anderem auch daran liegen, dass die GPU bei *Diablo 3* mehr gefordert wird als die CPU. Trotzdem lief die Grafikkarte genauso wie der Prozessor nach einer klei-

nen Kühlpause und mit aktiviertem Lüfter wieder fehlerfrei.

Gut geschützt

Der Grund dafür, dass unsere im Experiment auf unkonventionelle Art aufgeheizte Hardware nach dem Ausfall wieder einwandfrei funktioniert, sind interne, von den Herstellern eingebaute Schutzmechanismen. Kommt die GPU in den thermalen Gefahrenbereich (115 bis 125 Grad), wird automatisch abgeschaltet. Bei der CPU ist im Video schön zu beobachten, wie bereits bei ca. 111 Grad die Prozessorspannung von 1,350 Volt auf 1,1625 sowie die MHz-Leistung von 2.400 MHz auf 1.600 MHz reduziert wird. (fs)

Fazit



Hardware heiß gespielt

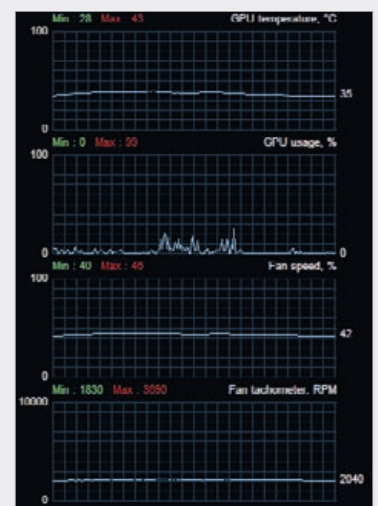
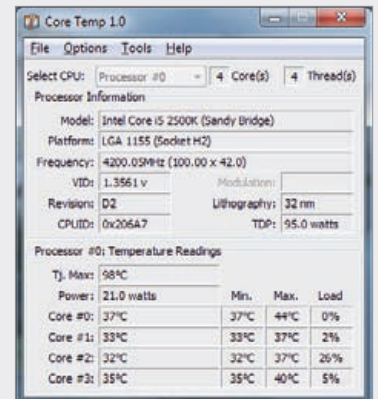
Sowohl Grafikkarte als auch CPU können dank interner Schutzmechanismen kurzzeitig auch sehr hohe Betriebstemperaturen von 100 Grad und mehr wegstecken, ohne dass die Komponenten dabei beschädigt werden. Kommt es aber dauerhaft zu übertriebener Hitzebelastung, beispielsweise wenn der Lüfter ausfällt, häufen sich die Abstürze und das Schadensrisiko steigt beträchtlich.

CPU- und GPU-Temperaturen im Blick behalten

Wir zeigen Ihnen wichtige Tools für die Temperaturüberwachung von CPU und GPU.

Das in unserem Experiment zum Einsatz kommende Tool Core Temp (www.alcpu.com/CoreTemp) hat sich für das Auslesen der Temperaturentwicklung von Intel-CPU's bestens bewährt. Eine Installation wird nicht benötigt und die Informationen der Hilfssoftware beschränken sich mit grundsätzlichen Informationen zum Prozessor sowie der Temperatur der einzelnen Kerne auf das Wesentliche. Spieler mit AMD-CPU sind allerdings mit AMD Overdrive besser bedient, da Core Temp vor allem bei älteren AMD-Modellen nicht zwischen den einzelnen Kernen unterscheidet.

Der MSI Afterburner (Download: <http://goo.gl/z0UHL>) ist ein umfangreiches Hilfsprogramm, mit dem Sie nicht nur die GPU-Temperatur auslesen können. Es ermöglicht auch die Einstellung der Lüfterdrehzahl sowie die Erhöhung der Kernspannung und der Taktraten. Wer es puristischer mag, für den ist GPU-Z eine Alternative, die sogar ganz ohne Installation auskommt.



Video auf Heft-DVD



Wie bei unserer Reihe „PCGH experimentiert“ üblich, haben wir auch diesmal für Sie aufgezeichnet, wie wir den Prozessor und die Grafikkarte mit *Diablo 3* zum Kochen bringen. Im Video sehen Sie ausführlich, wie wir dabei vorgehen und wie schnell sich der Totalabsturz einstellt.



Der mit dem C2Q Q6600 ausgelieferte Boxed-Kühler ist zwar nicht der leiseste Vertreter seiner Zunft, allerdings kühlt er die CPU noch recht lange, wenn der Lüfter ausfällt.



Blizzards neues Hack&Slay-Spiel fordert zwar Ihre Hardware nicht extrem, wird aber vor allem von den Fans sehr lange am Stück gespielt. Das sorgt für eine Dauerlast.



33 Praxis-Tipps für praktische, leise und individuelle Gehäuse

Das perfekte Gehäuse

Fast jeder PC-Spieler hat ganz individuelle Ansprüche an sein Gehäuse. Wir haben 33 Tipps für Sie, mit denen Sie Ihren Tower optimal an Ihre persönlichen Bedürfnisse anpassen können.

Die Kriterien für ein gutes Gehäuse sind so vielfältig und individuell wie bei kaum einer anderen Komponente des Computers. Einerseits muss darin jede mögliche Hardware ihren Platz finden, andererseits muss das Gehäuse den optischen Geschmack des Besitzers treffen – und das bei einem annehmbaren Preis. Dazu kommen eigene Ansprüche an Lautstärke, Mobilität und vieles mehr. Die Frage nach dem perfekten Gehäuse kann also nicht pauschal beantwortet werden. Unsere 33 Tipps zeigen Ihnen die verschiedenen Möglichkeiten, wie Sie Ihr Gehäuse weiter verbessern oder das optimale Modell für Ihre Ansprüche finden können.

Tipp 01 Ein Platz für die SSD

Auch wenn Sie derzeit noch keine SSD besitzen: Falls Sie sich in naher

Zukunft ein neues Gehäuse zulegen möchten, sollte in jedem Fall ein Platz für die Flash-Datenträger reserviert sein. Die Preise befinden sich im freien Fall und mittelfristig wird die SSD wohl zum Standard in jedem System werden. Handelsübliche SSDs sind kleiner als HDDs und benötigen einen 2,5-Zoll-Schacht. Fast alle aktuellen Gehäuse sind darauf vorbereitet. Sie sollten sicherheitshalber trotzdem darauf achten. Im Handel finden sich immer noch aus bekannteren Namen wie das Silverstone Raven in erster Revision, welches serienmäßig ohne 2,5-Zoll-Halterung verkauft wird.

Tipp 02 Platz für große CPU-Kühler

Wer einen riesigen Brocken von CPU-Kühler in seinem Gehäuse verstauen will, sollte in jedem Fall vorher die verfügbare Höhe im

Gehäuse nachmessen. Einzig und allein die Tatsache, dass Sie einen Big-Tower besitzen, ist noch keine Garantie dafür, dass große Kühler hineinpassen. In Einzelfällen kann es auch da eng werden.

Tipp 03 Die Lüftersteuerung

Grundsätzlich ist es bei einem Neukauf empfehlenswert, darauf zu achten, dass Ihr gewünschtes Gehäuse über eine externe Lüftersteuerung verfügt. Ist das nicht der Fall, kann es sich lohnen, sie nachzurüsten. Die Lüftersteuerungen der Mainboards sind im Vergleich zu früher zwar besser geworden, für den idealen Kompromiss aus Lautstärke und Kühlleistung sind sie jedoch für anspruchsvolle Nutzer nicht die beste Wahl. Vor allem bei großen Big-Tower-Gehäusen sollten Sie auch überprüfen, ob Ihr Main-

board über genug Lüfteranschlüsse verfügt, um alle Frischluftsaugler mit Strom zu versorgen. Wer hundertprozentige Kontrolle über Lautstärke und Kühlleistung seines Gehäuses haben will, kommt an einer separaten Lüftersteuerung nicht vorbei.

Tipp 04 Grafikkartenhalterung

Aktuelle High-End-Karten produzieren viel Abwärme und sind dementsprechend mit großen sowie schweren Kühlern ausgestattet. Um diese Boliden sicher im Gehäuse zu verstauen, bieten einige Modelle extra Grafikkartenhalterungen, um die teuren Karten unter anderem beim Transport vor Schäden durch das eigene Gewicht zu schützen. Auch bei schweren und teuren Karten wie der GeForce GTX 690 oder einigen Modellen



mit Triple-Slot-Kühler ist solch eine Halterung bei einem Neukauf zwar nicht zwingend notwendig, aber durchaus zu empfehlen.

Tipp 05 Fluch und Segen: Mesh-Gitter

Ein absoluter Trend im derzeitigen Gehäusebau: Mesh-Gitter ist leicht, sieht in lackierter Form schick aus und sorgt für eine gute Belüftung des Innenraums. Doch es gibt auch eine Kehrseite. Bei Gehäusen mit großen Gitterflächen sollten Sie bedenken, dass durch die Öffnungen nicht nur Luft, sondern auch Lärm den Innenraum des Gehäuses verlässt. Wenn das Gitter direkt über der Grafikkarte oder dem CPU-Kühler liegt, sollten Silent-Fans solche Flächen mit Dämmmaterial abkleben.

Tipp 06 Das richtige Material

PC-Gehäuse werden im Wesentlichen aus drei Materialien hergestellt: Kunststoff, Stahl und Aluminium. Alle haben ihre eigenen Vorteile und sorgen am Ende für einen Kompromiss aus Preis und Qualität. Kunststoff ist günstig und wiegt selbst in großer Menge nur wenig. Es eignet sich also uneingeschränkt für die Verkleidung. Prüfen Sie jedoch, ob wichtige tragende Teile ebenfalls aus Kunststoff gefertigt sind. In solchen Fällen leidet die Stabilität. Stahl ist sehr stabil und sollte deshalb für das Gerüst sowie tragende Elemente verwendet werden. Das hohe Gewicht verhindert jedoch, dass komplette Gehäuse aus Stahl gefertigt werden.

Aluminium kombiniert die Vorteile beider Materialien, ist jedoch recht teuer. Zudem ist Aluminium sehr scharfkantig. Nehmen Sie sich deshalb vor günstigen Aluminium-Gehäusen in Acht. Bei diesen sind die Kanten in der Regel nicht abgerundet und bergen damit eine große Verletzungsgefahr.

Tipp 07 Vorteil Mainboard-Schlitten

Eine enorm praktische Funktion, die in der Regel erst bei teureren Big-Towern zu finden ist: Bei Gehäusen mit Mainboard-Schlitten können Sie die komplette Montageplatte des Mainboards aus dem Gehäuse nehmen und Board sowie CPU-Kühler bequem außerhalb des Gehäuses montieren. Wenn Sie einzelne Komponenten austauschen oder reinigen möchten, haben Sie es mit einem Mainboard-Schlitten ebenfalls wesentlich leichter. Wenn

Sie regelmäßig an Ihrem Rechner basteln, ist ein Mainboard-Schlitten ein klarer Vorteil.

Tipp 08 Kleine Öffnung mit großer Wirkung

Die Idee hinter einer Öffnung im Mainboard-Träger, um die Backplate des CPU-Kühlers einfach entfernen zu können, ist in der Theorie sicher nicht schlecht. Verlassen Sie sich jedoch nicht zu sehr darauf: Viele Hersteller haben beispielsweise die übliche Position von Intels Sockel 1155 verschlafen und so sind zwei Schrauben der Halterung trotz Öffnung nicht erreichbar. Das Feature ist damit nutzlos.

Tipp 09 Achten Sie auf die Schlauchöffnungen

Auch wenn Sie auf absehbare Zeit keine Wasserkühlung im Gehäuse einbauen möchten, sollten Sie dennoch darauf achten, dass Ihr Tower mindestens zwei Schlauchöffnungen an der Rückseite besitzt. Neben Schläuchen können Sie diese Öffnungen auch als Durchführung für Kabel oder Ähnliches nutzen. Dabei handelt es sich also um eine Option auf einen externen Zugang zum Gehäuse, auf die Sie nicht verzichten sollten.

Tipp 10 Größer gleich besser?

Die pure Größe ist keine Qualitätsaussage über ein Gehäuse. Ab einem Midi-Tower bekommen Sie in den meisten Fällen fast alles an relevanter Hardware für PC-Spieler in einem Gehäuse unter. Einzig die Montage erfordert dann manchmal etwas Fingerspitzengefühl. Wer wenig bis gar nicht an seinem Spiele-PC bastelt, schafft sich mit größeren Gehäusen nur unnötige Probleme. Das Stromkabel zur CPU-Versorgung ist generell auch bei hochwertigen Netzteilen recht kurz. Bei Big-Towern lässt sich dieses Kabel daher nur selten sinnvoll verstecken. Zudem benötigen Sie zusätzliche Lüfter und abhängig vom Material wird der gesamte PC erheblich schwerer. In vielen Fällen ist ein Midi-Tower also die bessere Wahl.

Tipp 11 Schließen Sie alle Seitenwände!

Egal ob an warmen Sommertagen oder aus Faulheit nach einer schnellen Putzaktion: Viele PC-Nutzer lassen gerne die Seitenwände ihres Gehäuses offen stehen. Was augenscheinlich den besten Kühleffekt haben müsste, wird in

Zu 01



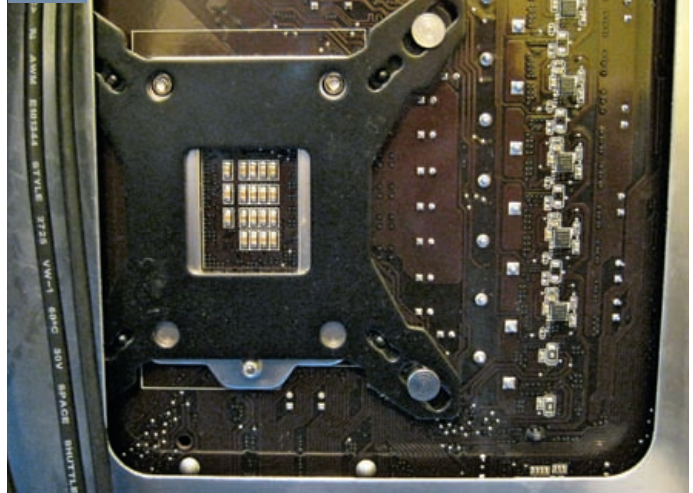
Eine SSD benötigt nicht zwingend einen entsprechenden Halterahmen im 2,5-Zoll-Format. Da Flashspeicher keine Vibrationen oder Hitze produzieren, reicht zu Not einfaches Klebeband zur Montage.

Zu 04



Eine Grafikkartenhalterung verschafft schweren Grafikkarten zusätzlichen Halt und schützt sie vor Transportschäden durch das eigene Gewicht.

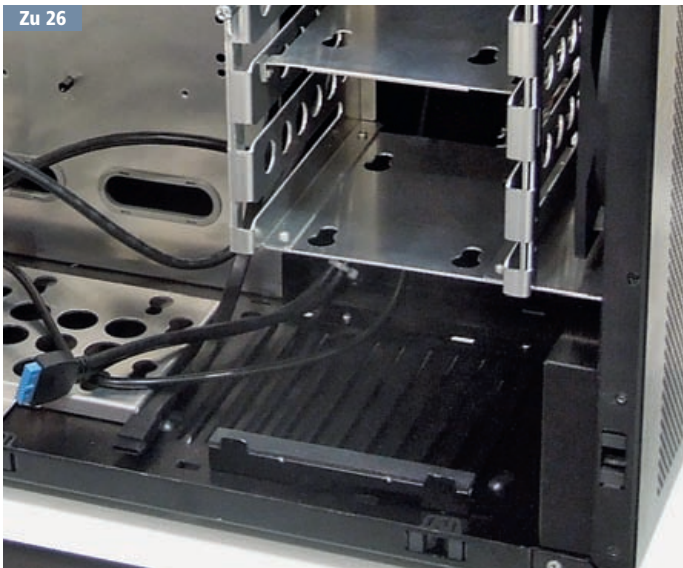
Zu 08



Bei neuen Sockeln kann es passieren, dass die Öffnungen in der Mainboard-Halterung nicht passen und daher Teile der Backplate verdeckt werden.

Zu 24


Staubfilter sind grundsätzlich eine praktische Sache. Sie sollten jedoch regelmäßig gereinigt werden, um den Luftstrom in das Gehäuse nicht zu blockieren.

Zu 26


Lian Li positioniert bei neuen Gehäusen wie dem PC-A05N das Netzteil vorne, um den Lüfter des Stromsponders aktiver in das Kühlkonzept zu integrieren.

Zu 28


Mit Rändelschrauben oder auch „Thumbscrews“ genannt (unten links im Bild) können Sie alle Komponenten in Ihrem Gehäuse schnell und ohne lästige Suche nach Werkzeug austauschen, da Sie nicht unbedingt einen Schraubendreher benötigen.

der Praxis schnell zum Problem: Erstens stauben Ihre Komponenten ein, was bei Grafikkarten- und CPU-Kühlern zu deutlich reduzierter Leistung führt. Zudem gibt es keinen wirklichen Luftstrom mehr für Ihre Komponenten. Die umliegende Luft heizt sich außerdem schnell auf. Die Konsequenz können im Extremfall sogar deutlich höhere Temperaturen als bei geschlossenen Seitenwänden sein. Schließen Sie also möglichst immer beide Seitenwände des Gehäuses und sorgen Sie im Sommer lieber mit zusätzlichen Lüftern für ausreichend Frischluft im PC.

Tipp 12 HDD richtig platzieren

Die Temperatur der Festplatte ist ein häufig unterschätzter Faktor. Wo sich GPUs runtertakten und CPUs gleich das gesamte System abschalten, leiden HDDs kommentarlos unter hohen Temperaturen und quittieren das im schlimmsten Fall mit einem frühzeitigen Defekt. Dabei reicht eine leichte Brise durch einen langsam drehenden Lüfter bereits aus, um eine HDD auch unter Dauerlast bei unbedenklichen Temperaturen zu halten. Achten Sie darauf, dass Ihre HDD immer im geplanten Luftstrom Ihres Gehäuses Platz findet oder direkt von einem eigenen Lüfter gekühlt wird.

Tipp 13 HDD entkoppeln

Festplatten haben mechanische Bauteile und geben damit Vibrationen an das Gehäuse ab. Bei fast allen aktuellen Gehäusen sind deshalb Gummi-Entkoppler im Lieferumfang enthalten, mit denen Sie die Datenträger so im Gehäuse befestigen können, dass deutlich weniger Vibrationen übertragen werden. Sollten bei Ihrem Gehäuse keine dabei gewesen sein, bekommen Sie entsprechende Einzelteile für kleines Geld bei vielen Online-Versandhändlern. Nur bei außergewöhnlich schnell drehenden Platten wie der Velociraptor von Western Digital mit 10.000 U/Min. oder wenn Sie besonders geräuschempfindlich sind, reichen gewöhnliche Gummiringe nicht mehr aus. Hier helfen nur komplette „Dämmboxen“ im 5,25-Zoll-Format, um für Ruhe im Gehäuse zu sorgen.

Tipp 14 Fehler beim Entkoppeln

Achten Sie darauf, dass die Gummi-Entkoppler auch richtig sitzen und nirgends Metall auf Metall aufliegt. Gerade günstige Gehäuse haben häufig recht dünne Gummis da-

bei, die bei unvorsichtigem Einbau schnell reißen oder verrutschen. Bei falschem Einbau ist der Effekt nicht mehr gewährleistet.

Tipp 15 Optionale Lüfterslots nutzen

Bei Budget-Gehäusen sparen die Hersteller als Erstes an der Lüfterausstattung. In diesem Fall verfügt das Gehäuse zwar über ein brauchbares Konzept für den Luftstrom, durch fehlende Lüfter wird die Luft allerdings nicht ordentlich durch das Gehäuse bewegt. Wie viele Lüfter Sie verwenden sollten, hängt natürlich vom Einzelfall ab. Als kleine Faustregel bei gutem Kühlkonzept gilt jedoch: Für Mini-Tower zwei Lüfter, bei Midi-Gehäusen drei und Besitzer von Big-Towern sollten mindestens vier Propeller einsetzen.

Tipp 16 Gehäuselüfter: Aus Laut mach Leise

Auch bei identischer Größe sind Lüfter bei Weitem nicht völlig gleich. Für die Lautstärkeentwicklung kann es einen gewaltigen Unterschied machen, ob Sie auf die serienmäßig im Gehäuse eingebauten Modelle oder hochwertige Lüfter eigener Wahl setzen. Neben der Lautstärke kann durch höheren Luftdurchsatz auch die Kühlleistung ansteigen. Wenn Sie keine Lüftersteuerung verwenden, können Sie auch direkt Lüfter mit niedriger Drehzahl verwenden: Mehrere Lüfter mit 800 U/Min. reichen aus, um die meisten PCs ausreichend zu belüften.

Tipp 17 7-Volt-Adapter nachrüsten

Schnell drehende Gehäuselüfter können „an die Leine gelegt“ werden: Ab zwei Euro pro Lüfter bekommen Sie 7-Volt-Adapter, mit denen Sie die Drehzahl der Lüfter deutlich drosseln können. Haben Sie anschließend jedoch ein aufmerksames Auge auf die Temperaturen. Bei manchen Gehäusen ist der Luftstrom anschließend nicht mehr ausreichend, um genug Frischluft im Gehäuse zu verteilen. In diesem Fall müssen Sie einen zusätzlichen Lüfter im Gehäuse unterbringen.

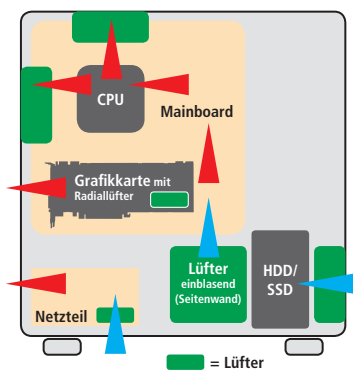
Tipp 18 Gehäuselüfter: Aus Klein mach Groß

Größere Lüfter können logischerweise die gleiche Menge Luft bei niedrigeren Drehzahlen als kleinere Lüfter bewegen. Niedrigere Drehzahlen sorgen dann für weniger Vibrationen und insgesamt geringere Lärmentwicklung. Gehäuselüfter



Kühlsysteme im Vergleich

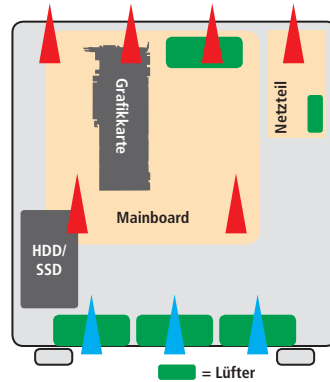
Der Standard



Die meisten Gehäuse nutzen dieses Kühlkonzept mit nur geringeren Abweichungen.

Das gewöhnliche Gehäuse-Design ist so einfach wie effizient und kommt mit leichten Variationen in fast jedem Gehäuse zum Einsatz. Kühle Luft wird über Lüfter in der Front sowie am Boden angesaugt und in Richtung der Komponenten befördert. Dort wird die Luft aufgeheizt. Weitere Lüfter im Heck sowie im Deckel sorgen für einen einheitlichen Luftstrom, durch den die warme Luft aus dem Gehäuse befördert wird. Unterschiede betreffen vor allem das Netzteil: Entweder ist die Position eine andere oder der Lüfter hat keine eigene Öffnung am Boden des Gehäuses und muss über den Innenraum Luft ansaugen. Für die effektive Kühlleistung macht das nur einen geringen Unterschied.

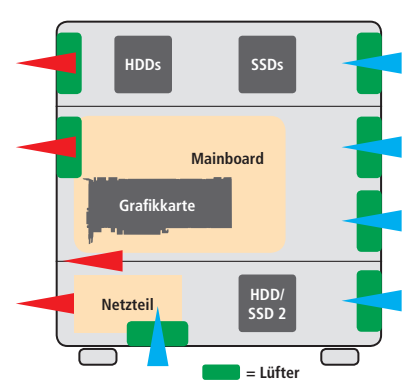
Der Kamineffekt



Einige Gehäuse setzen gezielt auf den Kamineffekt und unterstützen diesen mit Lüftern.

Mit dem Kamineffekt ist gemeint, dass von Komponenten aufgewärmte Luft aufsteigt und sich so fast von allein zum Deckel des Gehäuses bewegt. Da man bei Computern nicht die erforderlichen Temperaturen erreicht, um einen ausreichenden Luftstrom zu erzeugen, benötigt man zusätzliche Lüfter, die diesen natürlichen Effekt unterstützen. Silverstone treibt dieses Konzept bei den Raven-, Fortress- oder Temjin-Gehäusen auf die Spitze. Hier saugen die Lüfter ausschließlich Luft vom Boden an und drücken sie an der Hardware vorbei zum Deckel des Gehäuses. Damit die Grafikkarte den Luftstrom nicht blockiert, wird das gesamte Mainboard um 90 Grad zum Gehäusedeckel gedreht.

Getrennte Klimakammern



Ein effektives, aber aufwendiges Kühlsystem, das hauptsächlich Oberklasse-Gehäuse bieten

Bei Gehäusen ab 300 Euro aufwärts kommen meistens getrennte Klimakammern zum Einsatz: Dabei wird nicht der natürliche Luftstrom durch weitere Lüfter unterstützt, sondern die Luft komplett horizontal durch einen abgetrennten Bereich des Gehäuses bewegt. Die Komponenten können sich so nicht gegenseitig aufheizen, da alle wichtigen Hardware-Gruppen einen eigenen Luftstrom bekommen. Damit das funktioniert, benötigen Sie recht viele Lüfter, um die getrennten Luftströme zu erzeugen. Klassische Beispiele finden Sie bei Corsair mit dem 800D-Gehäuse, bei Lian Li mit der PC-V- und PC-X-Serie sowie beim Temjin T111B-W von Silverstone, wo Klimakammern sogar mit dem Kamin-Design kombiniert werden.

sollten deshalb immer so groß wie möglich sein. Viele Gehäuse haben an den Lüfterslots Bohrungen für verschiedene Lüftergrößen. Tauschen Sie kleinere Lüfter aus und nutzen Sie bei optionalen Plätzen immer größtmögliche Modelle.

Tipp 19 Seitenfenster: Auf den Innenraum achten

Wenn Sie ein Gehäuse mit Seitenfenster verwenden möchten, sollten Sie darauf achten, dass der Innenraum Ihres Gehäuses auch dafür geeignet ist. Gerade bei Budget-Gehäusen sind selbst in der Version mit Fenster die Innenräume gelegentlich nicht lackiert. Aus dem freudigen Ein- wird dann schnell ein enttäuschender Anblick.

Tipp 20 Die Wasserkühlung

Auch mit einer Wasserkühlung sollten Sie nicht auf einige Gehäuselüfter verzichten. Speicher, HDD sowie einige Komponenten des Mainboards benötigen wenigstens einen leichten Luftzug, um dauerhaft bei unkritischen Temperaturen zu arbeiten. Zwei bis drei langsam drehende Lüfter sind nahezu un-

hörbar und gewährleisten angenehme Temperaturen für alle Bauteile.

Tipp 21 Netzteile entkoppeln

Auch wenn Festplatten und Lüfter vom Rest des Gehäuses entkoppelt sind, wird das Netzteil mit seinem häufig recht großen Lüfter schnell vergessen. Bei Gehäusen der oberen Preisklasse verfügen die Netzteile meistens über ein eigenes System und sind daher vom Gehäuse getrennt. Bei Gehäusen ab der Mittelklasse müssen Sie auf diesen Luxus in der Regel verzichten und sich selbst um eine Lösung bemühen. Mehrere Hersteller bieten deshalb Vibrationsdämpfer für Netzteile an. Diese Gummirahmen werden zwischen Gehäuse und Netzteil geklemmt, wo sie entstehende Schwingungen abfangen können.

Tipp 22 Für Casemodder

Wer auf die Optik seines PCs Wert legt, ist quasi in der Pflicht, für eine ansprechende Innenraumbeleuchtung zu sorgen. Fast jedes Bauteil gibt es auch in beleuchteter Form: RAM, Lüfter oder Mainboards mit

Beleuchtung sind zwar als Blickfänger ganz nett, für eine komplette Ausleuchtung des Innenraums sind sie jedoch nicht geeignet. Hierfür benötigen Sie Kaltkathoden (CCFL-Röhren). Diese heizen den Innenraum nicht zusätzlich auf und lassen sich praktisch unsichtbar im Gehäuse platzieren. Sie können die Kathoden auch außen befestigen und beispielsweise als „Ambient-Light“ verwenden.

Tipp 23 Kompaktwasserkühlung richtig einbauen

Hersteller von Kompaktwasserkühlungen empfehlen in der Regel, den Radiator mit einblasendem Lüfter im Gehäuse zu befestigen. Das führt jedoch zu zwei Problemen: Zum einen pustet der Lüfter des Radiators warme Luft in den Innenraum, wodurch er alle anderen Komponenten zusätzlich aufheizt. Zum anderen wird der Radiator normalerweise im Heck oder im Deckel des Gehäuses befestigt. An diesen Stellen sollte im Normalfall warme Luft aus dem Gehäuse entweichen. Sie zerstören mit der Wasserkühlung also den vorgesehenen Luftstrom.

Optimieren Sie stattdessen lieber die Belüftung im Gehäuse und positionieren Sie den Radiator im gewünschten Luftstrom. So erreichen Sie für alle Komponenten optimale Temperaturen.

Tipp 24 Staubfilter reinigen

Viele Gehäuse sind mittlerweile serienmäßig mit Staubfiltern ausgestattet. Was grundsätzlich natürlich positiv ist, wird bei mangelnder Wartung schnell zum Problem. Verdeckte Staubfilter können den Luftstrom komplett blockieren. Was beim CPU-Kühler zu erhöhten Temperaturen führen würde, betrifft beim Gehäuse Ihre gesamte Hardware und unterbricht hier die komplette Kühlung. Die Folge sind erhöhte Temperaturen und damit eine reduzierte Lebensdauer Ihrer Komponenten.

Tipp 25 Kabel sleeves

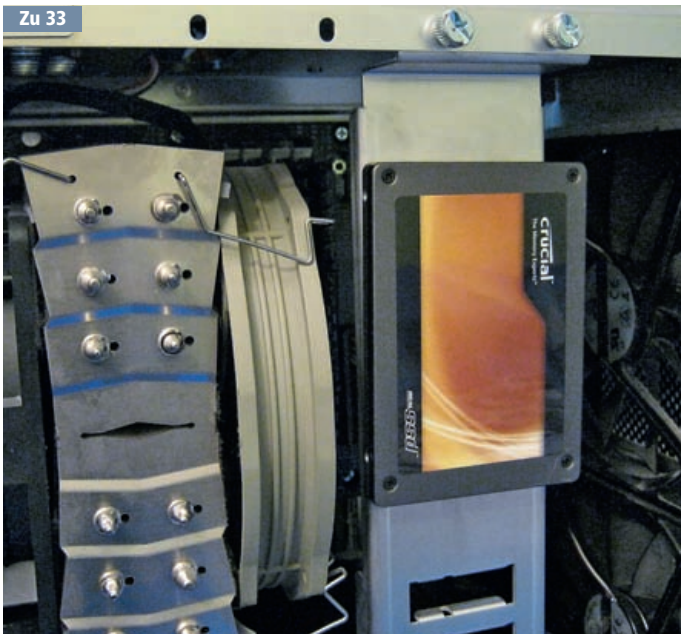
Kabel-Sleeves erfüllen nicht nur einen optischen Zweck: Ein aufgeräumter Innenraum bietet dem Luftstrom weniger Hindernisse und sorgt für reduzierte Verwirbelungen. Die effektive Kühlleistung

Zu 29


Für USB-3.0-Frontelemente müssen Sie kein neues Gehäuse kaufen. Diverse Hersteller bieten entsprechende Kits zum Nachrüsten an.

Zu 30


Dämmmatten wie diese von Be quiet sind eine effektive, aber auch teure Möglichkeit zur Schallsolierung des Gehäuses. Dadurch verschlechtert sich allerdings meist die Kühlleistung des Gehäuses.

Zu 33


Mit Klebeband kann eine SSD schließlich auch an ungewöhnlichen Orten befestigt werden. Sie blockiert so nicht den Luftstrom und ist von außen schnell zugänglich.

tung wird also deutlich verbessert. Wie Sie Kabel sleeve, verrät unsere Anleitung in Ausgabe 03/2012, die Sie auch als Pdf auf der Heft-DVD dieser Ausgabe finden.

Tipps 26 Luftstrom optimieren

Ihre Gehäusebelüftung sollte immer einem geplanten Luftstrom folgen. Zu diesem Zweck sollten Sie einblasende und absaugende Lüfter immer diesem Konzept entsprechend anordnen. Andernfalls könnte sich die vorhandene Kühlleistung über einen weiteren Lüfter sogar verringern. Die konkrete Richtung für den Luftstrom zusätzlicher Lüfter muss man natürlich im Einzelfall klären, als kleine Faustregel gilt jedoch: Lüfter in der Front und in Bodennähe sollten einblasend angebracht werden, im Heck und im Deckel sollten sie die Luft aus dem Gehäuse rausbefördern. In unserem Extrakasten auf der vorherigen Seite stellen wir Ihnen die üblichsten Kühlkonzepte vor.

Tipps 27 Module zum Nach- und Umrüsten

Hersteller wie Lian Li setzen auf modulbasierte Gehäuse. In erster Linie ist das praktisch, wenn einzelne Module wie Steckkartenhalterung oder Staubfilter kaputtgehen. Bei diesen Gehäusen können Sie fast alle Einzelteile 1:1 ersetzen. Außerdem können häufig zusätzliche Halterahmen für HDDs und SSDs im Gehäuse untergebracht werden oder vorhandene Halterungen machen Platz für große Radiatoren beziehungsweise Grafikkarten. Mit modulbasierten Gehäusen sind sie also generell flexibler, was die möglichen Komponenten angeht.

Tipps 28 Rändelschrauben nachrüsten

Auch wer nicht regelmäßig an der Hardware seines Rechners schraubt, muss gelegentlich für kleinere Reparaturen oder Reinigungsarbeiten an die Komponenten seines Systems herankommen. Wenn Sie sich dafür unnötige Mühe durch Werkzeug ersparen möchten, können Sie die Standardschrauben durch Rändelschrauben ersetzen. Bereits für kleines Geld bekommen Sie genug Schrauben, um die Halterungen aller zentralen Bauteile damit nachzurüsten.

Tipps 29 USB 3.0 nachträglich

Mehrere Hersteller bieten Frontblenden mit USB-3.0-Anschlüssen an. Wenn Sie ein Mainboard mit internen USB-3.0-Anschlüssen be-

sitzen, können Sie somit einfach Front-USB-3.0-Ports nachrüsten.

Tipps 30 Dämmmatten einsetzen

Wer bereits alle Lärmquellen so gut wie möglich beseitigt hat und den Geräuschpegel immer noch als störend empfindet, sollte größere Flächen im Gehäuse mit einer Schalldämmung ausstatten. Für den kleinen Geldbeutel erfüllen bereits einfache Schaumstoffkissen aus dem Baumarkt den gewünschten Zweck. Wenn Sie gleichzeitig Wert auf eine schicke Optik legen, bieten mehrere Hersteller passgenaue Dämmmatten-Sets an. Für Gehäuse-Exoten gibt es auch Universalgrößen. Mit den Matten mutet der Innenraum deutlich hochwertiger an und der Geräuschpegel wird reduziert. Beachten Sie jedoch, dass eine Dämmung die Temperaturentwicklung beeinträchtigen kann. Mit Dämmmatten ausgerüstete Gehäuse sollten also ausreichend mit Frischluft versorgt werden.

Tipps 31 Gehäuse vom Boden trennen

Auf Parkett- und Kunststoffböden können Gehäuse bei direktem Kontakt störende Geräusche entwickeln. Zusätzliche Gummifüße beheben das Problem. Zudem sollte zwischen Gehäuse- und Fußboden ein Zentimeter Platz sein, damit Lüfter am Boden ausreichend Frischluft anziehen können und keine Luftverwirbelungen entstehen.

Tipps 32 Staubfilter nachrüsten

Wer ein Gehäuse ohne serienmäßige Staubfilter hat, kann diese nachrüsten: In der Praxis erspart Ihnen das regelmäßige Reinigungsaktionen im Innenraum. Sie sollten die Filter einmal monatlich auswaschen. Zudem raten wir dennoch, gelegentlich den Innenraum zu reinigen. Staubfilter sind ausschließlich vor Lüftern nötig, die Luft von außen in den Innenraum befördern. Bei ausblasenden Lüftern können Sie auf die Filter verzichten.

Tipps 33 SSD alternativ befestigen

Wenn Sie eine SSD einbauen möchten, jedoch keinen 2,5-Zoll-Schacht im Gehäuse haben, ist das noch kein Grund, den alten Tower in Rente zu schicken. SSDs produzieren nur wenig Wärme und haben keine mechanischen Teile. Im Zweifelsfall reicht schlichtes Klebeband, um den Flash-Datenträger irgendwo im Gehäuse zu platzieren. Mit doppelseitigem Klebeband sieht das nicht mal schlecht aus. (oh)

Ab sofort Ihr
Geschäftspartner

gamesindustry.biz



www.gamesindustry.biz

Der weltweit führende B2B-Nachrichtendienst der PC- & Videospiele-Industrie

Jetzt auch als deutsche Version

**JETZT
REGISTRIEREN!**

2 Newsletter
täglich im Posteingang!
Die wichtigsten News
der Spiele-Industrie!

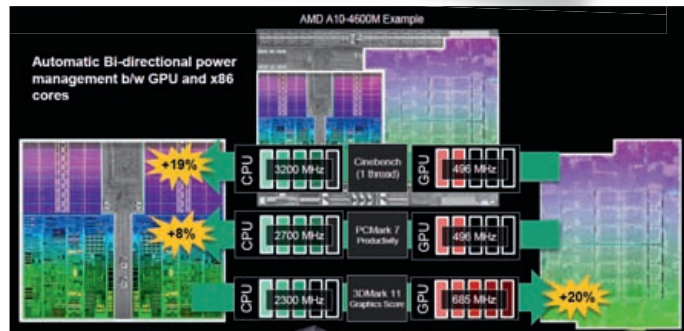
AMDs mobile Comal-Plattform durchleuchtet

Aller guten Dinge sind 3

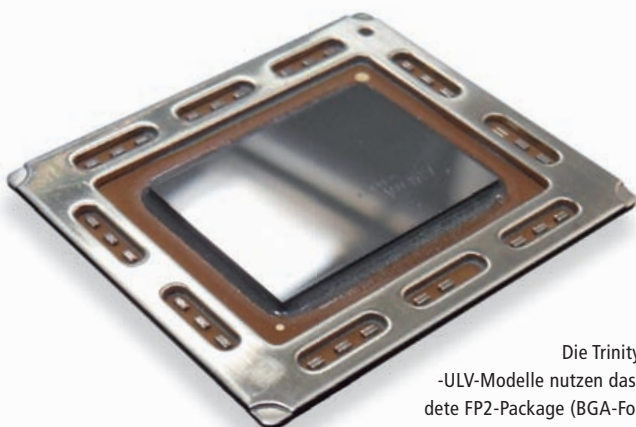
Die neuen APU's der Trinity-Generation („Dreieinigkeit“) sollen schneller und effizienter arbeiten als ihre Llano-Vorgänger. Unser Notebook-Test zeigt, dass AMDs Ingenieure gute Arbeit geleistet haben.



In 1.366 x 768 mit mittleren Schatten schafft der A10-4600M in Diablo 3 rund 20 bis 45 Fps.



Der A10-4600M bietet einen Turbo, der je nach Auslastung von CPU und GPU die Taktraten steigert – je stärker eine Komponente gefordert ist, desto flotter arbeitet sie.



Die Trinity-LV- und -ULV-Modelle nutzen das abgebildete FP2-Package (BGA-Format) für schlanke Note- sowie Ultrabooks.

Seit dem Kauf von Ati arbeitet AMD an der „Fusion“, der Verschmelzung von CPU und GPU sowie weiterer elementarer Bestandteile eines Computers. Aufgrund von Rechtsstreitigkeiten mit Arctic nennt AMD dieses Programmiermodell zwar nun „Heterogeneous Systems Architecture“ (HSA) – die Idee aber bleibt die gleiche. Im Sommer 2011 schickte der Hersteller die Llano-Chips in Form der A-Serie in den Handel, nun folgt die zweite Generation auf Basis von Trinity; die Plattform nennt sich „Comal“. AMD fokussiert vorerst den mobilen Markt, da hier die gesteigerte Energie-Effizienz der neuen APU's besonders wichtig ist.

Piledriver und Devastator

Die Trinitys werden wie gehabt bei Globalfoundries im 32-Nanometer-HKMG-Prozess gefertigt, alle Chips entstammen dem frühen A1-Stepping. Mit 246 Quadratmillimetern Die-Fläche ist der Chip größer als eine Llano-APU (228 Quadratmillimeter), bietet jedoch 1.303 statt 1.178 Millionen Transistoren.

Der CPU-Teil basiert auf der Piledriver-Architektur, die eine Verbesserung der Bulldozer-Technik darstellt – Llano nutzt noch das altbekannte K10.5-Design. Statt bis zu vier „klassischen“ Kernen verfügt Trinity über bis zu zwei Module, der große L3-Cache der FX-Prozessoren fehlt jedoch. Dafür überarbeitete AMD die zweite Puffer-Stufe sowie das Frontend – dieses bereitet die Daten für die eigentlichen Recheneinheiten auf und stellte bisher einen Flaschenhals dar. Zwei neue Befehlssatz-Erweiterungen (FMA3 und F16C) sind ebenfalls integriert – aber bereits ohne diese spricht AMD von 10 bis 15 Prozent mehr Leistung pro Takt (IPC).

Die DX11-Grafikeinheit nennt sich „Devastator“, zu deutsch also der Vernichter oder Verwüster, und ba-

siert auf dem VLIV4-Design. Dieses kam bisher nur bei den Radeon HD 69x0 zum Einsatz und zeichnet sich in erster Linie durch eine höhere Leistung pro Fläche und Shader-Block aus. Die maximale Ausbaustufe fährt 384 Shader-Einheiten auf (Llano bis zu 400 ALUs).

Eine Hardware-Konvertierung, die „Video Codec Engine“ (VCE), sorgt für eine flotte Umwandlung von Videos ins H.264-Format und der „Unified Video Decoder“ beschleunigt nahezu jedes Format. Angebunden ist die GPU mit einem doppelten 64-Bit-Speicher-Interface an die sogenannte UNB und teilt sich diese mit der CPU. Das steht für „Unified Northbridge“, dieser Teil des Trinity-Chips kümmert sich um die Datenverwaltung (CPU sowie GPU dürfen auf den gleichen Adressraum zugreifen, Letztere hat hierbei meist Priorität) und die Verbindung zum RAM. Der Speicher-Controller versteht sich im mobilen Segment wie gehabt auf bis zu DDR3-1600, die Unterstützung für Low-Voltage-RAM (1,25 V) verringert den Energieverbrauch.

Turbo, aber doch sparsam

Sind der Speicherbus wenig sowie die CPU kaum ausgelastet, schaltet Trinity bei Bedarf einen Kanal sowie ein Modul ab – läuft nur ein Video, werden die Shader und die UNB schlafen gelegt. Umkehrt deaktiviert sich automatisch der UVD, wenn er nicht benötigt wird. Hierdurch wird das Energie-Budget anderer Chipteile erhöht, was AMD in Form des „Turbo Core 3.0“ für mehr Leistung nutzt.

So taktet sich die GPU herunter und die CPU nach oben, wenn nur ein Thread auf dem Prozessor läuft – bei Volllast geht der Turbo weniger aggressiv vor und falls die Grafikeinheit gerade ein Spiel berechnet, läuft der Prozessor nur noch mit seinem Standardtakt. ▶



Kingston HyperX 3K SSD

- Solid-State-Drive
- „SH103S3/120G“ • 120 GB Kapazität
- 555 MB/s lesen • 510 MB/s schreiben
- SandForce SF-2281 • 85.000 IOPS
- SATA 6Gb/s • 2,5"-Bauform



IMHM2B07



Kingston HyperX

DIMM 16 GB DDR3-2133 Quad-Kit

- Arbeitsspeicher-Kit
- „KHX2133C11D3K4/16GX“, XMP-Serie
- Timing: 11-12-11 • DDR3 - 2133 (PC3 - 17000)
- Kit: 4x 4 GB

IEIF7HA1



Kingston HyperX

DIMM 16 GB DDR3-1866 Quad-Kit

- Arbeitsspeicher-Kit
- „KHX1866C9D3K4/16GX“, XMP-Serie
- Timing: 9-11-9 • DDR3 - 1866 (PC3 - 14900)
- Kit: 4x 4 GB

IEIF7DJ1



Kingston HyperX

DIMM 8 GB DDR3-1600 Kit

- Arbeitsspeicher-Kit
- „KHX1600C9D3X2K2/8GX“, Grey-Serie
- Timing: 9-9-9-27 • DDR3 - 1600 (PC3 - 12800)
- Kit: 2x 4 GB

IDIF77J8

Alle Preise inkl. MwSt. Irrtümer und Druckfehler vorbehalten. Angebot gültig bis 20.06.2012

Bestellhotline: Mo-Sa 8-20 Uhr
01805-905040*

seit 1992
20 JAHRE ALTERNATE

ALTERNATE GmbH | Philipp-Reis-Straße 9 | 35440 Linden | Fon: 01805-905040* | Fax: 01805-905020* | mail@alternate.de

* 14 Cent/Minute aus dem deutschen Festnetz / powered by QSC, max. 42 Cent/Minute aus Mobilfunknetzen

AMDs mobiles Trinity-Aufgebot im Überblick

Modell	Kerne	CPU-Takt (max. Turbo)	Grafikeinheit	Shader/TMUs	GPU-Takt (Turbo)	Speicher	TDP	Besonderheit
A10-4600M	4	2,3 bis 3,2 GHz	Radeon HD 7660G	384/24	497 bis 686 MHz	DDR3-1600	35 Watt	Standard-Modell
A8-4500M	4	1,9 bis 2,8 GHz	Radeon HD 7640G	256/16	497 bis 655 MHz	DDR3-1600	35 Watt	Standard-Modell
A6-4400M	2	2,7 bis 3,2 GHz	Radeon HD 7520G	192/12	497 bis 686 MHz	DDR3-1600	35 Watt	Standard-Modell
A10-4655M	4	2,0 bis 2,8 GHz	Radeon HD 7620G	384/24	360 bis 497 MHz	DDR3-1333	25 Watt	Low-Voltage-Modell
A6-4455M	2	2,1 bis 2,6 GHz	Radeon HD 7500G	256/16	327 bis 424 MHz	DDR3-1333	17 Watt	Ultra-LV-Modell

Die Modellpalette

Im Falle des Flaggschiffs, dem A10-4600M, reichen die Frequenzen daher von 2,3 über 2,7 bis hin zu 3,2 GHz – die Grafikeinheit legt 496 oder 685 MHz an. Im Leerlauf sinken die Taktraten auf 1,4 GHz sowie 335 MHz.

Mitte Mai stellte AMD fünf mobile Chips vor (siehe oben), darunter auch ein Modell mit nur 17 Watt TDP, das in sogenannten Ultrathins gegen Intels Ultrabooks antreten soll. Dafür fiel die 45-Watt-Klasse dem Rotstift zum Opfer – tragisch ist dies aber nicht, da hier meist noch eine dedizierte Grafikkarte zum Einsatz kommt und die iGPU daher meist brachliegt. Zwar bietet auch Trinity das „Dual Graphics“-Feature, wir raten jedoch aufgrund massiver Mikroruckler im Spielebetrieb davon ab.

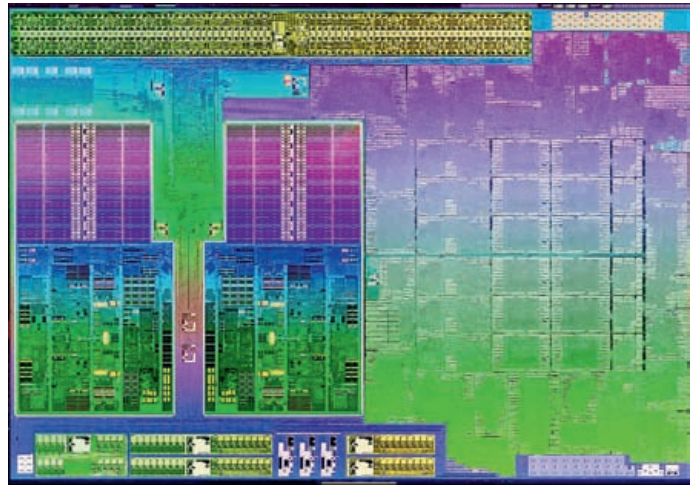
Zeitgleich mit der A- ging die R-Serie für Embedded-Systeme an den Start. Unter diesen acht APUs befindet sich mit dem R-452L ein 19-Watt-Chip mit vier Kernen – ob dieses interessante Modell auch in Endkundengeräten verbaut wird, gilt es abzuwarten. Die Desktop-Chips wie der A10-5700 folgen im

Spätsommer, ein genaues Datum wollte AMD bisher nicht nennen. Abseits der APUs ist der A70M-Chipsatz Teil der „Comal“-Plattform. Er packt in bis zu 4,7 Watt TDP unter anderem sechs SATA-6GB/s- und vier USB-3.0-Ports.

Das „Whitebook“ im Test

AMD stellte uns ein Prototyp-Notebook mit dem A10-4600M zur Verfügung, hierbei handelt es sich prinzipiell um ein Dell Vostro. Dieses ist mit einer 120 GByte fassenden Samsung-SSD aus der 830er-Serie und mit zwei 2-GiByte-DDR3-1600-Modulen ausgestattet. Das matte 14-Zoll-Display löst mit 1.366 x 768 Pixeln auf, das Whitebook selbst bietet noch eine HDMI-Schnittstelle. Trinity unterstützt bis zu vier Monitore via Displayport 1.2 sowie DVI.

In unseren Benchmarks zeigt sich, dass es der A10-4600M in Sachen CPU-Leistung in etwa mit einem Sandy-Bridge-i3 aufnehmen kann und damit kaum schneller ist als das einstige 35-Watt-Llano-Flaggschiff, der A8-3500M. Ein Core i5 oder gar i7 ist meist außer Reichweite – für alltägliche Aufgaben ist der Trinity-Chip unabhängig



Die beiden grünen Blöcke links zeigen die beiden Module, darüber jeweils 2 MiByte L2-Cache. Die große Fläche rechts sind die Shader-Einheiten der GPU.

davon flott genug, die SSD erlaubt zudem „Desktop-Feeling“. Die Grafikleistung ist konkurrenzlos gut, die HD 7660G schlägt mit Leichtigkeit Intels aktuelle HD Graphics 4000 und die Vorgänger-Radeon HD 6620G. Ebenfalls überzeugend ist die Akkulaufzeit im lastfreien sowie im Spielbetrieb – allerdings wird das Whitebook so nicht in den Handel kommen, so AMD. Zu wünschen wäre es aber. (ms)

Fazit



AMDs mobile Trinity-APUs

Die neue Plattform bietet aktuelle Schnittstellen und im Falle des Whitebooks sehr konkurrenzfähige Akkulaufzeiten. Der CPU-Part ist kaum schneller, jedoch effizienter. Das Highlight aber ist die äußerst flotte Grafikeinheit, die dank HSA beispielsweise Open CL zusammen mit der CPU berechnen kann. Alles in allem überzeugt Trinity.

3D Mark 11: Trinity bietet die beste iGPU.

Performance Preset (720p), (alle Chips verfügen über eine TDP von 35 Watt!)

GT 630M (Core i7-3612QM)	1.304
Radeon HD 7660G (A10-4600M)	1.144
Radeon HD 6620G (A8-3500M)	827
HD 4000 (Core i7-3612QM)	801

System: Turbo/SMT an; Win 7 x64, Catalyst 12.4 (Llano)/v8.945 (Trinity), Geforce 301.42, Intel 2696 **Bemerkungen:** Intels HD 4000 nähert sich der alten HD 6620G an, die HD 7660G legt die Messlatte klar höher – sogar die dedizierte GT 630M ist kaum schneller!

Punkte
► Besser

Akkulaufzeit: Trinity Whitebook weit vorn

Crysis Warhead 720p mit Gamer-Details; ruhender Desktop (TDP jeweils 35 W)

A10-4600M (AMD Whitebook)	109	496
A8-3500M (Aspire 5560G)	63	265
Core i3-2310M (Akoya P6631)	88	238
i7-3612QM (XMG P502 Pro)	100	225

System: Siehe oben, Turbo/SMT an; Windows 7 x64, Catalyst 12.4 (Llano)/v8.945 (Trinity), Geforce 301.42, Intel 2696 **Bemerkungen:** Das A10-Notebook bietet nicht nur das kleinste Display samt geringer Leuchtkraft, sondern auch einen dicken Akku.

Minuten
3D Leerlauf
► Besser

CPU-Leistung Gleitkomma: Trinity schlägt Llano

Cinebench R11.5 x64 (alle Chips verfügen über eine TDP von 35 Watt!)

i7-3612QM (4C/8T @ 2,1 GHz)	1,28	5,71
i3-2310M (2C/4T @ 2,1 GHz)	0,87	2,02
A10-4600M (2M/4C @ 2,3 GHz)	0,77	2,00
A8-3500M (4C/4T @ 1,5 GHz)	0,64	1,86

System: Siehe oben, Turbo/SMT an; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Aufgrund des Modul-Designs bietet der A10 nur zwei FPUs, daher ist er nicht schneller als der Core i3. Im Singlethread-Test schlägt die deutliche Pro-Takt-Schwäche der AMD-Chips sichtlich durch.

Punkte
One X-CPU
► Besser

CPU-Leistung Integer: Trinity flotter als Core i3

x264 HD 4.0, Test #2 (alle Chips verfügen über eine TDP von 35 Watt!)

Core i7-3612QM (4C/8T)	31,2
A10-4600M (2M/4C)	13,1
Core i3-2310M (2C/4T)	11,1
A8-3500M (4C/4T)	10,9

System: Siehe oben, Turbo/SMT an; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Bei der Integer-Berechnung stehen dem A10 vier Recheneinheiten zur Verfügung, damit überholt er den A8 wie auch den i3 deutlich – der Core i7 ist aufgrund von vier Kernen plus SMT uneinholbar.

Ø Fps
► Besser

Max Payne is back "Hol dir den 3. Teil des Erfolgshits"
Jetzt downloaden!

NEU!



NEU
Jetzt zum
Vorbestellen

präsentiert von **compuTEC**

gamer unlimited.de
www.gamer-unlimited.de

powered by **SATURN**

©2004 - 2012 Rockstar Games, Inc. Rockstar Games, Rockstar Studios, Max Payne und die Rockstar Games R* Zeichen und Logos sind Warenzeichen und/oder eingetragene Warenzeichen von Take-Two Interactive Software in the USA und/oder anderen Ländern.



Leistungsfähige Netzteile von 500 bis 650 Watt zu fairen Preisen

Stark und preiswert

Die meisten PCGH-Leser kaufen Netzteile mit 500 bis 650 Watt Leistung. Daher testen wir zehn aktuelle Spannungswandler in dieser Watt-Klasse und achten besonders auf das Preis-Leistungs-Verhältnis.

Eine Umfrage unter Lesern von www.pcgh.de hat ergeben, dass 55 Prozent ein Netzteil in der Region von 500 bis 600 Watt kaufen wollen. Rund 33 Prozent interessieren sich für die Klasse 600 bis 700 Watt. Entsprechend haben wir die Testmuster unseres Testfeldes ausgewählt und das Preis-Leistungs-Verhältnis als weiteres Auswahlkriterium hinzugezogen.

Testmethoden

Wir bewerten unter anderem die Anzahl der Stecker und die Länge der Kabel. Zudem spielt das Platinenmaterial für die Note eine Rolle. Ebenfalls sehr wichtig ist die Effizienz eines Spannungswandlers; diese messen wir bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Auslastung. Dazu schließen wir alle Netzteile an eine Chroma 63103 an und simulieren vorher definierte Lasten für jede Stromschiene. Für die meisten Anwender ist die Lautheit ein wichti-

ges Kaufkriterium. Daher messen wir die Geräuschentwicklung bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Auslastung. Das Netzteil wird dazu nicht (!) ins Gehäuse eingebaut und auch nicht an das Hausstromnetz angeschlossen. Während der Effizienzmessung dokumentieren wir die Lüfterdrehzahl und stellen sie im schallarmen Raum für die Lautheitsmessung nach. Die Leistungsfaktorkorrektur (Power Factor Correction) und die Temperatur werden zwar mit den gleichen Auslastungswerten wie Lautheit und Effizienz gemessen, in der Testtabelle geben wir aber nur den niedrigsten und den höchsten Wert an. Seit Ausgabe 02/2011 untersuchen wir auch die Restwelligkeit (auch Ripple & Noise genannt) der Testkandidaten. Dabei fällt auf, dass einige Netzteile die Vorgaben aus dem „Intel Power Supply Design Guide“ nicht einhalten. Die Messwerte der Restwelligkeit ge-

hen ab dieser Ausgabe ebenfalls in die Leistungsnote der Tests ein.

Seasonic X-560 (SS-560KM): Die goldene Ausnahme. Das Seasonic X-560 wurde schon einmal in Ausgabe 11/2010 getestet und passt aufgrund seines hohen Preises von rund 115 Euro nicht recht ins Testfeld. Die Preise der anderen Netzteile liegen zwischen 40 und 85 Euro. Das Seasonic X-560 leistet auf der einzigen 12-Volt-Schiene 552 Watt – dies reicht für einen Großteil der PC-Konfigurationen aus. Bei geringer bis mittlerer Auslastung arbeitet das X-560 komplett passiv, erst ab rund 80 Prozent Last läuft der Lüf-

ter mit 0,3 Sone an und erreicht mit 1,2 Sone seine maximale Lautheit. Die Effizienz liegt entsprechend eines 80-Plus-Gold-Netzteils bei 81 bis 92 Prozent. Temperaturen und Restwelligkeit sind sehr gering. Fazit: Das Seasonic X-560 ist ein gutes bis sehr gutes Netzteil, kostet aber zu viel.

PC Power & Cooling Silencer MKIII 500W (PPCMK3S500): Solides und preiswertes Netzteil. Die amerikanische Firma PC Power & Cooling gehört inzwischen zu OCZ, wird aber weiterhin als Eigenmarke vertrieben. Das Silencer MKIII 500W (PPCMK3S500) ist eindeutig das beste Netzteil unseres Vergleichstests, bei dem das Preis-Leistungs-Verhältnis stimmt. Als Ausstattung bietet PC Power & Cooling teilmodulares Kabelmanagement, ausreichend lange Leitungen, zweimal PCI-Express-6+2-Pin-Anschlüsse, umfangreiche fünf Jahre Garantie

Bonusmaterial



Heft-DVD: Artikel im PDF-Format informieren Sie über die Technik in Netzteilen u. v. m.

Messungen der Restwelligkeit bzw. Ripple & Noise (zu hohe Werte rot markiert)

Hersteller/Netzteil	Ripple-and-Noise-Werte														
	10 % Last			20 % Last			50 % Last			80 % Last			100 % Last		
	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt
Seasonic X-560	08,0 mV	11,0 mV	13,0 mV	08,0 mV	11,0 mV	15,0 mV	10,0 mV	13,0 mV	19,0 mV	14,0 mV	15,0 mV	24,0 mV	16,0 mV	16,0 mV	32,0 mV
Sharkoon WPM 500W	06,0 mV	07,0 mV	16,0 mV	07,0 mV	08,0 mV	17,0 mV	14,0 mV	13,0 mV	22,0 mV	17,0 mV	17,0 mV	31,0 mV	20,0 mV	20,0 mV	42,0 mV
Silverstone Strider 500W	10,0 mV	08,0 mV	13,0 mV	10,0 mV	09,0 mV	17,0 mV	22,0 mV	14,0 mV	26,0 mV	34,0 mV	18,0 mV	39,0 mV	39,0 mV	20,0 mV	55,0 mV
Be quiet Pure Pow. L8 CM 530W	08,0 mV	05,0 mV	10,0 mV	08,0 mV	06,0 mV	11,0 mV	09,0 mV	08,0 mV	12,0 mV	14,0 mV	11,0 mV	13,0 mV	16,0 mV	12,0 mV	13,0 mV
Antec HCG M 520W	05,0 mV	05,0 mV	13,0 mV	06,0 mV	05,0 mV	14,0 mV	07,0 mV	07,0 mV	16,0 mV	08,0 mV	08,0 mV	16,0 mV	09,0 mV	09,0 mV	17,0 mV
Super Flo. Amazon SF-450P14HE	12,8 mV	13,2 mV	24,0 mV	14,8 mV	16,0 mV	28,8 mV	17,2 mV	16,8 mV	41,2 mV	18,0 mV	17,6 mV	57,6 mV	19,6 mV	20,0 mV	70,8 mV
PC Power & Cool. Sil. MKIII 500W	06,0 mV	07,0 mV	16,0 mV	07,0 mV	08,0 mV	18,0 mV	07,0 mV	08,0 mV	21,0 mV	08,0 mV	09,0 mV	25,0 mV	09,0 mV	10,0 mV	29,0 mV
OCZ ZT 650W	07,0 mV	08,0 mV	14,0 mV	07,0 mV	09,0 mV	18,0 mV	09,0 mV	11,0 mV	28,0 mV	13,0 mV	14,0 mV	40,0 mV	17,0 mV	20,0 mV	48,0 mV
LC Power LC7600 V2.3	14,0 mV	17,0 mV	23,0 mV	15,0 mV	18,0 mV	24,0 mV	16,0 mV	23,0 mV	31,0 mV	20,0 mV	28,0 mV	39,0 mV	20,0 mV	34,0 mV	36,0 mV
Cougar A 560W	13,0 mV	13,0 mV	26,0 mV	14,0 mV	14,0 mV	29,0 mV	20,0 mV	18,0 mV	46,0 mV	30,0 mV	21,0 mV	62,0 mV	32,0 mV	22,0 mV	74,0 mV
Grenzwerte: 3,3 Volt: 50,0 mV; 5 Volt: 50,0 mV; 12 Volt: 120,0 mV															

sowie alle wichtigen Schutzschaltungen. Im Inneren kommen hochwertige Bauteile zum Einsatz. Das Einschienen-Design des Silencer MKIII 500W bietet auf der 12-Volt-Leitung 456 Watt. Bis 50 Prozent Last ist das Netzteil mit 0,1 Sone praktisch nicht hörbar. Allerdings steigt ab 80 Prozent Auslastung die Lautheit auf 3,7 bis 4,5 Sone – viel zu laut! Fazit: Das PC Power & Cooling Silencer MKIII 500W arbeitet effizient, teilweise sehr leise und hat mit 60 Euro einen fairen Preis.

Be quiet Pure Power L8 CM 530W (BQT L8-CM-530W): Eindeutiger Sieger in puncto geringe Lautheit. Durch eine wirklich nur geringfügig schlechtere Effizienz landet das Be quiet Pure Power L8 CM 530W knapp hinter dem Silencer MKIII 500W. Dafür bietet das Be-quiet-Netzteil gerade bei hoher Auslastung eine sehr viel geringere Lautheit von 1,1 bis maximal 1,5 Sone. Wird das Pure Power L8 CM nur wenig belastet, ist es mit 0,1 bis 0,4 Sone kaum hörbar. Das Netzteil arbeitet mit zwei Stromschienen, die 20 und 28 Ampere liefern – zusammen 480 Watt. Das Kabelsystem ist teilmodular, allerdings sind ATX- und P8-CPU-Anschluss mit 45 Zentimetern für einige Gehäuse zu kurz. Die zwei PCI-Express-6+2-Pin-Anschlüsse sind mit 55 Zentimetern ausreichend lang. Fazit: Wem der rund ein Prozent schlechtere Wirkungsgrad gegenüber dem Netzteil von PC Power & Cooling egal ist und dafür geringe Lautheit wichtiger, bekommt mit dem Be quiet Pure Power L8 CM 530W für rund 60 Euro ein feines Netzteil.

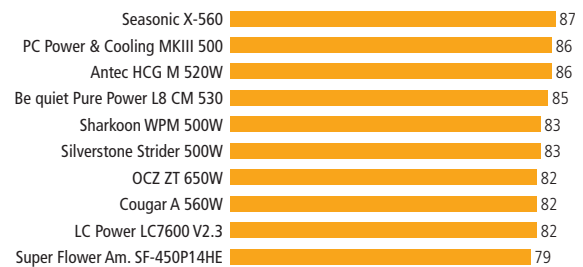
Antec High Current Gamer M 520W (HCG-520M): Sehr lauter Stromlieferant. Das Antec High Current Gamer M 520W arbeitet mit einem Einschienen-Design und liefert auf

der 12-Volt-Leitung bis zu 480 Watt. Ab 20 Prozent Last erreicht das Netzteil 85 bis 87 Prozent Wirkungsgrad. Hinzu kommt eine gute Leistungsfaktorkorrektur (0,910 bis 0,993). Neben den guten Ripple&Noise-Werten bietet das High Current Gamer M 520W bis 50 Prozent Last eine noch geringe Lautheit. Allerdings steigt die Geräuschkulisse bei hoher Auslastung des Netzteils auf 3,6 bis 6,2 Sone – das ist unangenehm laut. Der 12-V-CPU-Anschluss und der ATX-Stecker sind fest eingebaut und die Kabel 50 bis 60 Zentimeter lang. Die zwei PCI-Express-6+2-Pin-Anschlüsse und PATA-/SATA-Leitungen kommen auf 55 bis 60 beziehungsweise 85 Zentimeter. Fazit: Das Antec High Current Gamer M 520W ist mit 85 Euro nicht besonders preiswert und zudem bei starker Auslastung einfach zu laut.

Silverstone Strider Essential Series 500W (SST-ST50F-ES): Günstiges und gutes Netzteil. Das Silverstone Strider Essential Series 500W ist befriedigend bis gut ausgestattet und bietet mit 40 bis 85 Zentimetern ausreichend lange Kabel. Auf ein modulares Kabelsystem hat der Hersteller verzichtet. Der Wirkungsgrad ist entsprechend der 80-Plus-Standard-Zertifizierung gut und liegt ab 20 Prozent Last immer über 80 Prozent. Die Restwelligkeit bleibt in allen Lastzuständen innerhalb der Intel-Spezifikationen. Auch beim Thema Schutzschaltungen gibt sich Silverstone keine Blöße. Die Lautheit steigt ab 80 Prozent Last auf 1,2 bis 2,6 Sone – das ist im Vergleich zu den anderen Netzteilen ein guter Wert. Zudem arbeitet das Silverstone Strider Essential Series 500W bei geringer bis mittlerer Last nahezu unhörbar. Fazit: Das Silverstone Strider Essential Series 500W ist ein solides Netzteil, das nur wenig kostet. ▶

Effizienz in einem Office-PC

Office-PC (ca. 90 Watt Leistungsaufnahme)

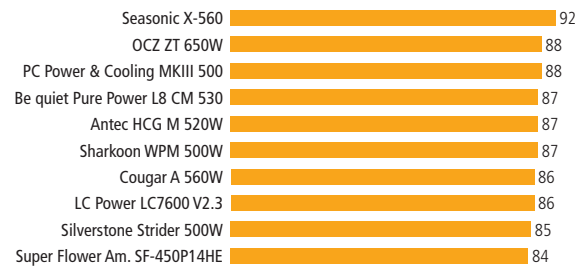


System: Chroma-Testsystem; Office-PC: Intel Core i3-2100, Asus P8H67-M PRO R.3.0, HD Graphics 2000 **Bemerkungen:** Bei geringer Last arbeiten die Netzteile messbar weniger effizient als bei mittlerer Auslastung.

Prozent
▶ Besser

Effizienz in einem Spielerechner

Spielerechner (ca. 250 Watt Leistungsaufnahme)

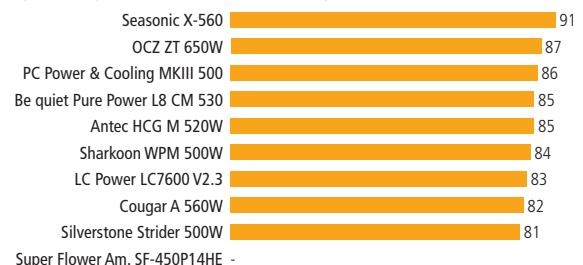


System: Chroma-Testsystem; Spielerechner: Phenom II X6 1090T, MSI 870A-G54, Gef. GTX 560 Ti/1.024 MiByte **Bemerkungen:** Bei 250 Watt sind die Netzteile etwa zu 50 Prozent ausgelastet und erreichen so den maximalen Wirkungsgrad.

Prozent
▶ Besser

Effizienz in einem High-End-System

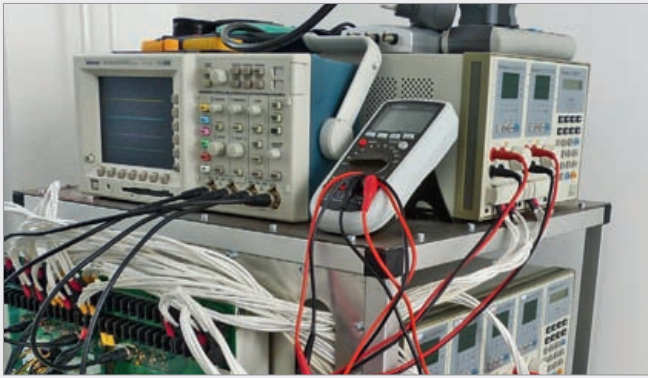
High-End-System (ca. 500 Watt Leistungsaufnahme)



System: Chroma-Testsystem; High-End-System: Core i5-2500K, Asus P8P67 R.3.0, 2 x Geforce GTX 580 **Bemerkungen:** 500 Watt Leistungsaufnahme sind für die meisten Netzteile dieses Tests die obere Leistungsgrenze, entsprechend gering ist die Effizienz.

Prozent
▶ Besser

Neues Testlabor für Netzteile



PC Games Hardware hat das Testlabor gewechselt, da Simon Zentgraf (bisheriger Netzteiltester) sein Geschäft aufgegeben hat. Nun testet Mathias Brockmann im Testlabor der Hardwareluxx Media GmbH nach unseren Vorgaben die Spannungswandler. Es ändert sich allerdings nichts an den Testmethoden: Die Redaktion prüft Netzteile nach wie vor nach einem ausgeklügelten Verfahren und achtet besonders auf die Lautheit der Probanden. Die komplette Beschreibung des Testverfahrens finden Sie auf der ersten Seite dieses Artikels.

OCZ ZT 650W (OCZ-ZT650W): Günstiges 650-Watt-Netzteil. Das OCZ ZT 650W bietet deutlich mehr Leistung als die anderen Testkandidaten und kostet mit rund 80 Euro trotzdem nur wenig mehr. Im 650-Watt-Netzteil von OCZ arbeiten sehr gute Komponenten und es sind alle wichtigen Schutzschaltungen vorhanden. Ein modulares Kabelsystem ist ebenfalls eingebaut; die Leitungen sind mit maximal 75 Zentimetern recht lang. Der gemessene Wirkungsgrad liegt zwischen 79 und 88 Prozent und entspricht der 80-Plus-Bronze-Zertifizierung. Die Restwelligkeit und die Temperaturen im Netzteil sind gering. Bis 50 Prozent Last arbeitet das OCZ ZT 650W mit 0,8 bis 1,4 Sone noch leise, darüber messen wir allerdings laute 4,3 bis 6,1 Sone. Fazit: Das OCZ ZT 650W kostet rund 80 Euro, bietet eine lange Garantie

und gute Effizienz. Allerdings ist das Netzteil von OCZ alles andere als leise.

Cougar A 560W (A560): Publikums- liebbling mit Schwächen. Cougars A-Serie wird sehr oft im PCGH-Preisvergleich gesucht. Dies liegt sicher an der soliden Leistung und dem fairen Preis. Das A 560W bietet ausreichend lange Kabel, aber kein modulares Kabelmanagement. Die Komponenten im Inneren sind hochwertig und gut verarbeitet. Die Effizienzwerte sind für ein 80-Plus-Bronze-Netzteil gut und die Lautheit bis 50 Prozent Last mit 0,7 Sone akzeptabel. Bei Voll- last erzeugt das Corsair TX750M allerdings laute 4,6 Sone. Mit bis zu 25 Grad Celsius wird das A 560W kaum wärmer als die anderen Netz- teile im Test. Die Restwelligkeit ist zudem gering. Fazit: Das Cougar A

NETZTEILE Alle Watt-Klassen werden nach dem exakt gleichen Wertungsschema benotet.	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt
Produkt	X-560 (SS-560KM)	Silencer MKIII 500W	Pure Power L8 CM 530W	HCG-520M	Strider Ess. Series 500W
Hersteller	Seasonic	PC Power & Cooling	Be quiet	Antec	Silverstone
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 115,-/befriedigend	Ca. € 60,-/gut	Ca. € 60,-/gut	Ca. € 85,-/befriedigend	Ca. € 45,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/544252	www.pcgh.de/preis/703754	www.pcgh.de/preis/674412	www.pcgh.de/preis/725965	www.pcgh.de/preis/515952
Maximalleistung (Herstellerangabe)	560 Watt	500 Watt	530 Watt	520 Watt	500 Watt
ATX-Version	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Ausstattung (20 %)	1,38	1,84	1,90	1,93	2,48
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	35-75 cm/35-85 cm	40-70 cm/40-80 cm	45-75 cm/45-75 cm	55-85 cm/55-85 cm	40-85 cm/50-75 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	2/5/8 Stück	1/3/6 Stück	1/4/5 Stück	1/4/5 Stück	1/3/4 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 4+4-Pin (65 cm)/1x 24-Pin (60 cm)	1x 4+4-Pin (60 cm)/1x 24-Pin (55 cm)	1x 4+4-Pin (45 cm)/1x 24-Pin (45 cm)	1x 4+4-Pin (60 cm)/1x 24-Pin (50 cm)	1x 4+4-Pin (55 cm)/1x 24-Pin (50 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	2x 6+2-Pin (60 cm)	2x 6+2-Pin (55 cm)	2x 6+2-Pin (55 cm)	2x 6+2-Pin (55-60 cm)	1x 6-Pin/1x 6+2-Pin (50 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, komplett	Ja, teilweise	Ja, teilweise	Ja, teilweise	Nein
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem	Semi-Passiv, 120 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter
Lüfterregelung beim Netzteil	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/5 Jahre	Kurzanleitung/5 Jahre	Ja, deutsch/3 Jahre	Nein (nur Download)/3 Jahre	Ja, deutsch/3 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Gold	80 Plus Bronze	80 Plus Bronze	80 Plus Bronze	80 Plus
Schutzmechanismen laut Hersteller	OCP, OPP, OTP, OVP, SCP, UVP	OCP, SCP, OPP, OTP, OVP, UVP	OCP, OVP, UVP, OPP, OTP, SCP	OCP, OVP, UVP, SCP, OPP	UVP, OVP, OPP, SCP, OCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder, Kabeltasche	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben
Eigenschaften (20 %)	1,25	1,25	1,77	1,51	1,90
Kondensatoren primär	2x Nippon Chemicon 330 µF, 420 Volt, 105 °C	Nippon Chemicon 470 µF, 400 Volt, 105 °C	Teapo 330 µF, 400 Volt, 85 °C	Rubycon 330 µF, 400 Volt, 85 °C	Teapo 220 µF, 400 Volt, 85 °C
Kondensatoren sekundär	Nippon Chemicon Elkos, Feststoff-kondensatoren	Nippon Chemicon Elko 105 °C	Teapo Elko 105 °C	Nippon Chemicon Elko 105 °C	Teapo Elko 105 °C
Platinenmaterial	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)
Nachlaufsteuerung Lüfter	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 140 mm
Belastbarkeit* +3,3 V und +5 V	125 Watt	130 Watt	120 Watt	130 Watt	120 Watt
Belastbarkeit* +12 V/Schienen	552 Watt/1	456 Watt/1	480 Watt/2	480 Watt/1	408 Watt/1
Leistung (60 %)	1,65	2,12	2,00	2,33	2,03
Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,1/0,1/0,1/0,3/1,2 Sone	0,1/0,1/0,1/0,3/7,4/5 Sone	0,1/0,1/0,4/1,1/1,5 Sone	0,7/0,7/0,7/3,5/6,2 Sone	0,1/0,1/0,1/1,2/2,6 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	0,9 Watt	0,9 Watt	0,8 Watt	0,9 Watt	1,0 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %**	81/88/92/91/91 %	78/86/88/87/86 %	77/85/87/86/85 %	77/85/87/86/85 %	76/83/85/83/81 %
Leistungsfaktorkor. (PFC) 10 bis 100 %**	0,789 bis 0,976	0,895 bis 0,993	0,871 bis 0,988	0,910 bis 0,993	0,591 bis 0,980
Temperatur 10 bis 100 %**	23,6 bis 25,6 °C	20,0 bis 27,1 °C	22,2 bis 30,2 °C	20,9 bis 23,7 °C	22,8 bis 29,8 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation
FAZIT	- Modulares Kabelsystem - Lautheit - Hohe Effizienz	- Bis 50 % Last unhörbar - Viele Schutzschaltungen - Ab 80 % Last zu laut	- Überwiegend sehr leise - Guter Wirkungsgrad - Geringe Restwelligkeit	- Sehr gute PFC - Geringe Restwelligkeit - Bei 100 % Last sehr laut	- Bis 50 % Last unhörbar - Geringe Restwelligkeit - Teils niedriger PFC
	Wertung: 1,51	Wertung: 1,89	Wertung: 1,93	Wertung: 2,08	Wertung: 2,09

* Belastbarkeit wird nicht gewertet ** Auslastung

560W erreicht solide Werte und ist preiswert, nur die hohe Lautheit stört das Gesamtbild.

LC Power LC7600 V2.3 (LC7600): Preiswert, aber zu laut. Wir testen aus LC Powers LC-Serie das 550-Watt-Modell, das rund 55 Euro kostet. Dafür gibt es 80 Plus Bronze, 3 Jahre Garantie, zweimal PCI-E-Anschlüsse sowie alle wichtigen Schutzschaltungen. Modulares Kabelmanagement fehlt allerdings. Der Wirkungsgrad liegt ab 20 Prozent Last bei 83 bis 86 Prozent – gut für ein Bronze-Netzteil. Der Spannungswandler arbeitet bis etwa 50 Prozent Last mit 0,6 Sone noch leise, bei hoher Auslastung werden es aber schnell störende 4,0 bis 6,6 Sone. Die Restwelligkeit liegt auf allen Spannungsleitungen und in allen Lastzuständen innerhalb der Intel-Spezifikationen. Fazit: Das LC

Power LC7600 ist preiswert und effizient, allerdings auch zu laut.

Sharkoon WPM 500W (WPM500): Sehr günstiges Einsteigernetzteil. Das Sharkoon WPM 500W kostet nur rund 40 Euro. Doch taugt das „Billig“-Netzteil auch etwas? Es fällt sofort auf, dass Sharkoon die Kosten für die 80-Plus-Zertifizierung gespart hat, denn ein entsprechendes Logo fehlt. Trotzdem erreicht das Sharkoon WPM 500W gute Effizienzwerte zwischen 76 und 87 Prozent. Im WPM 500W kommt ein 140-Millimeter-Lüfter zum Einsatz. Dadurch ist das Netzteil bis 50 Prozent Last mit 0,4 Sone noch leise. Erst ab 80 Prozent Auslastung steigt die Lautheit auf 3,0 Sone und bei Vollast sind es unangenehme 3,9 Sone. Die Ausstattung des Modells mit modularem Kabelsystem ist gut: Die zwei PCI-Express-Stecker

haben Kabellängen von 55 Zentimetern. Als Schutzschaltungen bietet es nur OVP (Überspannungsschutz), SCP (Kurzschlusschutz) und OCP (Überstromschutz). Fazit: Das Sharkoon WPM 500W hat ein gutes bis sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis!

Super Flower Amazon SF-450P14HE: 450 Watt für nur 45 Euro. Das Super Flower Amazon SF-450P14HE haben wir erstmals in Ausgabe 02/2011 getestet. Da es immer noch unverändert angeboten wird, haben wir es noch einmal in diesen Test aufgenommen. Das Amazon SF-450P14HE leistet auf den vier 12-Volt-Leitungen bis zu 396 Watt und bietet zwei PCI-E-Anschlüsse. Es gibt sogar einen 6+2-Pin und einen 6-Pin-Stecker. Das Netzteil ist 80-Plus-Bronze-zertifiziert, erreicht aber die Werte im Test nicht

ganz. Die Effizienz ist mit 70 bis 84 Prozent trotz 80-Plus-Bronze-Zertifizierung die schlechteste im gesamten Testfeld. Positiv ist die geringe Lautheit von 0,2 bis maximal 1,5 Sone. Fazit: Das Super Flower Amazon SF-450P14HE kostet nur 45 Euro und bietet dafür befriedigende Werte sowie immerhin 450 Watt Ausgangsleistung. (ma)

Fazit

Netzteile

Der Vergleichstest zeigt, dass ein solches Netzteil nicht teuer sein muss, solange Sie sich mit 80-Plus-Bronze-Effizienz zufriedengeben. Enttäuschend ist allerdings, dass sehr viele Netzteile bei hoher Belastung zu akustischen Störungen werden. Ausnahmen bilden hier nur die Hersteller Be quiet, Seasonic und Silverstone.

NETZTEILE	630 bis 800 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt	400 bis 600 Watt (PCGH 02/2011)
Alle Watt-Klassen werden nach dem exakt gleichen Wertungsschema benotet.					
Produkt	ZT 650W (OCZ-ZT650W)	A 560W (A560)	LC7600 V2.3 (LC7600)	WPM 500W (WPM500)	Amazon SF-450P14HE
Hersteller	OCZ	Cougar	LC Power	Sharkoon	Super Flower
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 80,-/gut	Ca. € 60,-/gut	Ca. € 55,-/gut	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 45,-/Gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/692698	www.pcg.de/preis/655091	www.pcg.de/preis/660403	www.pcg.de/preis/694424	www.pcg.de/preis/492447
Maximalleistung (Herstellerangabe)	650 Watt	560 Watt	550 Watt	500 Watt	450 Watt
ATX-Version	2.2	2.3	2.3	2.0	2.2
Ausstattung (20 %)	2,07	2,14	2,24	2,08	3,53
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	40-75 cm/40-75 cm	50-95 cm/50-80 cm	40-70 cm/40-55 cm	55-85 cm/55-115 cm	48-77 cm/48-77 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/6/9 Stück	1/4/6 Stück	1/5/6 Stück	1/5/6 Stück	1/6/6 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 4+4-Pin (55 cm)/1x 24-Pin (50 cm)	1x 4+4-Pin (50 cm)/1x 24-Pin (50 cm)	1x 4+4-Pin (50 cm)/1x 24-Pin (50 cm)	1x 4+4-Pin (55 cm)/1x 24-Pin (55 cm)	1x 8-Pin (46 cm)/1x 24-Pin (47 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	2x 6+2-Pin (55 cm)	2x 6+2-Pin (50-65 cm)	2x 6+2-Pin (40-55 cm)	1x 6-Pin/1x 6+2-Pin (55 cm)	1x 6+2-Pin (59 cm)/1x 6-Pin (46 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, komplett	Nein	Nein	Ja, teilweise	Nein
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem	Aktiv, 140 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Aktiv, 140 Millimeter	Aktiv, 140 Millimeter
Lüfterregelung beim Netzteil	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung/5 Jahre	Ja, deutsch/3 Jahre	Nein/3 Jahre	Nein (nur Download)/2 Jahre	Ja, deutsch/2 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Bronze	80 Plus Bronze	80 Plus Bronze	Keine	80 Plus Bronze
Schutzmechanismen laut Hersteller	OCP, SCP, OPP, OVP, UVP	OCP, OPP, SCP, OVP, UVP	OCP, OPP, OVP, SCP, UVP	OVP, SCP, OCP	OPP, OVP, SCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabeltasche	Kaltgerätestecker, Schrauben
Eigenschaften (20 %)	1,37	1,38	1,77	2,55	2,49
Kondensatoren primär	Teapo 560 µF, 420 Volt, 105 °C	Nippon Chemicon 330 µF, 400 Volt, 85 °C	Teapo 400 µF, 420 Volt, 85 °C	Samxon 220 µF, 400 Volt, 85 °C	Capxon 390 µF, 420 V, 105 °C
Kondensatoren sekundär	Nippon Chemicon Elko 105 °C	Nippon Chemicon Elko 105 °C	Teapo Elko 105 °C	Samxon Elko 105 °C	Capxon Elkos
Platinenmaterial	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Pertinax
Nachlaufsteuerung Lüfter	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 175 mm	150 x 86 x 140 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm
Belastbarkeit* +3,3 V und +5 V	170 Watt	120 Watt	150 Watt	105 Watt	140 Watt
Belastbarkeit* +12 V/Schienen	648 Watt/1	480 Watt/2	408 Watt/2	456 Watt/1	396 Watt/4
Leistung (60 %)	2,36	2,39	2,42	2,32	2,23
Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,8/0,8/1,4/4,3/6,1 Sone	0,7/0,7/0,7/3,6/4,6 Sone	0,6/0,6/0,6/4,0/6,6 Sone	0,4/0,4/0,4/3,0/3,9 Sone	0,2/0,2/0,3/1,0/1,5 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	1,2 Watt	1,1 Watt	0,9 Watt	1,0 Watt	0,9 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %**	79/86/88/87/86 %	75/83/86/85/83 %	75/83/86/84/82 %	76/84/87/86/84 %	70/79/84/84/83 %
Leistungsfaktorkor. (PFC) 10 bis 100 %**	0,815 bis 0,987	0,672 bis 0,953	0,885 bis 0,942	0,835 bis 0,980	0,865 bis 0,980
Temperatur 10 bis 100 %**	22,1 bis 29,0 °C	21,9 bis 25,2 °C	21,8 bis 30,7 °C	21,1 bis 27,4 °C	20,1 bis 25,6 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation
FAZIT	+ Lange Garantie + Preiswertes 650er - Bei 100 % Last sehr laut	+ Geringe Einbautiefe + Viele Schutzschaltungen - Ab 80 % Last zu laut	+ Gute Bauteile + Fairer Preis - Bei 100 % Last sehr laut	+ Guter Wirkungsgrad - Keine 80-Plus-Zertifizierung - Ab 80 % Last laut	+ Überwiegend leise - Effizienzwerte - Keine OCP-Schaltung
	Wertung: 2,10	Wertung: 2,14	Wertung: 2,25	Wertung: 2,32	Wertung: 2,54

* Belastbarkeit wird nicht gewertet ** Auslastung



PCGH rüstet auf: So wechseln Sie das Netzteil problemlos.

Netzteil tauschen

Das Netzteil lässt sich mit wenigen Handgriffen austauschen. Doch die Tücken lauern beim Anschließen der Kabel; gerade die PCI-Express-Stecker haben es in sich.



Ein PC-Netzteil ist maßgeblich für die Stabilität des Rechners verantwortlich, denn zu große Schwankungen bei der Energieversorgung führen zum Systemabsturz des Rechners. Der häufigste Grund für ein neues Netzteil ist die zu geringe Leistung des alten Spannungswandlers – zum Beispiel durch eine neue stromhungrige Grafikkarte. In diesem Artikel wollen wir Ihnen nun zeigen, wie Sie das Netzteil problemlos tauschen. Zudem geben wir Ihnen Tipps, wie Sie Ihre Hardware optimal anschließen.

Netzteilleistung zu gering?

Eine der häufigsten Fragen in der Community bezieht sich auf die Leistung des Netzteils. Dabei wird die maximale Ausgangsleistung eines Spannungswandlers in Watt angegeben. Diese Energie wird auf die 3,3-, 5- und 12-Volt-Leitungen aufgeteilt. Die meisten PC-Komponenten benötigen aktuell 12 Volt, daher sind viele Netzteile für diesen Spannungsbereich besonders stark ausgelegt. Schutzschaltungen sollen dafür sorgen, dass weder PC-Bauteile noch das Netzteil an sich

Bonusmaterial



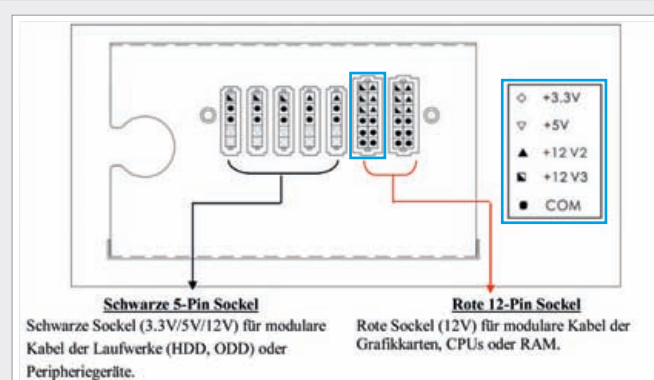
Heft-DVD: Die Kaufberatung Netzteils samt „Wie funktioniert ein Netzteil“ liegen als PDF auf DVD.

beschädigt werden. So schaltet nahezu jedes Netzteil ab, wenn mehr Strom aus dem Spannungswandler gezogen wird, als es liefern kann. Der Rechner geht dann einfach aus. Am praktischen Beispiel kann das so aussehen: Sie spielen ein aufwendiges 3D-Spiel und besonders viele Gegner stürmen auf Sie zu. Prozessor und Grafikkarte arbeiten mit maximaler Kraft und benötigen entsprechend viel elektrische Energie. Der Stromfluss erreicht dadurch den Schwellenwert des Überlastschutzes und das Netzteil schaltet sich samt dem kompletten Rechner aus.

Das richtige Netzteil

Im Gegensatz zu Haushaltsgeräten variiert die Leistungsaufnahme bei PCs je nach laufender Anwendung sehr stark. Ein 600-Watt-Netzteil zieht nicht dauerhaft 600 Watt aus

PCI-Express-Anschlüsse: Aufteilung Stromschienen



Ein Blick ins Handbuch des Netzteils verrät in diesem Beispiel, dass das Enermax EPM500AWT zwei 12-Volt-Schienen pro PCI-E-Kabel führt.

Enermax Platimax (EPM500AWT/EPM600AWT)	
12-Pin Sockel 1	12-V-Schiene 2 & 3
12-Pin Sockel 2	12-V-Schiene 2 & 3
Enermax Platimax (EPM750AWT/EPM850EWT)	
12-Pin Sockel 1	12-V-Schiene 4
12-Pin Sockel 2	12-V-Schiene 3
12-Pin Sockel 3	12-V-Schiene 2
Be quiet Straight Power E9 (480/580/680 Watt)	
PCI-E-Anschluss 1	12-V-Schiene 3
PCI-E-Anschluss 2	12-V-Schiene 4



Haben Sie ein Netzteil mit modularem Kabelmanagement gekauft, müssen Sie nur die Kabel anschließen, die Sie dann auch tatsächlich benötigen – dies sorgt für Ordnung!



dem Energienetz. PC-Netzteile liefern immer nur so viel Strom, wie gerade von den PC-Komponenten benötigt wird. Dementsprechend wird auch der Energiefluss aus dem Stromnetz angepasst. Im Leerlauf benötigen moderne Rechner häufig nur noch 50 bis 100 Watt. Ein Spiele-PC braucht je nach Ausstattung durchschnittlich 250 bis 350 Watt im 3D-Betrieb. Es kommt allerdings auch zu Leistungsspitzen, in denen gerne mehr als 450 Watt aus dem Netzteil gezogen werden. Eine grobe Einschätzung, welches Netzteil für Ihren PC optimal ist, bieten die PSU-Rechner von Be quiet (www.be-quiet.net) und Enermax (www.enermax.de). Im Effizienz-Special auf Seite 28 in dieser Ausgabe finden Sie auch Watt-Messungen diverser PC-Komponenten, mit denen Sie selbst rechnen können.

Netzteil ausbauen

Wie immer gilt: Trennen Sie den PC vom Stromnetz und warten Sie ein paar Minuten, damit sich die Kondensatoren entladen. Anschließend ziehen Sie alle Stecker ab: An der Grafikkarte sind es ein oder zwei PCI-Express-Anschlüsse. Vom Mainboard entfernen Sie den ATX- und den P4-/P8-CPU-Stecker und von den Laufwerken die SATA-beziehungsweise Molex-Stecker. Nun müssen Sie nur noch Lüfter abkoppeln, die direkt am Netzteil hängen. Je nach Gehäuse sind die Kabel unter dem Mainboard-Schlitten verlegt. Sind alle Kabel entfernt, lösen Sie die vier Schrauben zwischen Gehäuse und Spannungswandler. Anschließend nehmen Sie das Netzteil einfach heraus.

Das neue Netzteil

Das Netzteil kann fast immer mit dem Lüfter nach unten eingebaut werden – egal ob der Spannungswandler oben oder unten ins Gehäuse kommt. Schrauben Sie das Netzteil fest und verlegen Sie die Kabel je nach Gehäuse. Bei Geräten mit modulare Kabelmanagement stecken Sie nur die notwendigen Leitungen an. Nun schließen Sie als Erstes das Mainboard (ATX- und CPU-Stecker) an und danach die Laufwerke und gegebenenfalls die Gehäuselüfter sowie sonstige Geräte. Die PCI-Express-Stecker für die Grafikkarte kommen als Letztes an die Reihe. Bei Netzteilen mit mehreren PCI-Express-Anschlüssen sollten Sie den nächsten Tipp genau lesen.

PCI-Express-Anschlüsse

Damit ein Überlastschutz (englisch: Over Current Protection, kurz OCP) eines Netzteils effektiv arbeiten kann, wird die 12-Volt-Spannung auf sogenannte Schienen (auch Rails genannt) aufgeteilt. Wie viel Strom maximal über eine Schiene fließen darf, finden Sie im Handbuch des Netzteils. Zudem sind die Rails so aufgeteilt, dass CPU/Mainboard und Grafikkarte getrennt versorgt werden. Bei Netzteilen unter 500 Watt haben Sie sowieso nur zwei PCI-E-Stecker und damit auch keine Wahl. Setzen Sie allerdings einen Spannungswandler mit mehr Leistung ein und müssen Sie sich zwischen vier PCI-E-Stromanschlüssen entscheiden, sollten Sie Folgendes beachten: Prüfen Sie im Handbuch, wie die Stromschienen auf die Stecker aufgeteilt sind, sodass der Grafikkarte nicht der Strom ausgeht.

Beispiele: Beim Enermax EP-M500AWT und EPM600AWT stehen zwei getrennte Stromschienen für ein Steckerpaar zur Verfügung. Sie haben also maximale Leistung (bis zu 600 Watt), wenn Sie das Steckerpaar einer Leitung anschließen. Bei den größeren Platimax-Netzteilen (EPM750AWT und EPM850EWT) hingegen ist es nur eine Stromschiene. Ähnlich ist es bei der Straight-Power-Serie von Be quiet (siehe auch Extrakasten auf der linken Seite).

Anschlussprobleme?

Es gibt immer noch einige Mainboards, die über einen vier- statt achtpoligen CPU-Anschluss verfügen. In diesem Fall lässt sich bei nahezu allen Netzteilen der Achtpol-Stecker teilen, damit er auf ältere Hauptplatinen passt. Ähnlich ist es beim ATX-Anschluss: Alte Mainboards haben nur einen 20- statt 24-poligen Anschluss. In diesem Fall kann der Stecker bei vielen Netzteilen ebenfalls geteilt werden. (ma)

Fazit

Hardware

Netzteil tauschen

Der Wechsel des Netzteils gehört zu den einfachsten Umbauarbeiten am Rechner. Nur der Einbau eines Laufwerks ist vielleicht noch einfacher. Doch im Gegensatz zum Laufwerkswechsel wirkt sich der Tausch des Netzteils überhaupt nicht auf die Software aus und erfordert schon gar nicht eine Neuinstallation von Windows.

Schritt-für-Schritt-Anleitung: Netzteiltausch

Schritt 1: Einbau



Schritt 2: Anschrauben



Nachdem Sie das alte Netzteil ausgebaut haben, setzen Sie das neue Gerät ein und schrauben es mithilfe der mitgelieferten Schrauben am Gehäuse fest.

Schritt 3: ATX-Stecker



Schritt 4: P4-/P8-Stecker

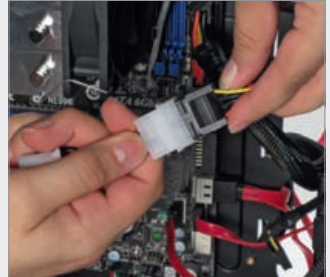


Als Erstes schließen Sie den breiten ATX-Stecker an und danach verbinden Sie das Netzteil mit dem CPU-Anschluss des Mainboards.

Schritt 5: Laufwerke



Schritt 6: Lüfter



Während moderne Laufwerke inzwischen per SATA-Stromstecker angeschlossen werden, sind Lüfter oft mit einem Molex-Adapter ausgestattet.

Schritt 7: Grafikkarte



Zum Schluss müssen Sie nur noch die PCI-E-Anschlüsse der Grafikkarte mit dem Netzteil verbinden. Beachten Sie hierzu bitte unsere Hinweise zu den Stromschienen.

Alle Kabel angeschlossen?

- Mainboard: ATX-Stecker
- Mainboard: CPU-Stecker
- Grafikkarte: (Zwei) PCI-Express-Stecker
- Festplatte/SSD: SATA-Stromstecker
- Optisches Laufwerk: Molex-Anschluss
- Lüfter: Molex-Anschluss



Peripherie

Eingabegeräte, Monitore, Sound, USB-Sticks, externe Speicher

www.pcgameshardware.de/hardware



Frank Stöwer
Fachbereich Eingabegeräte
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Nicht jede Innovation, die Maushersteller präsentieren, ist auch wirklich nützlich!

Es ist ja nicht das erste Mal, dass es die Hersteller von Spielermäusen schaffen, mich, der glaubt, als langjähriger Tester für Eingabegeräte bei der PCGH schon alles gesehen zu haben, zu überraschen. Was ich nämlich am 18. Mai 2012 in einer Pressemitteilung von Tt Esports las und sah, war wohl so ziemlich das Kurioseste und meiner Meinung nach gleichzeitig Unsinnigste, was mir je untergekommen ist: Die Tt Esports Black Element Cyclone (Bilder und Infos unter: <http://goo.gl/nlxHp>) ist die weltweit erste Maus, an der der Nutzer unten rechts am Mauskorpus einen mitgelieferten Mini-Lüfter (6.000 U/min) anbringen kann. Aha, eine Maus mit Lüfter, dachte ich mir, eher an einen verspäteten Aprilscherz statt an eine seriöse Produktankündigung glaubend. Natürlich geht es beim Zocken heiß her und Maushand ist oft verschwitzt, aber tut es da denn nicht auch ein schnödes Frotteehandtuch, um schweißnasse Hände wieder trocken zu bekommen? So ein Wirbelwilli mag ja für frische Luftzufuhr sorgen, aber geht dabei bestimmt nicht geräuschlos zu Werke. Ich jedenfalls kann auf solchen Schnickschnack an einem Eingabegerät – Tt Esports bietet den Mini-Lüfter beispielsweise auch für das Challenger Gaming Keyboard Pro Keyboard an – ganz und gar verzichten. Vielleicht stimmen Sie mir da ja zu.



Sennheiser MK4

Wenn Sie Podcasts und Spiele-Videos mit Top-Sprachqualität aufnehmen wollen, kann sich ein Studiomikrofon lohnen. Unser Tipp ist das MK4 von Sennheiser. Dank Nierencharakteristik nimmt es auch mehrere Sprecher extrem detailliert auf und hat sich beispielsweise bei unseren Let's-nerd-Videos sehr bewährt. Allerdings ist das MK4 für 300 Euro ein teurer Spaß. Zudem brauchen Sie Zusatz-Equipment.



Sharkoon Nightwriter & Sharkoon Skiller

Mit ihrer blauen LED-Hintergrundbeleuchtung eignet sich die flache Sharkoon Nightwriter sehr gut für das Tippen und Spielen in abgedunkelten Räumen. Dank 13 zusätzlicher Multimedia-Tasten macht sie auch am Wohnzimmer-PC eine gute Figur. Mit acht austauschbaren Tasten, zehn Profilen für jeweils drei Ebenen und einer Makrofunktion bietet das Skiller-Modell eine speziell für Spieler konzipierte Ausstattung.



Focal Spirit One: Überall guter Klang?

Focal bringt mit dem Spirit One seinen ersten Kopfhörer auf den Markt, der sich speziell für mobile Wiedergabegeräte eignen soll.

Im Lieferumfang finden Sie unter anderem drei Adapter: für einen 6,3-mm-Klinkenstecker, für die Kontaktgegenstelle im Flugzeug und ein Kabel, das den vierpoligen Stecker am Kopfhörer auf einen üblichen dreipoligen adaptiert. Der Klinkenstecker als vierpolige 3,5-mm-Variante wurde verbaut, da sich nahe der linken Ohrmuschel ein Bedienelement für Transportfunktionen und zur Anrufannahme befindet. Als zusätzliches Extra wurde dort ebenfalls ein Mikrofon untergebracht. Man könnte das Spirit One also auch als Headset bezeichnen. Allerdings befindet sich das Bedienelement nur rund 10 cm von der Ohrmuschel entfernt, was sowohl das Erreichen der Tasten als auch die störgeräuschfreie Sprachaufnahme teils deutlich erschwert. Zur Tastenbedienung bleibt dem Besitzer nur der berühmte „Blindflug“ übrig, da die Bezeichnungen bei aufgesetztem Kopfhörer nicht lesbar

sind. Klanglich beschreitet Focal eigene Wege in der Abstimmung. Im Bass ist eher dezent, der sprachrelevante Mitteltonbereich offenbart ebenfalls etwas Zurückhaltung. Im Hochtonbereich gab unser bereits eingespieltes Testmuster allerdings sprichwörtlich alles. Empfindlichen Naturen mag das zu viel des Guten sein – es tröstet, dass hier die Quantität nicht vor die Qualität gestellt wurde: In allen Bereichen kann man trotz nicht idealer Tonalität viele Details der Aufnahmen entdecken. (dar)



Raumfeld One

Ist Teufels Raumfeld One ein platzsparendes Lautsprechersystem für das voll vernetzte Heim? PCGH hat den Test gemacht.

Der Raumfeld One ist ein WLAN-Lautsprecher mit einfacher Bedienung und gutem Klang. Das System bietet in nahezu allen Disziplinen brauchbare Leistungen. Im Hochtonbereich bekommt der Hörer eine gute Feinauflösung geboten. Ebenso positiv verlief das Ausloten der Pegelfestigkeit. Erst bei sehr dynamischem Musikmaterial auf einem Pegel, der sich doch recht deutlich von herkömmlicher Zimmerlautstärke unterscheiden ließ, musste der Raumfeld One die Segel streichen. Stimmen könnten hingegen etwas mehr Volumen vertragen und ausgewiesenen Tieftgang vermag das 13-cm-Chassis auf der Unterseite auch nicht zu vermitteln. Die Steuerung des Lautsprechers via Android- oder iOS-App funktioniert ebenfalls gut. (dar)



Test: Asus Xonar Phoebus

Die Asus Xonar Phoebus wurde erstmalig zur CES 2012 der Öffentlichkeit präsentiert. Erst jetzt konnten wir die Soundkarte testen.

Erstmals konnte dank des Einsatzes eines neuen Soundchips der PCI-E-PCI-Brückenchip eingespart werden – die Phoebus ist eine native PCI-E-Soundkarte. Hinter dem CM8788DH-Chip von C-Media liegen, wie von diversen älteren Xonar-Karten bekannt, hochwertige Wandler und Operationsverstärker. Eine Besonderheit ist ein integrierter Kopfhörerverstärker für Impedanzen von 32 bis 600 Ohm. Damit zieht die Phoebus in diesem (Ausstattungs-)Punkt schon einmal mit der Essence ST und STX gleich. Ein dickes Plus gegenüber den beiden internen Topmodellen ist hingegen die Unterstützung von Mehrkanalwiedergabe bis zu acht Kanälen ohne Zusatzboard, wie es beispielsweise die Essence ST mit dem H6 benötigt (Test in Ausgabe 03/2012). Der Kopfhörerausgang sowie der Mikrofoneingang werden durch eine Zusatzbox mit Lautstärkeregelung auf den Schreibtisch geführt. Das erleichtert die Verkabelung ohne feststellbare Qualitätsdefizite, wie es in manchen Fällen bei Frontpanelanschlüssen im Gehäuse auftreten kann. Ein straffer Tiefton und natürliche Stimmwiedergabe gepaart mit guter Auflösung über das gesamte Frequenzspektrum

und einer glaubwürdigeren Raumabbildung sprechen für die Phoebus. Die Surroundemulation für Stereokopfhörer gefällt durch einen natürlichen Raumeindruck ohne gröbere Schnitzer in der Umsetzung – die Phoebus arbeitet hier sogar besser als die Asus Xonar Essence ST und daher sollte die Phoebus die erste Wahl für Spieler mit hochwertigen (Stereo-)Headsets und Kopfhörern sein. (dar)



Asus Xonar Phoebus

FAZIT: Die Asus Xonar Phoebus ist eine funktionelle Karte für Spieler, die sich nicht zu verstecken braucht. Eine Anschlussbox für den Schreibtisch und die gute Surroundemulation fallen positiv, der Stromanschluss negativ auf.

Hersteller: **Asus**

Web: **www.asus.de**

Preis: **Ca. € 170,-** | Preis-Leistung: **Gut**

Native PCI-E-Unterstützung	Ausstattung	2,08
Sehr gute Surroundemulation	Eigenschaften	1,50
Hohes klangliches Niveau	Leistung	1,70

WERTUNG

1,74

„ULTRASONE - “You have to hear it, to believe it“

(Ken Taylor/ Bassist)

ULTRASONE
THE headphone company

www.ultrasone.com



Bild: Intel

Die neue NAS-Generation im Praxistest

NAS-Speicher 2012

Seit unserem letzten Netzwerkspeicher-Test vor gut einem Jahr sind eine ganze Reihe neuer Modelle und Funktionen erschienen. Zeit für einen Vergleichstest.

Netzwerk-Speicher haben sich als Alternative irgendwo zwischen externer Festplatte und vollwertigem Heimserver einen festen Platz in vielen Haushalten erobert. Zu Preisen ab 100 Euro bieten die Hersteller leistungsfähige Medienserver, die das private Heim-LAN sinnvoll ergänzen. Wir blicken auf die neue Modellgeneration.

Einfachste NAS-Lösungen

NAS („Network Attached Storage“) - Speicher gibt es teilweise sogar für weit weniger als 100 Euro. In unserer letzten Marktübersicht vor gut einem Jahr testeten wir zum Beispiel eine zigarettenschachtelgroße Systemplatine von Conrad für 50 Euro. Um eine bereits vorhandene Festplatte ans Netz beziehungsweise das Internet zu bringen, ist eine solche Lösung völlig ausreichend. Mittlerweile haben sich auch einige

Nachahmer gefunden und es steht eine Reihe solcher Billig-Platinen zur Auswahl, beispielsweise bei Pearl, Amazon oder Internet-Auktionshäusern.

Preiswerte Universal-NAS

Für unsere kleine Marktübersicht haben wir dieses Mal aber auf die ganz günstigen Geräte verzichtet und stattdessen der Klasse mit zwei Festplatteneinschüben den Vorzug gegeben. Entsprechende NAS-Boxen kosten rund 100 bis 250 Euro – ohne Festplatten. Die müssen nachgekauft oder dem Hardwarebestand entnommen werden. Übrigens laufen alle „2-Bay“-Geräte auch mit nur einer Festplatte, dann aber natürlich ohne RAID. Optional lässt sich eine (externe) USB-Festplatte an das NAS anschließen. So kann man den Speicherplatz erweitern oder ein zusätzliches Sicherungsmedium

einrichten. Zum Test traten Geräte von vier Herstellern an.

Der Cloud-Traum

Im Vergleich zur Vorgängergeneration fällt vor allem auf, dass keine Produktverpackung mehr ohne das Schlagwort „Cloud Computing“ auskommt. Grundsätzlich ist die Idee genial: Mit einem NAS könnte man seine persönliche „Dropbox“ mit nahezu unbegrenztem Speicherplatz im Arbeitszimmer oder Keller einrichten – sicher verschlüsselt und fernab von neugierigen Staatsdienern oder schlampig geschützten Cloud-Servern. Doch in der Praxis erreicht leider (noch) kein NAS die von den Herstellern formulierten Ansprüche.

Grenzen der ARM-CPU's

Limitiert wird der Cloud-Traum hauptsächlich von den vergleichs-

weise leistungsschwachen ARM-Prozessoren. In NAS-Speichern der Oberklasse findet man deshalb auch häufiger Atom-CPU's, die aber nicht nur teurer sind, sondern auch mehr Energie aufnehmen. In der von uns getesteten unteren Mittelklasse gibt es nur ARM-Prozessoren, die bei einer verschlüsselten Datenübertragung schon messbar belastet werden. Kommen dann noch andere Aufgaben, etwa Medienstreaming, hinzu, ist die Leistungsgrenze schnell erreicht.

Das Testfeld

So gleichen die Merkmale und Funktionen der aktuellen Generation im Wesentlichen denen des vergangenen Jahres. Fast alle NAS-Server bieten eine Mediathek, die Fotos und Videos präsentiert, sowie Zugänge via Ftp, Webdav oder Http(s). Daneben gehören Torrent-

Download-Funktionen, automatische Sicherungen und Anschlüsse für Drucker oder Webcams zur Standardausstattung.

Neu ist der Support für USB 3.0. Per USB kann man Daten entweder vom oder auf das NAS sichern – aufgrund der typischerweise hohen Datenmengen wird die Schnittstelle so überhaupt erst sinnvoll nutzbar. Schließlich unterstützen alle 2-Bay-NAS die RAID-Modi 0 und 1 – im Heimnetz werden die meisten Anwender wohl die Spiegelung („Mirroring“, Mode 1) vorziehen, zumal der Geschwindigkeitszuwachs im RAID-0-Betrieb kaum spürbar ist – die Geschwindigkeit wird in der Regel von der ARM-CPU limitiert, nicht von den Platten.

Synology DS-212: Überzeugendes Gesamtpaket, kaum Schwächen – ein würdiger Testsieger. Beim ersten Betrieb muss die Firmware der Diskstation per Zusatzsoftware (erhältlich für Windows, Linux und Mac) installiert werden – das macht Qnap besser. Danach wird es leichter und das NAS wird vollständig per Webdesktop verwaltet. Nach einer kurzen Eingewöhnung kommt man mit dem Desktop gut zurecht.

Neben den Standardfunktionen (Ftp, sFtp, iTunes, Medienserver usw.) bringt die Diskstation 212 auch Webdav, einen Mailserver, eine „Time Machine“ zur Archivierung beziehungsweise Versionierung von Dokumenten sowie einen VPN-Server mit. Der Schlüssel für die Erweiterbarkeit ist das „Paketzentrum“, mit dem vorgefertigte Anwendungspakete installiert werden können – neben einem guten Dutzend offizieller Pakete gibt es auch eine Reihe von Fan-Projekten, die über das Synology-Forum erhältlich sind. Abzüge gibt es für einige Bezeichnungen, die manchmal für Verwirrung sorgen. So ist im Webdesktop zwar häufig von „Synchronisation“ die Rede, gemeint ist aber eine Spiegelung. Synchronisiert wird also nur in eine Richtung. Eine beidseitige Datensynchronisation bietet nur die „Cloud Station“, die – ebenfalls in Form eines Paketes – nachinstalliert werden kann. Dazu ist aber noch ein Client erforderlich, der an Dropbox angelehnt ist und für Windows- und Apple-Rechner kostenlos auf der Synology-Webseite verfügbar ist. Ursprüngliche Gerüchte, nach de-

nen der Client Daten unverschlüsselt über das Internet sendet, scheinen unwahr zu sein, eine offizielle Bestätigung steht aber noch aus.

Als Lösung für das Problem der beschränkten Leistung der ARM-CPU verbaut Synology bei der DS-212 einen Zusatzchip für die Verschlüsselung. Die Transferrate büßt dennoch deutlich ein und erreicht 11 (Upload) beziehungsweise 17 MByte/s (Download). Unverschlüsselt liegt das Synology-NAS an der Spitze des Testfeldes – fast 50 MByte im Upload sind ein großartiger Wert, 34 MByte im Download noch gut. Da die Diskstation erst seit Kurzem auf dem Markt ist, bietet sie als Einzige im Testfeld Support für USB 3.0. Erwähnenswert ist zudem der SD-Kartenslot an der Vorderseite des Gerätes; damit lassen sich Fotos von der Kamera im Handumdrehen in einen beliebigen Ordner kopieren – aber nur dann, wenn die Karte FAT- oder NTFS-formatiert ist (nicht FAT32). Die Synology DS-212 ist mit 240 Euro nicht ganz billig, aufgrund der sehr guten Leistungswerte aber die unangefochtene Nummer 1 im Testfeld. Die abgespeckte DS-212j ist mit 170 Euro zwar billiger, aber auch langsamer und nicht USB-3.0-fähig.

Qnap TS-212: Bemerkenswerte Funktionsvielfalt, große Community und neue Firmware. Die Einrichtung der Qnap-Platte ist vorbildlich: Ans LAN anschließen, jüngste Firmware aufspielen, konfigurieren, fertig. Nach einigen Minuten ist der Mini-server einsatzbereit und stellt seine Funktionsvielfalt unter Beweis. Die Liste der Features wird jedes Jahr länger und fast alles, was mit dem kleinen Marvell-Chip möglich ist, wird auch umgesetzt. Das TS-212 bietet unter anderem einen VPN-, iTunes-, (s)Ftp-, Media-, Mail- und einen LAMP-Server, der für den lokalen Testbetrieb oder einen kleinen Blog ausreicht. Ambitioniertere Projekte wie eine selbst gehostete Drupal-Webseite sind aber nur bis zu einer gewissen Besucherzahl möglich. Hinzu kommen alle Funktionen, die man von einem Linux-System kennt, also eine ausgefeilte Benutzerverwaltung, die Möglichkeit, Festplattenspeicherplatz beziehungsweise einzelne Ordner zu erweitern und zahllose andere nützliche Features.

Das Qnap-Gerät stammt hardwareseitig noch vom Novem- ▶

Externe Festplatte, Einsteiger- oder Profi-NAS?

Wenn der Speicher knapp wird, stellt sich für viele Anwender die Frage nach der optimalen Festplatten-Erweiterung. Interne Festplatten mit einem Terabyte Kapazität beginnen bei 75 Euro, externe Festplatten im Gehäuse sind ab circa 90 Euro erhältlich. Die günstigsten NAS-Geräte ohne HDD kosten 50 Euro, bessere 2-Bay-Lösungen beginnen bei 110 Euro, leistungsfähige Back-up- und Fileserver bei 200 Euro.



Wie so oft hängt es von den individuellen Anforderungen ab, welcher Variante man den Vorzug geben sollte. Sollen hauptsächlich Daten gesichert werden, reicht eine externe HDD, die – via USB 3.0 oder E-SATA angeschlossen – auch konkurrenzlos schnell ist. Geht es primär um die Verfügbarkeit kleinerer Daten (etwa Spielstände), bietet sich eine Add-on-Lösung an. Die oben abgebildete Box kostet knapp 50 Euro und bringt externe Festplatten im Handumdrehen ans (W)LAN.

Ab 100 Euro beginnen die vollwertigen NAS-Speicher mit eigenem Gehäuse, ARM-Chip und Mini-Betriebssystem. Solche Geräte sind vor allem dann geeignet, wenn Musik oder Filme im Netz verfügbar sein und gestreamt werden sollen. Wenn Sie Wert auf ein Back-up in Form eines RAID-Verbundes legen, sollten Sie ein Gerät mit zwei Festplattenkäfigen („2-Bay-Drive“) kaufen – preiswerte Modelle beginnen ebenfalls bei 100 Euro, leistungsfähigere NAS-Speicher mit mehr Funktionen bei 150 Euro. Von gebrauchten Geräten raten wir dagegen ab. Zwar werden die Geräte teils jahrelang mit Firmware-Updates versorgt, doch ist die Ersparnis nach unseren Stichproben gering und wesentliche Funktionen wie Gigabit-LAN sind oft nicht verfügbar.

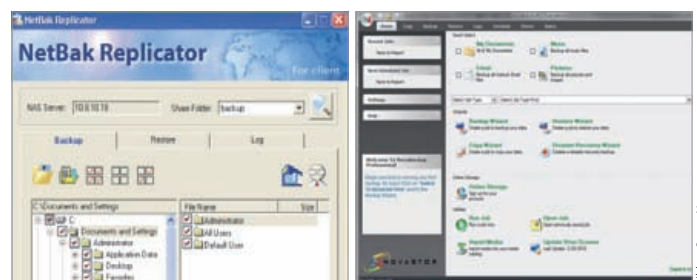
NAS als „Personal Cloud“?

Eine vollwertige Cloud-Lösung bietet derzeit noch kein NAS-Hersteller. Oft werden die Daten über Webseiten (manchmal sogar von Drittanbietern) geschleust; der „Überall“-Zugriff sieht dann so aus, dass man eine Webseite aufruft, Name und Passwort eingibt und dann einzelne Dateien herunterladen kann. Wer mit einer solchen Lösung glücklich ist, braucht aber vermutlich keine NAS-Cloud, ein schlichter USB-Stick (in der Tasche oder an der Fritzbox) oder ein bisschen Gratis-Web Speicherplatz würden es dann auch tun.



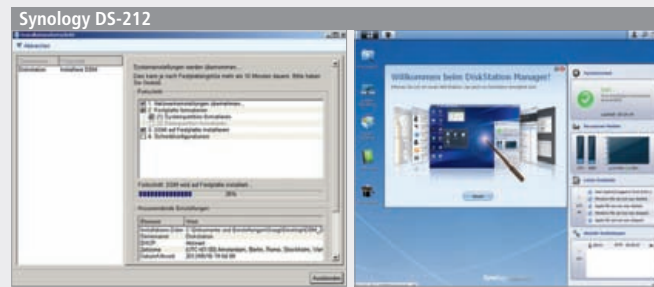
Gefragt sind vielmehr intelligente Lösungen, die auch beim Ordner-Upload mit hunderten Dateien nicht durcheinanderkommen, sich um die Synchronisation kümmern und idealerweise noch die jeweils letzten Dateiversionen als Backup sichern. Außerdem sollten Clients für Windows, Linux, Apple-Rechner und am besten Smartphones zur Verfügung stehen, welche die genannten Aufgaben übernehmen. An diesem Punkt besteht derzeit noch der größte Verbesserungsbedarf.

Am weitesten scheint derzeit Synology zu sein. Der zugehörige Windows-Client („Cloud Station“) ist zwar noch weit von der nahezu idealen Dropbox entfernt, aber immerhin eine gute Basis, um künftig zusätzliche Funktionen einzubauen. Mit schnelleren DSL-Uploads könnte die persönliche Cloud dann tatsächlich in naher Zukunft Wirklichkeit werden.

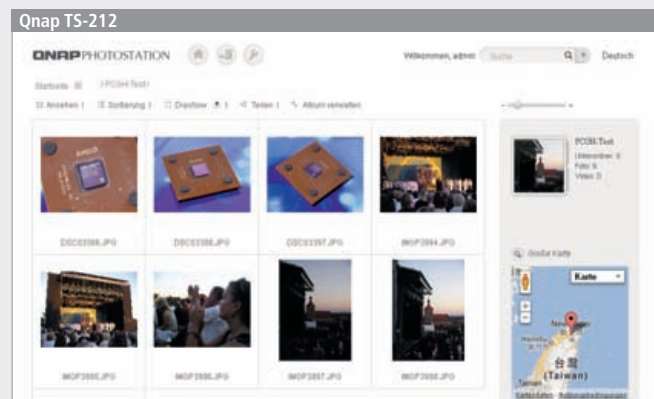


Für Windows bieten die Hersteller in der Regel Backup-Programme an, welche beliebige Ordner automatisch aufs NAS sichern.

Die Testkandidaten im Detail



Links: Für die Einrichtung ist einmalig ein Tool erforderlich.
Rechts: Danach verwaltet man die DS-212 per stylischem Web-Interface.



Oben: Die Fotogalerie wurde aufgepeppt; leider werden Formate wie TIF nicht unterstützt.

Links: Der neue Qnap-Client, der den Überallzugriff auf die Daten daheim erlaubt.



Links: Ein Assistent hilft bei der Einrichtung. Rechts: Buffalo liefert nur Varianten mit Festplatten – dafür sind diese dann auch schon vornummeriert.



Links: Neben einem LAN-Anschluss gibt es lediglich einen USB-Port.
Rechts: Die Seriennummer des NAS muss per Software registriert werden, um mehrere Geräte unterscheiden zu können.

ber 2011, doch erst vor Kurzem hat der Hersteller die jüngste Firmware 3.6 präsentiert, die eine Reihe neuer Funktionen brachte – übrigens auch für viele ältere Qnap-Geräte.

Die neue Firmware kann man online unverbindlich vorab testen (WEBCODE 28M4). Eine der wichtigsten Neuerungen ist, dass es nun wie bei Synology einen Client gibt, der für die Synchronisation der Daten soll („MyCloudNAS Connect“). Die Idee ist gleich, das Funktionsprinzip aber grundlegend verschieden. Die Qnap-Software ist im Prinzip eine VPN-Software, die einen Tunnel zum NAS aufbaut; natürlich müssen im Router die entsprechenden Ports freigegeben sein, was die NAS-Box aber auch per uPnP automatisch erledigen kann. Derart vernetzt lassen sich nun Daten, Fotos und Filme hin und her kopieren, man hat also rund um den Globus jederzeit Live-Zugriff auf die Box. Zu den kleineren Neuerungen zählen eine aufgehübschte Fotogalerie, mehr Backup-Optionen und der erwähnte VPN-Server. Über das „QPKG-Center“ können zusätzliche Pakete installiert werden, welche die Funktionsvielfalt erweitern. Hier stehen etwas mehr Pakete zur Auswahl als bei Synology, etwa der beliebte Proxyserver Squid. Im inoffiziellen Bereich gibt es noch weit mehr Pakete, etwa für die Integration von Crashplan, Dropbox, Open VPN oder Mumble, das eine Art Teamspeak für Zuhause ist. Naturgemäß gibt es für die „Fan-Pakete“ aber keinen Support und man riskiert unter Umständen sogar einen Ausfall der NAS-Box.

Die Leistungsdaten des TS-212 sind ordentlich, im Gigabit-Betrieb werden lesend bis zu 30 MByte/s erreicht. Die Leistungsaufnahme liegt bei knapp 13 Watt und sinkt auf 6 Watt im Stand-By-Modus. Mit der TS-212 hat Qnap ein rundum gelungenes NAS zu einem fairen Preis im Angebot; beim USB-Port und der Synchronisations-Software gibt es aber noch Potenzial für Verbesserungen.

Buffalo Linkstation Duo Pro: Speichersatt, schnell, aber kleinere Schwächen. Im Gegensatz zu den anderen Geräten in dieser Marktübersicht wird das Buffalo-NAS ausschließlich mit Festplatten angeboten. Zur Wahl stehen Varianten mit zwei (ca. 270 Euro), vier (360 Euro) und sechs (510 Euro) Terabyte.

Unser Testmuster kam mit zwei Western-Digital-3TB-Caviar-Green-Festplatten und entsprach damit der 6-TByte-Version.

Ein Assistent und der „NAS Navigator 2“ helfen bei der Einrichtung, notwendig sind diese aber nicht. Wie bei Netzwerk-Speichern üblich, wird das Gerät per Webinterface konfiguriert. Das Buffalo-Frontend hält zwar die wesentlichen Optionen bereit und präsentiert diese übersichtlich – gerade im direkten Vergleich mit Qnap und Synology wirkt das Webinterface aber sehr schlicht. Das Ändern von Einstellungen geschieht zudem manchmal nur sehr langsam. Integriert sind beim Buffalo-NAS unter anderem ein Webserver mit MySQL-Datenbank, Support für Apples Timeshift, iTunes sowie Ftp- und Medienserver. sFTP, VPN, Surveillance-Funktionen (für IP-Cams) oder ein Ressourcenmonitor fehlen dagegen, um nur einige Beispiele zu nennen. Gut gefielen uns der integrierte Squeezebox-Server, der Musik und Internetradios streamen kann.

Die Transferrate ist mit fast 50 MByte pro Sekunde (lesend) sehr gut. Der Lüfter ist kaum hörbar. Dennoch nervte im Test gelegentlich ein scharrendes Geräusch, das zwar nicht laut, in der Frequenz aber unangenehm war. Es handelte sich offenbar um Vibrationsgeräusche der Festplatten. Für das Buffalo-NAS sprechen die einfache Einrichtung und der Preis. Wer keine gehobenen Ansprüche hat, findet vor allem mit der 2-TByte-Variante ein preiswertes NAS. Zwei WD-Green-Festplatten mit einem Terabyte kosten derzeit rund 160 Euro, die Linkstation Duo mit 2 TByte gibt es ab 270 Euro – so gerechnet kostet das NAS nur noch rund 110 Euro.

Iocell Netdisk Duo: Spartanisch, aber preiswert. Während alle Testkandidaten auf die Ethernet-Schnittstelle und damit auf eine mehr oder weniger aufwendige Konfiguration setzen, geht Iocell einen anderen Weg, der etwas aus der Mode gekommen ist. Mit NDAS wird hier ein eigenes Protokoll verwendet, das Vor- und Nachteile bringt. Die Konfiguration ist dadurch in der Theorie einfacher und geschieht weitgehend automatisch; die Transferraten sollen nach Angaben des Herstellers zudem höher liegen als bei einer TCP/IP-Übertragung.

Nachteilig ist die Tatsache, dass eine eigene Software benötigt wird. Einen entsprechenden Treiber gibt es für Windows- und Mac-Rechner, nicht aber für Linux-PCs – dort lässt sich das NAS dann nur via USB nutzen. In der Praxis gestaltete sich die Installation etwas knifflig. Im LAN wurde das NAS nicht erkannt und die Software meldete, das Gerät sei offline. Auch die neueste Version von der Webseite schaffte keine Abhilfe, sodass vermutlich schlicht der Netzwerk-Port unseres Gerätes defekt war. Die Leistungsmessungen mussten wir daher per USB vornehmen. Die Netdisk Duo

erreichte auf diesem Weg knapp 18 MByte/s schreibend und rund 25 MByte/s lesend. Zumindest theoretisch sollten im Gigabit-LAN aber bis zu 60 MByte/s und mehr drin sein. Die Leistungsaufnahme lag bei maximal 24 Watt bei Bestückung mit einer Festplatte, im Leerlauf bei 13 Watt.

Die Ausstattung der Netdisk Duo ist auf das Nötigste beschränkt. Aufgrund des proprietären Protokolls verzichtet Iocell notgedrungen auf alle Serverdienste, die auf TCP/IP-Verbindungen basieren; Ftp, iTunes- oder Medienserver gibt es

nicht. Für die Datensicherung stehen aber einige Programme und Utilities bereit. Wer das NAS mit zwei Festplatten bestückt, kann aus den gängigen RAID-Modi wählen; auch hierfür gibt es eine eigene Windows-Software.

Unter dem Strich ist das NAS ein schneller und preiswerter Datenspeicher, der aber auch einige Tücken hat. Wer auf die RAID-Funktionen verzichten kann, sollte sich das Schwestermodell 351UNE von Iocell ansehen; dieses ist ab 45 Euro erhältlich und kommt ohne Lüfter aus. (cg)

Fazit

Hardware

NAS-Speicher

Qnap und Synology lieferten sich in der Vergangenheit stets ein Kopf-an-Kopf-Rennen. Die Ausstattung, technischen Merkmale und Leistungsdaten sind fast identisch und ein neues Feature des einen Herstellers wurde oft via Gratis-Firmware in kürzester Zeit vom anderen Hersteller übernommen. In diesem Jahr hat uns das Synology-NAS etwas besser gefallen; das liegt nicht nur an der USB-3.0-Unterstützung, sondern auch am Windows-Client, der einfach runder wirkt.

Datenübertragung (im Gigabit-LAN)

Mittlere Übertragungsrate

Synology DS-212	34,7	50,5
Buffalo Linkstation	28,8	46,6
Qnap TS-212	19,2	27,0
Iocell Netdisk	17,8	24,7

System: Kopiervorgang von bzw. zum NAS, Dateigröße 1,2 GByte und Dateimix, Mittelwert, Festplatte: Samsung SP2504C **Bemerkungen:** Synology DS-212 erreicht die höchste Datentransferrate im Test.

MByte/s
Read | Write
► Besser

Datenübertragung (im 100-MBit-LAN)

Mittlere Übertragungsrate

Synology DS-212	7,8	8,0
Qnap TS-212	7,5	8,0
Buffalo Linkstation	7,8	7,8
Iocell Netdisk	-*	-

System: Kopiervorgang von bzw. zum NAS, Dateigröße 1,2 GByte und Dateimix, Mittelwert, Festplatte: Samsung SP2504C *Messung nicht möglich **Bemerkungen:** Im 100-MBit-LAN-Modus gibt es kaum Geschwindigkeitsunterschiede.

MByte/s
Read | Write
► Besser

NAS

Auszug aus Testtabelle
mit 68 Wertungskriterien



Produkt	DS-212	Linkstation Pro Duo	TS-212	Netdisk Duo 352UN
Hersteller (Webseite)	Synology	Buffalo	Qnap (qnap.com/de)	Iocell
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/688562	www.pcgh.de/preis/659248	www.pcgh.de/preis/612614	www.pcgh.de/preis/739587
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 240 Euro (ohne Festplatte)/befriedigend	Ca. 510 Euro (mit 2 x 3 TByte)/ausreichend	Ca. 145 Euro (ohne Festplatte)/gut	Ca. 95 Euro (ohne Festplatte)/gut
Ausstattung (20%)	1,25	2,25	1,25	4,50
Geeignete Festplatten	2,5/3,5 Zoll SATA	3,5 Zoll SATA, 6 TByte installiert*	3,5 Zoll SATA, 2,5 Zoll mit Adapter	3,5 Zoll SATA
RAID-Funktion	RAID 0, 1, JBOD	RAID 0, 1	RAID 0, 1, JBOD	RAID 0, 1, JBOD
Benutzerverwaltung	Ja	Ja	Ja	Nein
Zugriff per FTP/sFTP/Web	Ja/Ja/Ja	Ja/Nein/Ja	Ja/Ja/Ja	Nein/Nein/Nein
Webserver/mit PHP/mit Datenbank	Ja/Ja/Ja	Ja/Ja/Ja	Ja/Ja/Ja	Nein/Nein/Nein
E-Mail-Funktion	Ja	Nein	Ja	Nein
Media-/Print-/iTunes-Server	Ja/Ja/Ja	Ja/Ja/Ja	Ja/Ja/Ja	Nein/Nein/Nein
Downloads ohne PC	Ja	Ja	Ja	Nein
Back-up-Software	Ja (rsync und eigene)	Ja (eigene)	Ja (rsync und eigene)	Vorhanden
Anschlüsse	2 x USB 3.0, 1 x USB 2, 1 x SD-Card	1 x USB 2.0	3 x USB 2.0, 1 x E-SATA	USB
Besonderheiten	Hot-Swap, Erweiterungen via Paketverwaltung	-	viele QPKG-Erweiterungen verfügbar	Verbindung via NDAS, eigener Treiber
Eigenschaften (20%)	1,75	2,00	1,50	1,75
Prozessor	Marvell 6282 1,6 GHz (Single-Core)	Marvell 6282, 1,6 GHz (Single-Core)	Marvell 6281, 1,2 GHz (Single-Core)	Keine Angabe
Festplattenschnittstelle (intern)	SATA 3Gb/s	SATA 3Gb/s	SATA 3Gb/s	SATA 3Gb/s
Verbrauch Ruhe/Aktivität**	15,9 Watt/27 Watt	12,8 Watt/27 Watt	12,2 Watt/27 Watt	13,1 Watt/24 Watt
Netzwerk	10/100/1000 Mbit	10/100/1000 Mbit	10/100/1000 Mbit	10/100/1000 Mbit
IPv6	Ja	Nein	Ja	Nein
Kühlung	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
Lautstärke (Ruhe/Last, subjektiv)	Unhörbar/Leise	Hörbar/Hörbar, gelegentlich kratzend	Leise/Leise	Leise/Hörbar
Lüftersteuerung	Ja	Nein	Ja (drei Stufen)	Ja
Leistung (60%)	1,25	1,25	1,75	1,75***
Übertragungsrate Up (Gigabit)**	50,5 MB/s	28,8 MB/s	19,2 MB/s	17,8 MB/s***
Übertragungsrate Down (Gigabit)**	34,7 MB/s	46,6 MB/s	27 MB/s	24,7 MB/s***
Übertragungsrate Up (Fast Ethernet)**	8 MB/s	7,8 MB/s	8 MB/s	-
Übertragungsrate Down (Fast Ethernet)**	7,8 MB/s	7,8 MB/s	7,5 MB/s	-
FAZIT	➤ Schnell ➤ Funktionsvielfalt, Erweiterbarkeit ➤ USB 3.0, SD-Karten-Kopierslot	➤ Preiswert ➤ Schnelle CPU ➤ Teilweise störende Geräusche	➤ Funktionsumfang ➤ Paketsystem, Erweiterbarkeit ➤ Lüftersteuerung	➤ Preiswert ➤ Schnell ➤ Vglw. wenig Funktionen
	Wertung: 1,35	Wertung: 1,60	Wertung: 1,60	Wertung: 2,30***

* Wertung ohne Festplatte ** gemessen mit Samsung SP2504C *** Wertung über USB, da LAN defekt

Spiele & Software

Spiele, Software, Tools, Windows, Freeware, Praxistipps

www.pcgameshardware.de/spiele



Daniel Möllendorf
Fachbereich Mainboards
E-Mail: dm@pcgh.de

Kommentar

„Ich bezahle sehr gerne gutes Geld für digitale Güter.“

Vor Jahren las ich die bissige Antwort des Kollegen Rainer Rosshirt auf einen Leserbrief. Der Leser beschwerte sich, dass die PC Games so teuer sei. Als Argument rechnete er vor, wie hoch die Kosten für Papier, Druck und Auslieferung seiner Meinung nach sein müssten und dass die PC Games daher mehrere Euro zu teuer wäre. Ich amüsierte mich, wie Rossi dem Leser unmissverständlich klarmachte, dass Redakteure, Layouter, Lektorat, Redaktions-PCs, Strom, Internetverbindung und vieles mehr ebenfalls bezahlt werden müssen – auf die Idee, dass ein Heft aus mehr als der Summe seiner haptischen Teile besteht, nämlich dass die eigentliche Entwicklung den Hauptteil der Kosten ausmacht, war der blauäugige Leser nicht gekommen.

Auch heute teilen viele diese falsche Einschätzung: Musik? Videos? Das ist doch alles nichts wert, wenn man sie nicht gerade auf eine Scheibe presst und in eine billige Verpackung steckt. Ich sehe das anders und kaufe Spiele gerne in digitaler Form bei Steam, leihe Filme bei iTunes und nutze den Amazon-MP3-Download. Der nette Nebeneffekt sind tolle Sonderangebote: Das gute alte *Deus Ex* für 2,50 Euro? Das neue Album meiner Lieblingsband für 5 Euro? Natürlich schlage ich zu. Vermutlich wären solche Tiefpreise nicht möglich, wenn es sich um verpackte Produkte handelte. Besonders absurd: Ein High-End-PC darf es gerne sein, ein neues Spiel für 39 Euro ist vielen dann aber zu teuer. Auch erlebe ich immer wieder, dass jemand ein Telefon im Wert von 800 Euro holt, 50 Euro im Monat an den Provider zahlt, ihm aber eine gute App für 1,49 Euro zu teuer ist. Liebe Kauf-App-Verweigerer: Muss ich diese Apps erst auf einen Datenträger kopieren und in das Regal eines Elektro-Discounters stellen, damit der Wert dieser Programme anerkannt wird? Wollt ihr die Ideen und den Aufwand, den die Entwickler investiert haben, bezahlen oder die Hülle?

Keine Frage: Wir befinden uns im Digitalzeitalter (gerne auch Informationszeitalter genannt) und es werden immer mehr hochwertige Produkte digital angeboten. Ich jedenfalls habe meine Kaufgewohnheiten angepasst und zahle sehr gerne gutes Geld für digitale Güter.



Diablo 3

Diablo 3 schickt seinen Vorgänger mit Kult-Charakter in den verdienten Ruhestand und erfüllt alle Erwartungen der Hack&Slay-Fans.

Da Blizzard das spielerische Grundprinzip der Reihe auch beim dritten Teil beibehält, besitzt auch *Diablo 3* einen flüssigen, gar schon süchtig machenden Spielablauf mit einer enorm motivierenden Beutejagd sowie kraftvoll und wuchtig inszenierten Kämpfen. Die Optik fällt zwar farbenfroher und weniger düster aus als beim Vorgänger, dank hübscher Umgebungen, abwechslungsreich dargestellten Monstern, feinen Animationen und tollen Spezialeffekten ist sie dennoch sehr gelungen. Inhaltlich hat *Diablo 3* ebenfalls eine Menge zu bieten: Fünf reizvolle Klassen mit vielseitigen Spielweisen und ein flexibles Talent- sowie ein einfaches, aber dennoch lange Zeit motivierendes Handwerkssystem. Dazu kommt der hohe Wiederspielwert (Umfang Einzelspieler-Kampagne: 20 bis 30 Stunden), der sich durch vier Schwierigkeitsstufen und die teilweise zufallsgenerierten Levels ergibt.

Für eine sehr gute Stimmung sorgen einerseits die exzellent gerenderten Zwischensequenzen sowie die gute Sprachausgabe. Andererseits unterhalten sich Helden, Begleiter und NPCs häufig

miteinander, auch das tut der Atmosphäre gut. Weitere Pluspunkte sind die einfache, präzise Steuerung, die vielen Komfortfunktionen sowie die kurzen Laufwege. Kritik muss *Diablo 3* für den fehlenden Offline-Modus für Einzelspieler und seine Hintergrundgeschichte einstecken. Die Story schneidet im Genrevergleich durchaus gut ab, fällt aber vorhersehbar aus und wird teilweise dann doch spannungsarm vorgetragen. *Diablo*-Profis werden das Herumexperimentieren mit manuell verteilbaren Attribut- und Talentpunkten vermissen und auch die Runen fallen nicht so vielfältig aus wie erhofft. Außerdem wird das Erfolgserlebnis dadurch leicht getrübt, dass Talente automatisch freigeschaltet werden. (fs)

Diablo 3

FAZIT: Von der teils lahm präsentierten Story abgesehen, bietet *Diablo 3* all das, was die meisten Leute von einem Titel der Reihe erwarten. Die Optik ist hübsch, die Monsterhatz macht süchtig und die Klassen sowie die Kämpfe garantieren beste Unterhaltung, die im Genre wohl konkurrenzlos ist.

Genre: Action-Rollenspiel | Web: <http://eu.battle.net/d3/>
de Technik: Deferred-Renderer (DX9); FXAA; Mehrkernunterstützung | PCGH-Hardware-Empfehlung: FX 4170/
Core i3-2120, GTX 560 Ti/HD 6870, 4 GiByte RAM

WERTUNG

1,40

Spieleneuheiten

Die fünf Sterne für *Diablo 3* gehen voll in Ordnung. Mit *Street Fighter X Tekken* belegt ein klassisches, aber tolles Prügelspiel den zweiten Platz. Die Bewertung der nachfolgenden Titel überrascht wenig. Lediglich von *Dirt Showdown* sowie dem neuen *Resident Evil*-Teil hatten wir eine höhere Bewertung erwartet. Die größte Enttäuschung: *Iron Front: Liberation 1944*. (fs)

Wertung	Titel	Publisher	Erscheinungstermin
*****	Diablo 3 (Spiel des Monats)	Blizzard	15. Mai 2012
*****	Street Fighter X Tekken	Capcom	11. Mai 2012
*****	The Walking Dead: Episode 1	Telltale Games	24. April 2012
*****	Botanica	Daedalic Entertainment	7. Mai 2012
*****	Tera	Frogster	3. Mai 2012
*****	Dirt Showdown	Namco Bandai	24. Mai 2012
*****	Sniper Elite V2	505 Games	4. Mai 2012
*****	Warlock: Master of the Arcane	Paradox Interactive	11. Mai 2012
*****	Binary Domain	Sega	27. April 2012
*****	Resident Evil: Operation Raccoon City	Capcom	18. Mai 2012
*****	Toy Soldiers	Microsoft	27. April 2012
*****	Iron Front: Liberation 1944	Deep Silver	25. Mai 2012

Verkaufs-CHARTS*

Platz	Titel	Hersteller
1.	Diablo 3	Blizzard
2.	Diablo 3 (Collector's Edition)	Electronic Arts
3.	Risen 2: Dark Waters	Deep Silver
4.	Tera	Frogster
5.	Battlefield 3 (Limited Edition)	Electronic Arts
6.	Mass Effect 3	Electronic Arts
7.	Port Royale 3	Kalypso Media
8.	The Elder Scrolls 5: Skyrim	Bethesda
9.	Die Sims 3	Electronic Arts
10.	Anno 2070 (Limited Edition)	Ubisoft

* Quelle: Saturn Top 20 vom 19.5.2012



64 Bit als Voraussetzung für PC-Spiele BÄM!: Erste Runde

Dice-Entwickler Johan Andersson verkündete via Twitter: Spiele mit Frostbite-2-Engine, die 2013 erscheinen, erfordern ein 64-Bit-Betriebssystem.

Die oder genauer gesagt der Chief Rendering Architect Johan Andersson sorgt mal wieder für Gesprächsstoff. Unter seinem Kürzel „repi“ verkündete Andersson auf seinem Twitter-Account salopp, dass 2013 die ersten Frostbite-2-Spiele erscheinen, die zwingend ein 64-Bit-Betriebssystem voraussetzen. Für *Battlefield 3* war bis dato Windows Vista in der 32-Bit-Version das Minimum, empfohlen wurde Windows 7 in der 64-Bit-Fassung. Erweist sich Johan Anderssons Aussage als zutreffend, wird wohl Windows Vista in der 64-Bit-Version das künftige Minimum bei Frostbite-2-Titeln werden. Allerdings äußerte sich der Grafik-Techniker noch nicht dazu, ob

bereits alle Frostbite-2-Spiele, die 2013 erscheinen, ein 64-Bit-OS erfordern. Zu den kommenden Titeln, die auf Frostbite 2 setzen und die eventuell nur noch auf einem Betriebssystem laufen, das einen 64 Bit breiten Adressbus ermöglicht, gehören beispielsweise *C&C Generals 2* sowie der nächste *Battlefield*-Teil. (fs)



BÄM! Der COMPUTEC Games Award wird dieses Jahr erstmals in zwei Abstimmungsrounden gewählt. Die erste Runde startete bereits am 1. Mai.

Seit dem 1. Mai können alle Leser der Computec-Print- und -Online-Publikationen ihre Favoriten unter den Spielen oder der Hardware, die in den letzten zwölf Monaten erschienen sind, auf www.bamaward.de bestimmen. In den Kategorien Adrenalin, Intelligenz, Teamgeist, Weltenbummler, Online- oder Social-Game und Hardware & Zubehör sind zehn Produkte nominiert, bis zum 11. Juni werden jeweils die fünf beliebtesten Nominierungen ermittelt. Aus diesen fünf Titeln werden in der zweiten Abstimmungsrounde die Sieger gewählt. Das Zählverfahren am 12. Juni startet dabei neu, sodass jeder User wie bei einer Stichwahl noch einmal seine Stimme abgeben kann. (fs)

Company of Heroes 2 mit DX11-Optik

Bisher veröffentlichte THQ zu Company of Heroes 2 nur Screenshots und Gameplay-Infos. Jetzt verrät Entwickler Relic auch Details zur Engine.

Greg Wilson, Produzent von *Company of Heroes 2*, bezeichnet die neue Essence Engine 3.0 als „Technologie auf Augenhöhe mit modernen Shootern wie *Call of Duty* und *Battlefield*“. Zu den vielen Änderungen, die Relic der dritten Ausbaustufe der Essence Engine spendiert hat – schon die Urversion wurde damals als technisch innovativster Spielmotor gelobt – gehört auch eine neue Grafik-Engine. Die unterstützt jetzt DX11 und soll, wie Relic verspricht, mit einem neuen Wasser-Renderer ausgestattet sein und modernste Darstellungstechniken wie die High-Dynamic-Range-(HDR-)Lichtberechnung sowie Screen Space Ambient Occlusion beherrschen. Kommt

SSAO zum Einsatz, werfen die Objekte anhand von Berechnungen, die auf den vorhandenen dynamischen Lichtquellen basieren, Eigenschatten.

Beim zweiten *Company of Heroes*-Teil sind das, wie Produzent Greg Wilson erklärt, Objekte, die sich umherbewegen und dabei Licht von ver-



schiedenen Quellen, beispielsweise Mündungsfeuer oder Flammen, auffangen. Wie in einer Pressemitteilung zu lesen war, versprechen die Macher zusätzlich ein Feature namens „Dynamic Battle Tactics“ sowie eine stark verbesserte, realitätsgetreue Grafik und neue Möglichkeiten zur Zerstörung der Umgebung. (fs)




Diablo 3 bei uns im Hardware-Check: CPU- und GPU-Benchmarks sowie Optik-Tuning

Schön, aber schonend

Zur Freude der Hack&Slay-Fans fordert *Diablo 3* die Hardware nur wenig. Sogar ein zwei bis drei Jahre altes Mittelklasse-System garantiert flüssige Klick-Orgien durch die Monsterhorden mit allen Details.

Diablo 3 – CPU: Ein flotter Vierkerner reicht.

Diablo 3 „Neu-Tristram“ – 1.280 x 720, maximale Details, FXAA

Core i7-3770K (3,50 GHz)	163	198
Core i7-2600K (3,40 GHz)	151	177
Core i5-3570K (3,40 GHz)	140	171
Core i7-3960X (3,30 GHz)	138	170
Core i5-2500K (3,30 GHz)	123	158
Core i5-760 (2,80 GHz)	116	146
FX-4170 (4,20 GHz)	99	145
Phenom II X4 980 BE (3,80 GHz)	97	137
Core i3-2120 (3,30 GHz)	94	136
FX-8150 (3,60 GHz)	91	135
Ph. II X6 1100T BE (3,30 GHz)	90	134
FX-6200 (3,80 GHz)	87	133
Core i7-920 (2,67 GHz)	85	129
Ph. II X4 960T BE (3,00 GHz)	84	118
Pentium G860 (3,00 GHz)	81	109
C2Q Q9550 (2,83 GHz)	75	96
C2D E8400 (3,00 GHz)	70	85
C2Q Q6600 (2,40 GHz)	57	78
Athlon 64 X2 4200+ (2,20 GHz)	30	46
Core 2 Duo 6300 (1,83 GHz)	27	39

Bedingt spielbar von 30 – 45 Fps · Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: GTX 680, Intel X79/Z77/P55/P45, AMD 790FX/970, 4/6 GiByte DDR2/DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, GF 301.34(HQ), FX hotfixes
Bemerkung: Intels Ivy- und Sandy-Bridge-Chips wie der Core i5-3570K und Core i7-3770K liegen vor den AMD-CPU's.

Fps
Min. **Ø Fps**
 ▶ Besser

Die Engine von *Diablo 3* basiert auf Direct X 9, ist aber trotz ihres Alters bereits mit einem Deferred Renderer ausgestattet. Der Grafik-Motor zaubert zwar eine hübsche Beleuchtung sowie weiche Schatten auf den Bildschirm, allerdings verzichtete Blizzard darauf, den Renderer mit Multisampling-Fähigkeiten auszustatten: Mehr als Fast-Approximate-AA (FXAA) bietet das spieleigene Grafikenü nicht an. Aufgrund des flimmerarmen Inhalts mit Comic-Optik stört das reine Postfilter-AA aber nur auf den ersten Blick, schon nach einiger Zeit wirkt die Grafik wie aus einem Guss – ansehnlich, glatt und handwerklich sauber, aber technisch wenig beeindruckend.

Erfreulicherweise ist die Engine des dritten *Diablo*-Teils, wie wir unter anderem im Artikel zeigen, auch in Sachen Multi-Threading überraschend modern: Die Skalierung mit der Prozessorzahl und dessen Threads ist deutlich besser

als bei *Starcraft 2*, das mehr als zwei Kerne völlig ignoriert. Allerdings fordert *Diablo 3* CPU-seitig nur wenig und auch die Rechenlast für die Grafikkarte fällt moderat aus. So können sich selbst Action-Rollenspieler mit etwas älteren PCs das Aufrüsten wohl sparen.

Gute Mehrkernskalierung

Wie schon erwähnt ist die Basistechnik von *Diablo 3* in der Lage, eine höhere Anzahl an CPU-Kernen auch in mehr Leistung umzusetzen. Das verdeutlicht unsere Skalierungsmessung mit einem Phenom II X6 1100T (restliches System: GTX 680, 4 GiByte DDR3-1333). Liegt die durchschnittliche Fps-Rate bei zwei aktivierten Kernen (1.280 x 720, alle Details, FXAA) noch bei 117 Fps, steigt diese beim Zuschalten zweier weiterer Leistungszentralen auf 125 Bilder pro Sekunde. Rechnen alle sechs Kerne des X6 1100T, erhöht sich die Fps-Leistung auf 143 Fps. Einen weiteren Beweis



Lösung von Hardware-Problemen per ini-Datei

Durch Änderungen in der Diablo-3-Preferences-Datei (D3Prefs.txt) bekommen Sie das Spiel auch auf nicht unterstützter Hardware zum Laufen.

Die *Diablo-3-Preference-Datei* (D3Prefs.txt), die Windows-7-Nutzer unter „/Benutzer/NAME/Meine Dokumente/Diablo III/D3Prefs.txt“ finden, bietet die Möglichkeit, die Grafikoptionen manuell einzustellen. Haben Sie die „D3Prefs.txt“ mit dem Editor geöffnet, können Sie beispielsweise die Auflösung und die Bildwiederholfrequenz selbst festlegen („DisplayMode“-Einträge) oder per PlayedCutscene „0“ das Abspielen der Zwischensequenzen in den Kampagnen abschalten. Andererseits lassen sich durch gezielte Einträge in der *Diablo 3*-ini-Datei möglicherweise Hardware-Konflikte lösen, beispielsweise wenn sich das Spiel weigert, bestimmte Hardware, etwa eine Dual-GPU-Karte wie die GeForce GTX 295 oder eine in Intel-CPU's integrierte Grafikeinheit, zu erkennen. Ein Lösungsvorschlag für das Problem mit der GTX 295 wäre, in der „D3Prefs.txt“ unter dem Punkt „Hardware Class“ den Eintrag von „6“ auf „5“ oder sogar noch weiter herunterzusetzen. Bei Problemen mit Intels integrierten Grafiklösungen könnte eine Änderung bei „Hardware Class“ von „0“ auf „1“ helfen.

für die gute Kernskalierung liefern unsere CPU-Benchmarks (siehe vorherige Seite). Hier bringt im Falle des Core i7 bei vier Rechenkernen die Hyperthreading-Fähigkeit (SMT) ebenfalls ein Leistungsplus.

Auch die restlichen Messwerte sind interessant: Intels Ivy- und Sandy-Bridge-Chips wie der Core i7-3770K oder Core i5-3570K liegen in Front. Dank 4,2 GHz ist der FX-4710 die schnellste AMD-CPU, der Phenom II X4 980 BE ist nur ein wenig langsamer. Der FX-8150 liegt mit dem Core i3-2120 gleichauf, der Phenom II X6 1100T und der Phenom II X4 960 BE müssen sich hinter dem kleinen Dualcore einreihen. Ältere Modelle wie die Core 2 liefern zumindest mit um die 3,0 GHz brauchbare Resultate ab, ein E6300 hingegen bekommt im späteren Spielverlauf Probleme. Es kommt nämlich zu niedrigeren Bildraten als in der von uns ausgewählten Benchmarkszene. Hier machen dann Partikelorgien in Form von Flächenzaubern sowie Horden von Kontrahenten vor allem dem Prozessor zu schaffen. Daher empfehlen wir mit dem für rund 100 Euro erhältlichen Core i3-2120 oder FX-4170 zwei Prozessoren, welche diese erhöhte Last auf jeden Fall stemmen.

Sehr moderate Grafikklast

Obwohl *Diablo 3* der Grafikkarte mehr Leistung abverlangt als dem Prozessor, veranschaulichen unsere Benchmark-Werte, dass der Titel auch mit älteren Pixelbeschleunigern wie einer GeForce GTX 460 oder GTX 260-216 mit allen Details sowie einer Full-HD-Auflösung noch ohne nennenswerte Ruckler spielbar

ist. Bildraten jenseits der Spielbarkeitsgrenze von 45 Fps erzielen Sie jedoch auch mit einer GeForce 8800 GT oder Radeon HD 5770. Allerdings müssen Sie dann mit einer mittleren Qualität und harten Kanten bei der Schattendarstellung vorliebnehmen. Das Spiel lädt nämlich für jede Karte eine Voreinstellung (Preset) und die höchste Qualitätsstufe inklusive weicher Kanten ist fast ausschließlich neueren und leistungstärkeren Modellen (siehe Benchmark rechts) vorbehalten. Im Gegenzug hat die aktuelle Mittelklasse, etwa die von uns für das Hack&Slay-Vergnügen empfohlene Radeon HD 6870 und GeForce GTX 560 Ti in 1.920 x 1.080, keinerlei Probleme mit geschmeidigen Bildraten um 70 Fps. Einzig die 30-Zoll-Auflösung 2.560 x 1.600 (vergleichbar mit Downsampling @ 2.880 x 1.620) verlangt unseren beiden Kauftipps mehr Arbeit ab. Hier stemmen nur Nvidias und AMDs High-End-Karten, wie die GTX 680 oder HD 7970, knapp dreistellige Bildraten.

An dieser Stelle ein Tipp für Nutzer aktueller PCs: *Diablo 3* bietet im spieleigenen Grafikenü die Option an, die Bildrate zu begrenzen. Wir raten jedoch dazu, diese abzuschalten und der Vertikalen Synchronisierung (VSync) den Vorzug zu geben. Bleibt der interne Frame-Begrenzer aktiv oder VSync deaktiviert, stockt das Spielgeschehen fühlbar, da das Streaming nicht hinterherkommt. Mangels Triple Buffering kann die Bildrate allerdings in größeren Gefechten von 60 auf 30 Fps abfallen.

Schönere Verschattung

Wie Sie bei schwachen PCs die Fps-Rate durch das Abschalten

Diablo 3: Mittelklasse-Karte schafft alle Details

Diablo 3 „Neu-Tristram“ – 1.920 x 1.080, maximale Details, FXAA, 16:1 AF

GeForce GTX 680/2G	142	155,3
GeForce GTX 670/2G	121	138,7
Radeon HD 7970/3G	113	128,2
Radeon HD 7950/3G	107	116,3
GeForce GTX 580/1,5G	85	96,6
Radeon HD 6970/2G	85	92,6
Radeon HD 7870/2G	79	90,1
GeForce GTX 570/1,25G	76	86,0
Radeon HD 5870/1G	76	84,1
GeForce GTX 560 Ti/1G	64	72,7
Radeon HD 6870/1G	63	71,2
GeForce GTX 470/1,25G	64	69,5
GeForce GTX 460/1G	52	57,1
GeForce GTX 260-216/896M	38	42,2
Radeon HD 4870/1G	34	38,1

Diablo 3 „Neu-Tristram“ – 2.560 x 1.600, maximale Details, FXAA, 16:1 AF

GeForce GTX 680/2G	93	103,3
Radeon HD 7970/3G	83	93,1
GeForce GTX 670/2G	81	90,2
Radeon HD 7950/3G	68	77,2
Radeon HD 6970/2G	59	65,8
Radeon HD 7870/2G	58	65,1
GeForce GTX 580/1,5G	57	65,0
Radeon HD 5870/1G	52	58,0
GeForce GTX 570/1,25G	50	57,5
GeForce GTX 560 Ti/1G	47	52,3
Radeon HD 6870/1G	43	48,8
GeForce GTX 470/1,25G	42	46,4
GeForce GTX 460/1G	35	38,4
GeForce GTX 260-216/896M	28	30,0
Radeon HD 4870/1G	22	25,6

Bedingt spielbar von 30 – 45 Fps · Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Intel P67, 4 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 301.32, Catalyst 12.4a Hotfix (HQ) **Bemerkung:** Während *Diablo 3* in 2.560 x 1.600 erst mit der HD6870/GTX 560 Ti flüssig spielbar ist, reicht für die Full-HD-Optik die GTX 460.

Fps
Min. | Ø Fps
► Besser

Diablo 3: Selbst mit alten Grafikkarten spielbar

Diablo 3 „Neu-Tristram“ – 1.920 x 1.080, max. Details harte Schatten, FXAA

Radeon HD 5770/1G	51	58,0
GeForce 8800 GT/512M	44	49,0
GeForce 9600 GT/512M	36	42,0
Radeon HD 3850/256M	22	26,0
Radeon HD 2600 XT/256M	13	16,0

Bedingt spielbar von 30 – 45 Fps · Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Intel P67, 4 GiB DDR3-1600, Win 7 x64 SP1; GF 301.34 (HQ), Catalyst 12.4a Hotfix (HQ) **Bemerkungen:** Selbst mit der 8800 GT ist *Diablo 3* in der Full-HD-Auflösung noch spielbar. Allerdings müssen Sie auf Soft-Shadows verzichten.

Fps
Min. | Ø Fps
► Besser

Bildvergleich: Harte versus weiche Schatten

Blizzard-Preset: Ältere Grafikkarte

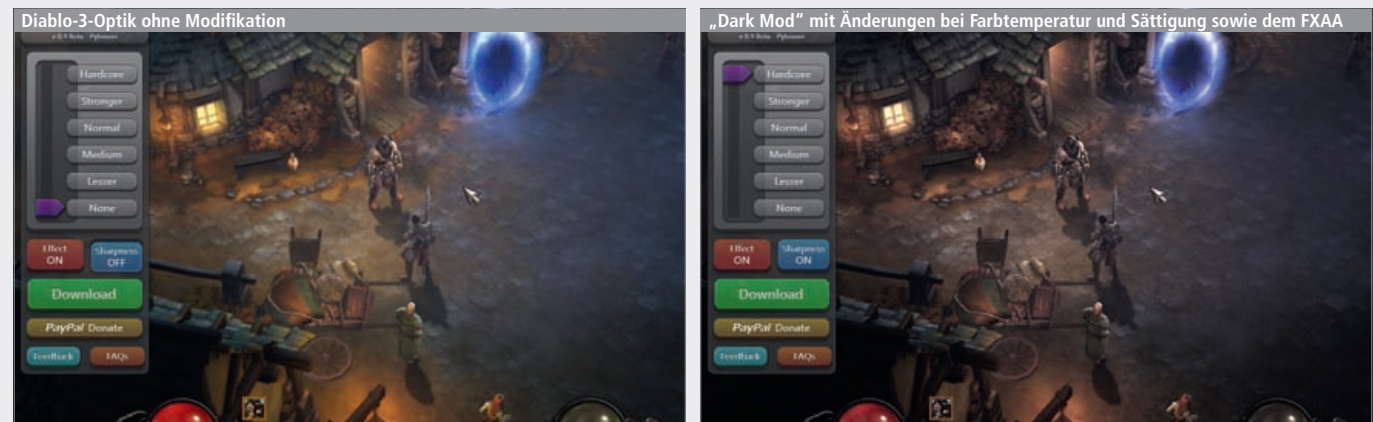


Blizzard-Preset: Aktuelle Grafikkarte



Per Preset werden für jede Grafikkarte die Schatten-Details eingestellt. Dabei rendern ältere Modelle nur die geringe oder mittlere Qualitätsstufe, aber keine Soft-Shadows.

Die „Dark Mod“: Wie Sie die Grafik von Diablo 3 komplett umkrempeln



Viele *Diablo 3*-Fans haben sich im Vorfeld über die ihrer Meinung nach zu bunte Grafik beschwert. Mit dem „Dark Mod“ (www.dark3d.com) können Sie Sättigung, Farben und Co. modifizieren, damit der Titel Ihren bevorzugten Look erhält. Wie im Bildvergleich schön zu sehen ist, fallen die Farben mit der Mod blasser aus und deren Sättigungsgrad ist deutlich geringer. Zusätzlich ist die Optik schärfer, weil das im „Dark Mod“ enthaltene FXAA weniger weichzeichnet und die Konturen der Objekte weniger verschwimmen.

Ambient Occlusion verringert spürbar die Fps.

Geforce GTX 680/2G

Keine Ambient Occlusion	142	155,0 (Basis)
AO „Performance“	107	114,0 (-26 %)
AO „Hohe Qualität“	73	76,0 (-51 %)

Geforce GTX 570/1,25G

Keine Ambient Occlusion	76	86,0 (Basis)
AO „Performance“	57	66,0 (-23 %)
AO „Hohe Qualität“	40	44,0 (-49 %)

Geforce GTX 460/1G

Keine Ambient Occlusion	52	57,0 (Basis)
AO „Performance“	36	42,0 (-26 %)
AO „Hohe Qualität“	24	27,0 (-53 %)

Geforce GTX 260-216/896M

Keine Ambient Occlusion	38	42,0 (Basis)
AO „Performance“	30	33,0 (-21 %)
AO „Hohe Qualität“	21	23,0 (-45 %)

Bedingt spielbar von 30 – 45 Fps · Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Intel P67, 4 GiByte DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, 1.920 x 1.080, GF 301.32/34, Catalyst 12.4a **Bemerkungen:** AO reduziert die Framerate um rund die Hälfte. Erst die GTX 570 besitzt genügend Leistung für das optische Extra.

Fps
Min. | **Ø Fps**
► Besser

von Details oder einer geringeren Auflösung verbessern können, sehen Sie unten in unseren Tuning-Tipps. *Diablo 3*-Spieler mit einer sehr leistungsstarken Nvidia-Karte können die Optik des Spiels durch Umgebungsverschattung (Ambient Occlusion) aufwerten. Durch diese Rendertechnik, die entweder im Treiber oder mithilfe des *Diablo 3*-Profils im Nvidia Inspector eingestellt wird, erhält die Grafik eine größere Tiefe, da schwach belichtete Stellen mit einem feinen Schatten versehen werden. Wie unsere Messungen links zeigen, benötigen Sie für AO in der höchsten Qualitätsstufe jedoch mindestens eine GTX 570, da sich die Gesamtleistung um rund 50 Prozent verringert. Wem dagegen die Performance-optimierte AO-Qualität reicht, kann diese schon ab einer GTX 460 aktivieren.

thode. Während das Einstellen von Downsampling mit einer GeForce-Karte keine Probleme bereitet (Anleitung: <http://goo.gl/T8cnz>), gestaltet sich der Vorgang beim Radeon-Pendant etwas schwieriger (Anleitung: <http://goo.gl/4vlGw>). Fest steht, dass Ihre Grafikkarte ausreichend leistungsstark sein muss. Denn sowohl für die Radeon als auch die GeForce gilt: 2.880 x 1.620 verbessert das Bild gegenüber 1.920 x 1.080 deutlich, kostet jedoch bis zu 50 Prozent der Bildrate. (fs)

Fazit

Hardware

Diablo 3 im Hardware-Check

Diablo 3 ist auch mit einem schon vor mehreren Jahren erworbenen Spiele-PC in Full-HD mit allen Details noch flüssig spielbar. Allerdings sollte der Rechner mindestens mit einem Zwei-, idealerweise mit einem Vierkerner (beides 3 GHz oder höher) sowie mit einer Grafikkarte bestückt sein, die wie die GTX 460 oder GTX 260-216 damals zur Mittelklasse gehörte. Vor allem Spieler mit Nvidia-Hardware können überschüssige Grafikleistung für optische Extras (AO, Downsampling) nutzen.

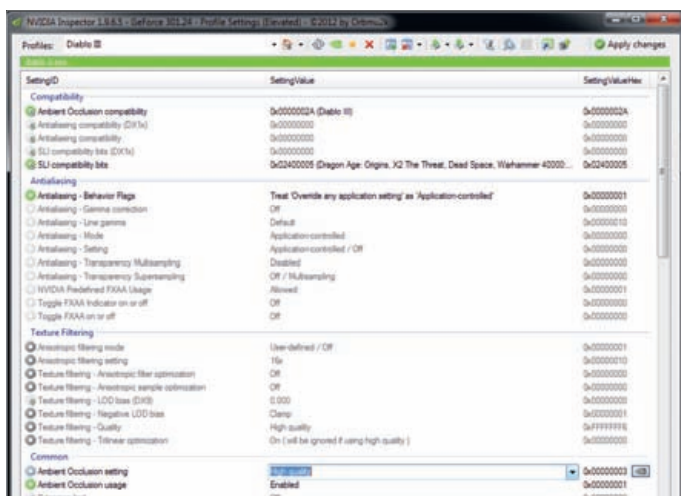
Optik-Tuning: Downsampling

Da *Diablo 3* abseits des spieleigenen FXAAs keine Möglichkeit zur besseren Bildglättung bietet, empfehlen wir Downsampling, also das Einrichten und Nutzen extrem hoher Auflösungen auf üblichen Bildschirmen als alternative Kantenglättungsme-

Diablo 3: Tuning-Tipps*

Schalter und Einstellung	Tuningpotenzial	Gewinn in Frames
Auflösung: 1.280 x 720 statt 1.920 x 1.080	55 Prozent	18 (33 auf 51 Fps)
Texturqualität: „Niedrig“ statt „Hoch“	3 Prozent	1 (33 auf 34 Fps)
Schattenqualität: „Aus“ statt „Hoch“	58 Prozent	19 (33 auf 52 Fps)
Physikqualität: „Niedrig“ statt „Hoch“	3 Prozent	1 (33 auf 34 Fps)
Bodenobjektdichte „Aus“ statt „Hoch“	3 Prozent	1 (33 auf 34 Fps)
Antialiasing: „Aus“	6 Prozent	2 (33 auf 35 Fps)
Verringerte Spezialeffekte: „An“	3 Prozent	1 (33 auf 34 Fps)

* Phenom II X2 550, Radeon HD 4850, 4 GiByte RAM, Windows 7 x64 SP1



Der Nvidia Inspector ist ein hilfreiches Tool, um *Diablo 3* per Profil mit Ambient Occlusion aufzuhübschen. Alternativ können Sie das Feature auch global im Treiber einstellen.

**Stimmt für Eure
Lieblings-Games ab!**

BAM!

computec
MEDIA

**DER COMPUTEC
GAMES AWARD**



www.bamaward.de

powered by





Bild: Eye wire Info Tech

Eine Übersicht zur Rechtslage bei technischen Schutzmaßnahmen. Was ist zu beachten?

Kopierschutz erklärt

Ist die Rechtslage bei Kopierschutzmaßnahmen für Sie zu undurchsichtig? Welche Fallstricke gibt es? Was darf man wirklich und wo sind die Grenzen? Wir fassen für Sie das Wichtigste zusammen.

Seit Jahren ist die Problematik Kopierschutz ein Reizthema für PC- und Konsolenspieler, aber auch für Liebhaber von Filmen und Musik. Die Schutzmethoden sind vielfältig, sei es ein Überwachungsprogramm auf CD, ein Entschlüsselungssystem (ein sogenannter Dongle) im Abspielgerät, ein Online-Dienst mit Account-Pflicht (Steam, EA Origin) oder eine bloße Textdatei, um eine Aufnahme in der Google-Bildersuche zu verhindern. Der Gesetzgeber fasst diese Art Systeme unter dem Begriff der „wirksamen technischen Schutzmaßnahmen“ zusammen, umgangssprachlich Kopierschutz genannt. Wir nutzen nachfolgend den gesetzlichen Terminus „technische Schutzmaßnahmen“, um der Vielzahl von Kopierschutzmechanismen gerecht zu werden.

Auf den nachfolgenden Seiten versuchen wir Ihnen grundlegende

Informationen über gesetzliche Regelungen, Einsatzbereiche und Ausprägungen von technischen Schutzmaßnahmen zu vermitteln. Ausgewählte und vor allem in Internet-Foren immer wieder diskutierte Fallbeispiele finden Sie in den Extrakästen. Viele davon sind im Vorfeld von unseren Online-Lesern formuliert worden, um praxisnahe Falllösungen gewährleisten zu können. Da der Gesetzgeber eine urheberrechtliche Unterscheidung von Filmen und Musik einerseits und Computerprogrammen andererseits vornimmt, ist der Fließtext dementsprechend unterteilt. Es ist notwendig, dass Sie eine gedankliche Trennung zwischen Musik und Film, Computerprogrammen sowie Telemedien (Webseiten und Online-Dienste) vornehmen. Gemeinsam ist ihnen nur, dass sie alle als „Werke“ urheberrechtlich geschützt sind. Wir empfehlen Ihnen, den Gesetzestext des Urheberrechtsgeset-

zes (UrhG) parallel mitzulesen, den Sie als kostenlose Textfassung auf Gesetze-im-internet.de finden.

Teil 1: Film und Musik

Die Paragraphen 95a bis 95d UrhG sind die maßgeblichen gesetzlichen Vorschriften für Film und Musik, wenn es um die Umgehung oder Entfernung von technischen Schutzmaßnahmen geht. Die Grundlage bildeten verschiedene europäische Richtlinien. Als Teil des Gesetzes zur Regelung des Urheberrechts in der Informationsgesellschaft sind am 13. September 2003 Regelungen zum Schutz technischer Maßnahmen in Kraft getreten, die in den nachfolgenden Jahren mehrfach erweitert wurden. Der Grundsatz lautet: Ohne Zustimmung des Rechteinhabers (Urheber, Publisher) dürfen wirksame technische Schutzmaßnahmen nicht umgangen oder entfernt werden. Dies gilt nicht, wenn dem

Handelnden (also Ihnen) nicht bekannt ist oder bekannt sein muss, dass die Umgehung oder Entfernung erfolgt (zu dieser Ausnahme siehe Fall 3).

Sie werden sich zu Recht fragen, was eine „wirksame“ technische Schutzmaßnahme sein kann. Aus der Erfahrung wissen wir, dass technische Schutzmaßnahmen teilweise bereits vor dem Erscheinungsdatum des Werks geknackt sind. Die tatsächliche Wirksamkeit wäre damit stark anzuzweifeln. Der Gesetzgeber zielt jedoch nicht auf die tatsächliche Wirksamkeit ab, sondern auf das Schutzziel. Es reicht aus, wenn die technische Schutzmaßnahme das Umgehen erschwert. Maßstab hierfür ist nicht ein qualifizierter Hacker oder das Vorhandensein von Kopierprogrammen, sondern die Fähigkeiten des normalen Nutzers. Die Anforderungen sind demnach als sehr nied-

rig anzusehen. Verschlüsselungssysteme auf DVD (Content Scramble System, CSS) und Blu-ray erfüllen die Anforderungen. Es ist unerheblich, ob die technische Schutzmaßnahme in Form einer Software oder Hardware (Dongle) vorliegt. Der Begriff der „technischen Maßnahmen“ (§95a II UrhG) ist sehr weit gefasst. Nicht nur Fälle von Piraterie gehören dazu. Vielmehr sind „sämtliche technische Maßnahmen gemeint, die im normalen Betrieb dazu bestimmt sind, Nutzungsmöglichkeiten einzuschränken“ [Zitat aus Schricker/Loewenheim, Kommentar Urheberrecht, 4. Auflage, Verlag C.H. Beck München, 2010, Seite 1.793]. Dazu zählen Kopiervorgänge (Vervielfältigungen), aber auch das Zeigen von Filmen und das Anbieten von Musik auf der eigenen Webseite (öffentliche Zugänglichmachung) unter Umgehung von technischen Schutzmaßnahmen. Denkbar sind ebenfalls Beschränkungen von Zugangskontrollen (Altersverifikationssysteme).

Kopierprogramme

Im Jahr 2003 war die Einführung des §95a III UrhG ein tiefer Schnitt in die wirtschaftlichen Interessen der Hersteller von Kopierprogrammen. Verboten waren ab diesem Moment die Herstellung, die Einfuhr, der Verkauf und der zu gewerblichen Zwecken dienende Besitz (siehe auch Fall 5) von Software und Vorrichtungen allgemein, die in der Lage waren, technische Schutzmaßnahmen zu umgehen oder außer Kraft zu setzen. Gleichmaßen durfte nicht mehr für die Produkte geworben werden. Viele Fachzeitschriften sahen daher – bis zu den Urteilen gegen den Heise Zeitschriften Verlag [BGH, 14. Oktober 2010, Az. I ZR 191/08] – von intensiven Berichterstattungen ab aufgrund der bestehenden Gefahr, in Verdacht zu geraten, werbende Aussagen zu tätigen. Die Art der Umgehungsmittel ist übrigens irrelevant. Da das Verbot sogar Dienstleistungen einschloss, waren sogenannte „Modding-Chips“ für Konsolen und deren Einbau ebenfalls betroffen. Ihnen gelang es, vornehmlich die Hardware-Dongle-Abfragen zu umgehen. Sowohl der gewerbliche Einbau als auch der Einsatz des Chips sind untersagt. Gelegentlich tauchen im Internet Umbau-Anleitungen und sehr ausführlich geratene Foren-Beiträge mit Tipps und Tricks zur Umgehung von technischen Schutzmaßnahmen auf. Derartige Anleitungen können unter den Begriff „Dienstleistung“

subsumiert werden – allerdings nur, wenn eine gewerbliche Komponente vom Anleitenden ausgeht. Das ist beispielsweise bei Computerzeitschriften, gewerblichen Webseiten oder Blogs mit Werbeeinnahmen denkbar. Geben diese eine Anleitung, liegt ein Verstoß gegen §95a III UrhG vor. Ein bloßer Informationsaustausch zwischen Privatleuten fällt jedoch nicht darunter [vgl. Loewenheim/Peukert, Handbuch des Urheberrechts, §34 Rdnr. 22].

Die Privatkopie

Stets im Konflikt stehend mit der Nutzung von technischen Schutzmaßnahmen sind die gesetzlichen Bestimmungen zur Privatkopie (§53 UrhG). Eine weit verbreitete Meinung unter Verbrauchern ist, dass jeder, ungeachtet bestehender technischer Schutzmaßnahmen, ein Recht auf Privatkopien habe oder zumindest der Rechteinhaber Sorge zu tragen hat, dass der Nutzer eine Kopie für sich erstellen dürfe. Diese Aussage ist bei näherer Betrachtung der Systematik des Gesetzes nicht haltbar. Im Kern kann festgehalten werden, dass es kein „Recht“ auf eine Privatkopie gibt. Weder besteht ein „urheberrechtliches Naturgesetz“ noch ein „Menschenrecht“, das eine solche Ableitung legitimieren würde [vgl. Schricker/Loewenheim, Seite 1.787]. Die Normen zur Privatkopie sind nur eine Ausnahme vom alleinigen Vervielfältigungsrecht des Rechteinhabers und daher nachrangig einzuordnen. Darüber hinaus war §53 UrhG überwiegend für analoge Kopien gedacht. Der gesetzliche Wortlaut des §53 UrhG unterscheidet jedoch nicht zwischen einer analogen und einer digitalen Kopie. Es ist deswegen nicht erlaubt, zum Zwecke einer Privatkopie ohne Erlaubnis des Rechteinhabers technische Schutzmaßnahmen zu umgehen.

Gleichmaßen ist das vermeintliche Recht zur Selbsthilfe ein Irrglaube. Führt beispielsweise ein Kopierschutz zu Aussetzern bei der Wiedergabe einer Musik-CD, darf der Kopierschutz nicht in Eigenregie ausgehebelt werden [vgl. Wandtke/Bullinger und Wandtke/Ohst Rdnr. 56; §95b Rdnr. 12]. Der Gesetzgeber geht einen anderen Weg. Er verpflichtet den Rechteinhaber wiederum im Gegenzug, Ihnen als Nutzer seiner Werke die notwendigen Mittel zur Verfügung zu stellen, um eine Privatkopie anfertigen zu können. Der Gesetz-

Fall 1: Anzahl erlaubter Kopien

Darf ich eine bestimmte Anzahl an Kopien für den Eigengebrauch anfertigen? Fall von PCGHX-Mitglied „Raeven“.

Antwort: Eine konkrete Zahl sowohl von Privatkopien (Musik und Film) als auch von Sicherungskopien (Computerprogramme) wird im Gesetz nicht genannt. Die Zahl 7 hat sich für Privatkopien aufgrund einer sehr alten BGH-Entscheidung [BGH GRUR 1978, 474/476] eingependelt, wird heute jedoch insbesondere für digitale Kopien als nicht zweckmäßig eingestuft. In der Literatur wird zunehmend eine Orientierung an den persönlichen Bedürfnissen befürwortet. Der Nutzer darf daher so viele Kopien erstellen, wie für ihn und seinen engen Familienkreis zwingend notwendig sind. Eine ähnliche Argumentation wird auch bei Sicherungskopien vorgetragen. Der Gesetzeswortlaut ist jedoch im Singular gehalten [BTDruckS- 12/4022 S.12]: „Die Erstellung einer Sicherungskopie (...)“. Es ist daher ratsam, nur eine Sicherungskopie zu erstellen. Bietet der Rechteinhaber an, eine Sicherungskopie kostenfrei zu liefern, oder hat er bereits eine bereitgestellt, ist die eigene Anfertigung ausgeschlossen [Schricker/Loewenheim, S.1.364].



Bild: Eyewire InfoTech

Fall 2: Online-Dienst in Sandbox ausführen

Was kann rechtlich passieren, wenn man Origin in einer Sandbox laufen lässt? Fall von PCGHX-Mitglied „Birdy84“

Antwort: Ein Weg, den Online-Dienst Origin „kaltzustellen“, ist die Verwendung einer virtuellen Umgebung (Sandbox). Origin wird dort ausgeführt und so seiner Abfrage-Möglichkeiten beim Programmstart beraubt. Worin liegt der Unterschied zwischen Crack und Sandbox? Bei der Erstellung eines Cracks werden am Programm Umarbeitungen (§69c Nr.2 UrhG) vorgenommen. Die Umarbeitungen dürfen allerdings nur mit Erlaubnis des Rechteinhabers (EA) erfolgen (nicht vorliegend). Die Sandbox hingegen lässt das Programm unangetastet. Origin wird in einer abgeschotteten Umgebung ausgeführt. Die allgemeinen Regelungen zu technischen Schutzmaßnahmen sind nicht anwendbar (§69a V, §§95a bis 95d UrhG). Ein Arrangement (§69c Nr.2 UrhG) liegt ebenfalls nicht vor, da beide Programme selbstständig nebeneinander bestehen bleiben. Allenfalls ein Verbot in den AGB für diese Nutzungshandlung von Origin wäre ein Hinderungsgrund. Soweit ersichtlich, besteht aber kein derartiges Verbot (Stand 20. März 2012).



Quelle: Electronic Arts

Fall 3: Versehentliche Umgehung

Ich habe eine technische Schutzmaßnahme unwissentlich umgangen bzw. dachte, dass dies erlaubt sei. Was kann mir drohen?

Antwort: Private Nutzer müssen keine strafrechtliche Verfolgung befürchten, wenn die Umgehung ausschließlich zum eigenen privaten Gebrauch geschah (§108b I UrhG). Abmahnungen und Unterlassungserklärungen sind möglich, können aber je nach Einzelfall (z. B. fehlende Hinweise auf das Bestehen technischer Schutzmaßnahmen) abgewendet werden. Vorsicht ist bei Webseitenbetreibern angebracht, die zwar keine direkten Einnahmen mit ihren Webinhalten erzielen, aber zumindest indirekt über Werbebanner Einnahmen generieren (Gewinnabsicht nicht erforderlich). Sollten Inhalte fremder Webseiten über einen Frame auf der eigenen Seite eingebunden sein und hat der fremde Webseitenbetreiber Schutzmaßnahmen dagegen integriert, kann eine strafrechtliche Handlung vorliegen (§108b I Nr.1 UrhG). Vorsatz ist zwingend erforderlich. In Betracht käme zudem ein Verbotsirrtum, wenn dem Täter aufgrund unrichtiger rechtlicher Wertung die Einsicht, rechtswidrig zu handeln, fehlt [Schricker/Loewenheim S.2.023].



Quelle: PC Games

Fall 4: Spiel gekauft, Crack genutzt

Was passiert, wenn ich trotz gekaufter Spiele einen No-CD-Crack verwende? Fall von PCGHX-Mitgliedern „Saguya“ und „Research“.

Antwort: Mit dem Kauf von Computerspielen erwerben Sie ein einfaches Nutzungsrecht an einer Standard-Software. Dieses Nutzungsrecht ist weitestgehend beschränkt auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch (d. h. das Spiel spielen). Entfernen Sie eine CD-Abfrage oder die Anbindung an einen Online-Dienst, liegt hier eine Umarbeitung gemäß §69 Nr.2 UrhG vor. Für diese Umarbeitung benötigen Sie eine Einwilligung des Rechteinhabers. Ohne Einwilligung dürfen Sie keinen No-CD-Crack verwenden oder die Anbindung an einen Online-Dienst entfernen. Zivilrechtliche Folgen drohen (Abmahnung, Vernichtung der Crack-Software). Strittig ist die Rechtslage, wenn die CD-Abfrage zu einem Fehler bei der Programmnutzung führt. Dass ein Fehler besteht, bejahte das OLG Karlsruhe [Computer & Recht 1996, 314/342]. Ein Selbstvornahme-Recht zur Beseitigung ist strittig. Das LG Mannheim [CR 1995, 542] bestätigte das Selbstvornahme-Recht, während das OLG Düsseldorf dies wegen hoher Missbrauchsgefahr verneint [CR 1997, 337/338].

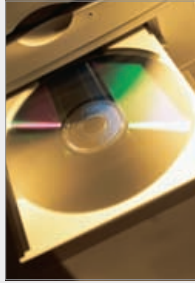


Bild: Eyewire Infotech

Fall 5: Besitz von Raubkopien

Ist der Besitz von Raubkopien oder einschlägiger Kopiersoftware strafbar? Wie ist das bei Musik und Film? Wie bei Computerprogrammen?



Antwort: Gemäß §95a III UrhG ist der zu „gewerblichen Zwecken dienende Besitz“ von Programmen, die den Kopierschutz von Musik- und Filmwerken umgehen können, verboten. Gewerblich ist jede nachhaltige Tätigkeit zur Erzielung von Einnahmen, auch wenn die Absicht, Gewinn zu erzielen, fehlt [vgl. BTDrucks. 14/7229 S.8]. Der rein private Besitz fällt nicht

darunter. Ursprünglich sah die dem deutschen Gesetz zugrunde liegende europäische Richtlinie die Möglichkeit vor, auch den privaten Besitz unter Strafe zu stellen [Erwägungsgrund 49 der Info-RL]. Vorsicht im Falle von Computerprogrammen: Gemäß §69f UrhG können Rechteinhaber verlangen, dass unerlaubt hergestellte Kopien vernichtet werden (Absatz 1). Gleiches gilt für die eingesetzte Brennsoftware (Absatz 2). Bezugspunkt ist der Besitzer. Dieser muss nicht zwangsläufig auch die Kopie hergestellt haben, ein Verschulden ist nicht notwendig. Die gleiche Rechtsfolge kann auch Nutzer von sogenannten „Jailbreaks“ (iPhone, Playstation 3) treffen.

Quelle: PC Games

Fall 6: Kennzeichnungspflichten

Wer haftet, wenn sich ein Kopierschutz einnistet, der sämtliche Brennprogramme deaktiviert? Es war keine Warnung/Hinweis auf dem Cover ersichtlich. Fall von PCGHX-Mitglied „Dr Bakterius“.

Antwort: Gemäß §95d UrhG haben Rechteinhaber die Pflicht, bei Verwendung einer technischen Schutzmaßnahme das Werkstück entsprechend zu kennzeichnen. Dieser Hinweis muss deutlich sichtbar angebracht sein und Erläuterungen über die Eigenschaften der Maßnahme enthalten. Ferner muss der Rechteinhaber seinen Namen (Firma) und seine Anschrift anbringen. Fehlen Name und Anschrift, sind Bußgelder von bis zu 10.000 Euro möglich (§111a I Nr.3, II UrhG). Pikantes Detail: Fehlt der Hinweis bzw. Erläuterungen zur Art der Schutzmaßnahme, bleibt dies ohne weitere Folgen. Es fehlt schlichtweg an einer gesetzlichen Sanktionierung. Für Schäden am Rechner und installierten Programmen haftet der Verwender der technischen Schutzmaßnahme nach dem Produkthaftungsgesetz. Es wird jedoch selten vorkommen, dass Schäden über 500 Euro entstehen (Höhe der Selbstbeteiligung des Geschädigten gemäß §11 ProdHaftG).



geber macht jedoch Ausnahmen von dieser Pflicht, die insbesondere die digitale Kopie betreffen. Der gewählte Wortlaut des maßgeblichen §95b UrhG ist mit seinen zahlreichen Querverweisen für Laien denkbar unglücklich formuliert. Kopien zum privaten eigenen Gebrauch sind nur dann gestattet, wenn die Kopie in Form von Papier oder einem ähnlichen Material vorliegt (Reprografie). Musik und Film fallen daher nicht darunter. Beachten Sie zudem, dass auch der Ausdruck eines geschützten E-Books nicht dazugehört, da diese Art Druck nicht Teil der Reprografie ist. Wir können uns merken, dass ein absoluter, uneingeschränkter Vorrang technischer Schutzmaßnahmen gegenüber der digitalen Privatkopie und analogen Kopien von Tonträgern besteht. [Schricker/Loewenheim, Seiten 1.803 f.].

Strafbarkeit und zivilrechtliche Ansprüche

Es stellt sich nun die Frage, welche Auswirkungen eine unerlaubte Umgehung von technischen Schutzmaßnahmen bei Musik und Film haben kann. Denkbar sind Straftaten, Ordnungswidrigkeiten, aber auch zivilrechtliche Ansprüche, die von den jeweiligen Rechteinhabern per Gericht oder Abmahnung geltend gemacht werden [zur Abmahnung siehe BGH, 17. Juli 2008, I ZR 219/05]. Zumindest aus strafrechtlicher Sicht kann für Privatpersonen überwiegend Entwarnung gegeben werden. Der §108b UrhG als Strafnorm nimmt die absichtlich unbefugte Umgehung von technischen Schutzmaßnahmen zum eigenen privaten Gebrauch aus (zum Besitz siehe Fall 5) [Schricker/Loewenheim, Seite 2.044]. Blog- und Webseitenbetreiber, die Anleitungen für die Umgehung anbieten und mit ihrem Webauftritt Einnahmen generieren (Dienstleistungen), werden ebenfalls nicht erfasst. Der §108b II spricht nur von der Herstellung, Einfuhr, Verbreitung, Verkauf und Vermietung. Sie handeln jedoch ordnungswidrig gemäß §111a I Nr.1 b UrhG. Es droht ein Bußgeld von bis zu 50.000 Euro. Privatpersonen müssen auch hier nichts befürchten. Personen, deren Gewerbe sich mit der Umgehung von technischen Schutzmaßnahmen befasst oder Vorrichtungen hierfür herstellt und verbreitet, fallen mit Sicherheit unter diesen Straftatbestand. Es drohen Geldstrafen oder Frei-

heitsstrafen von bis zu drei Jahren. Eine Strafverfolgung geschieht nur auf Antrag (§109 UrhG). Meistens wird der Antrag durch die Rechteinhaber eingereicht.

Anders stellt sich der Sachverhalt bei zivilrechtlichen Ansprüchen dar. Diese können auch Privatpersonen drohen. In Betracht kommen Unterlassungs-, Beseitigungs- und Schadensersatzansprüche (§97 UrhG) [BGH GRUR 2008, 996/997]. Schadensersatzansprüche dürften in der Praxis keine große Rolle spielen. §97a UrhG sieht eine Deckelung der Abmahngebühren auf 100 Euro vor, was Abmahnungen unrentabel macht. Zudem treten Probleme beim Nachweis und der Schadensberechnung auf. §98 UrhG enthält mehrere Beseitigungsansprüche für den Rechteinhaber. Er kann von Ihnen verlangen, alle rechtswidrig hergestellten Kopien und Vorrichtungen (Modding-Chips, Brennsoftware) zu vernichten (§98 I UrhG) oder gegen Zahlung einer angemessenen Vergütung herauszugeben (§98 III UrhG), soweit die Herausgabe oder Vernichtung verhältnismäßig ist (§98 IV UrhG).

Teil 2: Computerprogramme

Wir erinnern an dieser Stelle, dass die oben stehenden Ausführungen zu Musik und Filmen in weiten Teilen nicht auf Computerprogramme übertragbar sind. Warum ist dem so? Aufgrund der europäischen Richtlinie 1991/250/EG und deren Umsetzung am 9. Juni 1993 wurden die Paragraphen 69a bis 69g in das Urheberrechtsgesetz eingefügt. Es handelt sich hierbei um sogenannte lex specialis, das heißt gesetzliche Vorschriften, die in weiten Teilen eigenständige und abschließende Regelungen sind.

Computerprogramme sind urheberrechtlich geschützt. Der Schutz bezieht sich jedoch nur auf Quell- und Objektcode. Webseiten, Benutzeroberflächen und Datenbanken fallen nicht unter die §§69a bis 69g UrhG, können über die allgemeinen Regelungen dennoch geschützt sein, zum Beispiel die audiovisuelle Darstellung von Computerspielen (Lichtbild §72 UrhG). Versucht sich jemand mittels der Umgehung eines Kopierschutzes Zugang zu einem Computerspiel zu verschaffen (CD-Crack), gelten die §§69a bis 69g UrhG. Ist das Ziel jedoch ein gesperrter Trailer

eines Computerspiels, finden die §§95a bis 95d UrhG Verwendung. Das ergibt sich zum Teil bereits aus dem Gesetzeswortlaut selbst. §69 V UrhG sagt, dass die Regelungen zu technischen Schutzmaßnahmen nicht angewendet werden. Weniger klar und deswegen für Laien kaum nachvollziehbar ist, dass Ausnahmeregelungen, wie die Privatkopie, ebenfalls nicht gelten. Die Vorschriften über Computerprogramme haben für Fälle der Privatkopie eigene Bestimmungen, die vorgehen.

Sicherungskopie versus Privatkopie

Zu diesen eigenen Bestimmungen gehört auch ein eigener Wortlaut. Anstatt „Privatkopie“ wird der Terminus „Sicherungskopie“ verwendet (§69d II UrhG). Wer ein bloßes Synonym vermutet, irrt hier. Im Gegensatz zu einer Privatkopie, die durchaus mehrmals erstellt werden darf, muss für das Anfertigen einer Sicherungskopie ein „Erfordernis“ bestehen. Laienhaft gesprochen, brauchen Sie einen speziellen Grund, der die Erstellung rechtfertigt. Der Gesetzgeber engt den Grund noch weiter ein. Sie dürfen nur dann eine Sicherungskopie anfertigen, wenn dies für die „Sicherung künftiger Benutzung erforderlich“ ist (zur Anzahl siehe Fall 1). Das umfasst dann aber auch die gewerbliche Nutzung der Software und ist somit nicht auf rein private Zwecke beschränkt. Wer den bloßen Umfang der jeweiligen Gesetze (§53 und §69d II UrhG) vergleicht, wird feststellen, dass die Regelungen zur Privatkopie wesentlich umfangreicher ausgefallen sind. Die Problematik besteht darin, unter dem bestehenden Wortlaut möglichst viele Fälle einordnen zu können. Sicher ist nur, dass Ihnen der Rechteinhaber das Erstellen einer Sicherungskopie nicht vertraglich untersagen darf. Zum Teil geschieht das in den allgemeinen Geschäftsbedingungen (in Englisch „End User Licence Agreement“, kurz EULA).

Im Gesetz fehlen schlichtweg Regelungen, die eine Klärung des Verhältnisses zwischen Sicherungskopie und Kopierschutz herbeiführen. Der Gesetzgeber hat das Verhältnis zwischen dem Recht auf eine Sicherungskopie und dem Schutz von Kopierschutzmechanismen als ungeklärt bezeichnet [BT-Drucks. 12/4022 S. 12]. In der Lite-

ratur wird angenommen, dass dann ein vertraglicher Anspruch auf Beseitigung der Kopierschutzmechanismen bestehe [Dreier/Schulze, §69d Rdnr. 19 und Koch Computer & Recht 2002, 629/634]. Hilfsweise wird der §95b UrhG (der bekanntlich nicht auf Computerprogramme anwendbar ist) mit zitiert, da dieser klarmache, dass gesetzliche Rechte nicht von Kopierschutzmechanismen unterlaufen werden sollen. Soweit eine technische Schutzmaßnahme besteht, geraten ihre Anwendungsmöglichkeiten sehr schnell in den Konflikt mit anderen gesetzlichen Nutzungsrechten. Sowohl die „bestimmungsgemäße Nutzung“ (das heißt: das Programm starten und verwenden) als auch die „Fehlerberichtigung“ bedürfen keiner gesonderten Erlaubnis durch den Rechteinhaber des Computerprogramms. Doch was passiert, wenn eine technische Schutzmaßnahme die bestimmungsgemäße Nutzung verhindert? Kann das Umgehen oder Entfernen der Schutzmaßnahme als Fehlerberichtigung angesehen werden? Zur Fehlerbeseitigung gehört nicht die Entfernung von Kopierschutzroutinen, da diese für sich keinen Fehler darstellen. Etwas anderes gilt nur dann, wenn zweifelsfrei feststeht, dass der Kopierschutz für einen Fehler verantwortlich ist. Beachten Sie, dass grundsätzlich kein Selbstvornahme-Recht besteht. Kann Ihnen der Rechteinhaber kostenfrei und schnell eine Sicherungskopie ohne Kopierschutz bereitstellen oder ist er selbst in der Lage, den Fehler zu beseitigen, ist dies vorzuziehen. Die Gerichte sind sich in der Beurteilung uneinig (siehe auch Fall 4).

Rechtsverletzungen

Alles, was über die bestimmungsgemäße Benutzung von Computerprogrammen hinausgeht, muss vom Rechteinhaber erlaubt werden. Dazu gehören auch die Umgehung von Kopierschutzmechanismen und sogar die einfache Kopie. Mangels eines expliziten Wortlauts fällt die Umgehung bzw. Entfernung einer technischen Schutzmaßnahme unter den Begriff der „sonstigen Umarbeitung“ (§69c Nr.2 UrhG). Verschiedene Gerichte haben dies bereits bejaht [OLG Düsseldorf CR 1997, 337, OLG Karlsruhe CR 1996]. Entfernen Sie die technische Schutzmaßnahme ohne Erlaubnis des Rechteinhabers, handeln Sie rechtswidrig. Aufgrund der Nicht-Anwendung der §§95a ▶

Fall 7: CD-Player verweigert kopiergeschützte CD

Kann ich das Nicht-Abspielen einer kopiergeschützten CD als Sachmangel des CD-Players angeben? Was ist, wenn ich mit dem Verkäufer explizit eine Vereinbarung treffe?

Antwort: Das AG Aachen hatte im November 2003 dazu ein Urteil verfasst (Az. 84 C 210/03). Demnach „kann nicht bei jedem (gewöhnlichen) CD-Player vorausgesetzt werden, dass dieser jede Art auf dem Markt erhältliche ‚Compact Disc‘ abspielen kann.“ Da die Beschaffenheit des Players (das Abspielen kopiergeschützter Musik-CDs) nicht explizit vereinbart wurde, musste auf die nach Verkehrsanschauung gewöhnliche Beschaffenheit zurückgegriffen werden (§434 I S. 2 Nr. 1 und Nr. 2 BGB). Zum damaligen Zeitpunkt betrug der Anteil der verkauften kopierschutzten Musik-CDs auf dem Markt unter 10 Prozent. Die restlichen 90 Prozent ohne Kopierschutz konnte der Player jedoch ordnungsgemäß abspielen. Er eignete sich daher für die gewöhnliche Verwendung. Etwas anderes hätte gegolten, wenn die Vertragspartner explizit das Abspielen kopiergeschützter CDs vereinbart hätten. Dann hätte ein Sachmangel vorgelegen.



Fall 8: Überwachung des Arbeitsspeichers

Online-Dienste verwenden teilweise Überwachungsprogramme zur Kontrolle des RAM. Ist ein Scan erlaubt, der prüft, was ausgeführt wird?



Antwort: Weitergehende urheberrechtliche Informationspflichten seitens des Rechteinhabers über die technischen Schutzmaßnahmen bestehen nicht, da die gesetzlichen Vorschriften nicht anwendbar sind (§69a V, §95 UrhG). Denkbar wäre, dass die meistens in Form einer AGB geregelte Einwilligung zur Überwachung eine unzulässige Klausel darstellt (§307 S.1,

II BGB, Beispiel Artikel 7 *Diablo 3*-Nutzungsbedingungen). Voraussetzung ist, dass der Nutzer unangemessen benachteiligt wird. Das lässt sich abschließend jedoch nicht verbindlich klären. Darüber hinaus wäre möglich, dass die erfassten Daten Schutz nach dem Bundesdatenschutzgesetz genießen. Dies wäre dann der Fall, wenn die gewonnenen Daten personenbezogene Daten wären. Diese können auch dann vorliegen, wenn die datenerhebende Stelle in der Lage ist, die jeweiligen Daten zusammenzuführen und einen Nutzer dadurch zu identifizieren (§3 I BDSG). Ohne Einwilligung des Nutzers dürfte eine solche Überwachung nicht stattfinden.

Die Abkehr vom Kopierschutz

Einige Publisher und Entwicklerstudios verfolgen inzwischen eine andere Strategie. Der Verzicht auf Kopierschutzmechanismen sowie auf jegliche Anbindung an Online-Dienste soll verprellte Käufer wieder anlocken.

CD Projekt Red (*The Witcher*) kündigte Anfang März 2012 an, endgültig dem Digital-Rights-Management (DRM) Lebewohl zu sagen. CEO Marcin Iwinski äußerte sich damals wie folgt: „DRM schützt Spiele nicht. Wenn es das tut, dann sollen Entwickler DRM nutzen. Aber dann gibt es meist Ärger mit den ehrlichen Kunden. Es überraschte mich wirklich, dass die Piraten nicht einfach zur GOG-Version gegriffen haben, die ohne Kopierschutz auf den digitalen Markt kam. Sie griffen zur Securom-geschützten Retail-Fassung, ‚crackten‘ sie und sagten: ‚Wir haben sie gecrackt!‘ – und das passierte, während gleichzeitig eine ungeschützte Version auf den Markt kam.“ Doch auch Anbieter von Online-Diensten warnen davor, zusätzliche DRM-Maßnahmen zu nutzen. Gabe Newell, Geschäftsführer bei Valve (Steam), äußerte Ende letzten Jahres in einem Interview gegenüber „The Cambridge Student“ starke Kritik an DRM-Systemen, die zusätzlich zum Online-Dienst auf der Spiele-DVD oder dem Rechner des Nutzers gespeichert sind.



Fall 9: Defekter Datenträger

Was ist, wenn meine CD/DVD nach über zwei Jahren kaputt geht? Fall von PCGHX-Mitgliedern „spockilein“ und „Zsinj“.



Antwort: Gemäß §§434 ff. BGB besteht eine zweijährige Gewährleistungspflicht auf verkaufte Datenträger. Die gesetzliche Gewährleistung gilt nur zwischen Käufer und Verkäufer. Der Rechteinhaber der Musik bleibt hier außen vor. Der Verkäufer muss für zwei Jahre ab Kaufdatum für die Beschaffenheit der Kaufsache einstehen. Der Käufer kann nach seiner Wahl, wenn ein Mangel

vorliegt, binnen einer angemessenen Frist (je nach Einzelfall unterschiedlich) Nacherfüllung (Lieferung eines gleichwertigen Datenträgers) oder Nachbesserung (Reparatur) verlangen (§437 Nr. 1, §439 BGB). Eine Besonderheit bei Verbraucherkäufen ist die Beweislastumkehr nach sechs Monaten ab Kaufdatum (§476 BGB). Innerhalb der ersten sechs Monate trifft den Verkäufer eine Beweispflicht, dass die Sache bei Übergabe mangelfrei war. Nach diesen sechs Monaten muss der Käufer darlegen, dass die Sache ab Kaufdatum mangelhaft war. Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung des Datenträgers entstanden sind (Kratzer), können nicht geltend gemacht werden.

Fall 10: Analoge Kopie

Gilt ein Verbot auch dann, wenn technische Schutzmaßnahmen über eine analoge Kopie umgangen werden?

Antwort: Das Landgericht Frankfurt hat zu diesem Fall ein Urteil gefällt [Urteil vom 31.05.2006, AZ 2-06 O 288/06]. Demnach umgeht ein Programm, das zunächst eine analoge Kopie der abgespielten Musik erstellt, nicht die eingesetzte technische Schutzmaßnahme. Dies gilt auch dann, wenn unmittelbar im Anschluss wieder eine digitale Kopie angefertigt wird. Das Gericht stellt Folgendes fest: „Wenn der Nutzer bei bestehendem digitalen Kopierschutz eine analoge Kopie zieht, liegt (...) keine Umgehung einer wirksamen technischen Maßnahme vor. Der technische Kopierschutz ist insoweit nicht wirksam. Das DRM-System (...) zielt nicht darauf ab, analoge Kopien (...) zu verhindern. Die Wirksamkeit hinsichtlich analoger Kopien ist deshalb nicht gegeben [Wandtke/Bullinger/Ohst, 2. Aufl., § 95a, Rn. 51]. (...) Es [macht] keinen Unterschied, ob das analoge Signal innerhalb des PCs oder durch externe Geräte abgegriffen wird. Die digitale Schutzvorrichtung ist in beiden Fällen nicht wirksam.“



Quelle: Hana

Fall 11: CD- und DVD-Sammlung auf der Festplatte

Warum lässt sich die eigene DVD- und CD-Sammlung nicht legal auf eine Festplatte speichern? Fall von PCGHX-Mitglied „Raeven“.

Antwort: Nahezu jede kaufbare DVD und Blu-ray-Disk ist mit einem Kopierschutz versehen. Für eine Privatkopie muss der Kopierschutz umgangen werden. Diese Umgehung ohne Erlaubnis des Rechteinhabers ist jedoch gemäß §95a I UrhG verboten. Die Art des Mediums, das als Datenträger für die (digitale) Kopie dient, ist unerheblich, das umfasst auch Cloud-Speicherdienste. Laden Sie ein Brennprogramm herunter, das den Kopierschutz umgeht, könnte ein Fall der Einfuhr vorliegen [BTDrucks 15/38 S.26, §95a III UrhG]. In beiden Fällen drohen zivilrechtliche Schritte (Abmahnungen). Dies gilt aber nur, wenn Sie Kenntnis vom Kopierschutz haben und diesen wissentlich umgehen. Es ist daher möglich, dass die unerlaubte Umgehung folgenlos bleibt, wenn der Rechteinhaber seiner Pflicht zur Kennzeichnung nicht nachgekommen ist und Sie ansonsten gutgläubig handeln. Fragen Sie beim Rechteinhaber nach, ob er derartige Archivierungszwecke gestattet, wenn Sie Zweifel haben.



ff. UrhG gilt die einschlägige Strafnorm des §108b UrhG nicht. Sehr wohl aber allgemeine Vorschriften (§§97 ff. UrhG), darunter auch eine andere Strafnorm (§106 UrhG). Unabhängig von der privaten oder gewerblichen Tätigkeit und dem Vorhandensein einer technischen Schutzmaßnahme kann bei Erstellung einer unerlaubten Kopie („Vervielfältigung“) der Straftatbestand erfüllt sein. Es droht bis zu drei Jahren Haft oder eine Geldstrafe. Der Versuch ist strafbar, Vorsatz notwendig. Der bloße Besitz einer rechtswidrig hergestellten Kopie fällt nicht darunter, kann aber nach Maßgabe des §69f UrhG zivilrechtlich verfolgt werden. Geschieht eine Umgehung einer technischen Schutzmaßnahme, ohne dabei eine neue Kopie zu erstellen, gilt §106 UrhG ebenfalls nicht.

Teil 3: Webseiten und Online-Dienste

Ja, auch Webseiten und Online-Dienste können technische Schutzmaßnahmen haben. Dieser Umstand wird sehr gerne verkannt, da sich das wesentlich gebräuchlichere Wort „Kopierschutz“ nur sehr entfernt auf Telemedien beziehen lässt. Daher erhalten Sie zunächst ein paar bekannte Beispiele. Die Video-Plattform Youtube hat stellenweise Musikvideos im Angebot, die sich von Deutschland aus nicht abrufen lassen. Dieser Umstand ist größtenteils auf den Streit zwischen der GEMA (Gesellschaft für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte) und Youtube (das zu Google gehört) zurückzuführen. Youtube sperrt mit Verweis auf die Urheberrechte die Videos. Findige Nutzer haben herausgefunden, dass ein Zugang zu den fraglichen Musikvideos per VPN (Virtual Private Network) möglich ist. Eine ausländische IP wird vorgegaukelt, das Abfragesystem von Youtube außer Kraft gesetzt.

Ein zweiter Fall betrifft den Online-Dienst Steam von Valve. Dieser bietet in regelmäßigen Abständen günstige Spiele-Angebote an. Es handelt sich hier teilweise um Spiele, die in Deutschland nur geschnitten erhältlich sind oder auf dem Index stehen. Im US- und UK-Shop sind die Anzeigen frei zugänglich. Von Deutschland aus erscheint nur der Hinweis, dass das Angebot nicht verfügbar ist. Auch hier nutzen einige Käufer einen VPN-

Zugang oder einen simplen Adresszusatz, um das von Steam eingesetzte Kontrollsystem zu überlisten. In beiden Fällen werden technische Schutzmaßnahmen umgangen. Da es sich hier um Webseiten bzw. ganz allgemein Telemedien handelt, gelten wieder die allgemeinen Bestimmungen (§§95a ff. UrhG). Wäre jedoch der Steam-Client (nicht die Shop-Webseite) selbst betroffen, gelten die Vorschriften für Computerprogramme. Praktische Relevanz haben eher Fälle von Blog- und Webseitenbetreibern, die fremde Inhalte in ihren Webauftritt integrieren (siehe Fall 3). Nutzt der fremde Webseitenbetreiber eine technische Schutzmaßnahme (z. B. wenn eine Session-ID vergeben wurde), um das sogenannte Framing (unveränderte Integration fremder Webinhalte in die eigene Webseite) zu verhindern, und umgeht der andere Blog- und Webseitenbetreiber diesen Schutz, handelt er rechtswidrig. Das Gleiche gilt auch für die Google-Bildersuche. Wenn Sie nicht wünschen, dass Google Ihre Bilder erfasst, können Sie dies durch eine simple Textdatei (robots.txt) verhindern. Berichterstattungen über unerlaubte Kopierschutzprogramme wurden durch die Heise-Urteile massiv gestärkt [BVerfG 15.12.2011, 1BvR 1248/11]: Das Verlinken auf die Herstellerwebseiten ist nunmehr dann erlaubt, wenn ein Informationsinteresse im Vordergrund steht. Fälschlicherweise wird von einigen Foren-Nutzern angenommen, dass die Urteile einen Freibrief für das Verteilen von Links darstellen. Häufig fehlt es einfachen Foren-Beiträgen jedoch an einem besonderen Informationsinteresse, weswegen hier Vorsicht geboten erscheint. Den Foren-Betreibern sei geraten, derartige Beiträge gemäß §10 TMG unverzüglich als Kenntnis zu sperren oder zu löschen und Melde-Systeme zu integrieren (clg)

Fazit



Kopierschutz

Das Thema ist weitaus umfassender, als in der Öffentlichkeit bekannt ist, beispielsweise fallen auch Online-Dienste darunter. Denken Sie im Umgang mit neuen Medien daran, dass sich die gesetzlichen Regelungen auch auf Schutzmaßnahmen im Internet beziehen und gesetzliche Ausnahmeregelungen vorgehen. Dazu gehören insbesondere die Privatkopie bzw. Sicherungskopie.

FREE2PLAY: DAS AUFBAU-STRATEGIE-BROWSERGAME

RELOADED
JETZT DIE BRANDNEUE
VERSION TESTEN!



BAU DIR DEINE STADT AUF!

GEWINNER DES
WETTBEWERBS

MTG 2011
**MAKE THE
GAME**

DER COMPUTEC BROWSER- & SOCIALGAMES-WETTBEWERB

JETZT KOSTENLOS MITSPIELEN!

REBORNHORIZON.DE



compu**tec**
MEDIA





Technik-Fakten zur PC-Version des Action-Spektakels mit Open-World-Setting

Für den PC verschönert

Konsolenspieler dürfen sich seit Ende April in der offenen Spielwelt von Prototype 2 austoben. PC-Spieler müssen sich noch bis zum 27. Juli gedulden. Dafür versprechen die Entwickler optische Extras.

Ein Spiel, das wie *Prototype 2* beim Gameplay darauf setzt, die offene Spielwelt frei zu erkunden und dort Krawall zu stiften, benötigt ein spezielles technisches Fundament. Deshalb hat Radical Entertainment die in *Prototype 2* für die Technik im Hintergrund verantwortliche Titanium-2.0-Engine selbst programmiert. Der Spielmotor, der den Höhepunkt der kontinuierlichen Eigenentwicklungen seit der Firmengründung im Jahr 1991 darstellt, soll sich bestens für ein Open-World-Spiel eignen, bei dem Hunderte sogenannter Entitäten simuliert werden. Ob das stimmt, können bis dato nur Konsolenspieler beurteilen. Für die PC-Version von *Prototype 2* nimmt sich Radical drei Monate mehr Zeit. Ob die verlängerte Entwicklungsphase dazu

genutzt wird, PC-Spielern eine Variante zu liefern, welche die technischen Möglichkeiten der Plattform nutzt, erfahren wir unter anderem im Gespräch mit den leitenden Technikern Bryan Brandt und Josh Blommestein.

Evolution statt Neuanfang

Mit der 2.0-Version der Titanium Engine hat Radical Entertainment eine neue Basistechnik für *Prototype 2* entwickelt, die man selbst als nächste Evolutionsstufe der ersten Engine-Version bezeichnet. Dabei sei der Vorgänger keinesfalls technisch veraltet gewesen, erklärt Technical Director Bryan Brandt. Man habe im Gegenteil geplant, Schlüsselemente von Titanium 1.0 von Grund auf zu verbessern oder auszutauschen, um den Anforderungen von *Proto-*

type 2 gerecht zu werden. Zu den wichtigen Engine-Teilen, die dabei laut Bryan Brandt generalüberholt wurden, gehören das System zur Festlegung des Missionsablaufes (Mission Scripting Framework), das Umgebungssystem für die Fußgänger (Ambient Pedestrian System), die physikalischen Beschränkungen/Parameter für die Rankenarme des Protagonisten sowie Kernstücke der Animations-Engine.

Wie unser Gegenüber weiter ausführt, habe man den Renderer überholt und ihn auf partielles Deferred Lighting sowie eine vollwertige HDR-Renderpipeline umgestellt. Generell basiere die Titanium-2.0-Engine direkt auf der Titanium 1.0-Entsprechung, erläutert Bryan Brandt. „Sowohl die grundsätzlichen Spiel-

zyklen (Core Loop) als auch die Objektarchitektur, das Rahmenwerk für das Streaming und die Skripte sowie die fundamentale Plattform-Abstraktionsebene, all das wurde erwartet und für das neue Spiel aktualisiert“, erklärt unser Interviewpartner.

Schöner spielen am PC

Wie im Vorfeld angekündigt und von den Entwicklern im Interview auf der nächsten Seite bestätigt, bietet die PC-Fassung von *Prototype 2* eine detailliertere Grafik als das Konsolenspendant. Auf eine DX11-Unterstützung wurde zwar verzichtet (siehe Interviewkasten). Dafür trumpft das Open-World-Action-Spektakel am PC optisch mit der Unterstützung für höhere Auflösungen, einer besseren Kontrolle über die Kantenglättungsoptionen, einer höhe-



Zu den Weiterentwicklungen, die Radical Entertainment an der Titanium-Engine durchführte, gehörte auch das System, das die Bewegung und die KI der Fußgänger berechnet.



Bei Prototype 2 kommt das selbst entwickelte Zerstörungssystem auch bei Fahrzeugen zum Einsatz. Zusätzlich verformen sich die Vehikel, wenn sie stark beschossen werden.



Bei Prototype 2 geht es heftig zur Sache. Um die USK-Prüfung zu meistern, können Sie in der deutschen Version menschliche Gegner weder attackieren noch zerteilen.



Die HDR-Beleuchtung steht für alle Plattformen zur Verfügung. Sehr detailliert gerenderte Schatten und Partikeleffekte bekommen nur PC-Spieler zu sehen.

ren Darstellungsqualität bei Schatten und Partikeleffekten sowie einer höheren Distanzdarstellung (Draw Distance) für alle Requisiten auf. Diese verbesserte Optik sei natürlich nur mit dem PC möglich, räumt Bryan Brandts Kollege Josh Blommestein ein, da die Konsolen sowohl beim Speicher als auch bei der Leistung limitiert sind. Grafik-Schmankerl wie SSAO, Echtzeit-Reflexionen, Soft Shadows, Tiefen- und Bewegungsunschärfe, das partielle Deferred Lighting, die HDR-Renderpipeline oder S-curve Tone Mapping stehen laut Josh Blommestein allerdings für alle Plattformen zur Verfügung. Damit möchte sich *Prototype 2* technisch von der Konkurrenz absetzen.

Physik der Extraklasse

Eine leistungsstarke Physiksimulation war schon Bestandteil der ersten Titanium-Engine. Trotzdem hat Radical hier noch einmal Hand angelegt: „Es war unser Ziel, die bereits sehr große Zahl an Objekten in *Prototype* zu behalten und teils auch zu erhöhen und dabei deren Qualität zu verbessern“, gibt Josh Blommestein Auskunft. „Letztendlich haben wir die Zahl der

Ragdoll-Objekte sowie der immer wieder auftauchenden Trümmerstücke verdoppelt.“ Außerdem werde die selbst entwickelte Zerstörungstechnologie jetzt auch bei allen Charakteren und Fahrzeugen eingesetzt. Des Weiteren lassen sich alle Vehikel jetzt in Echtzeit verformen und das Pixelpersonal besitzt ein Schadensmodell.

Mehrkernefreundlich

Obwohl bereits Titanium 1.0 eine Vierkern-CPU voll nutzte, hat Radical Titanium 2.0 abermals für Multithreading optimiert. Intern laufe die Engine mit zwei primären Threads, der eine sei für die Simulation, der andere für das Rendering zuständig, beschreibt Bryan Brandt am Ende unseres Gesprächs. Es gebe allerdings auch viele unterstützende Threads (Support Threads), zu denen gehören Audio und das Streaming. Gerade bei komplexen Aufgaben, bei denen gezielt Mehrkernentechnik genutzt werden kann, verteilt die Engine die Arbeitslast auf alle vorhandenen Kerne. Zu diesen Aufgaben gehören auch die Berechnungen für die Physik und die Animationen. (fs)

Interview: Extra-Entwicklungszeit für die PC-Version

PCGH: Was sind die Gründe dafür, dass ihr für die Entwicklung der PC-Version drei Monate länger benötigt? Können PC-Spieler damit rechnen, dass *Prototype 2* für ihre Plattform kein simpler Port, sondern eine Variante wird, die die technischen Möglichkeiten des PCs voll ausnutzt?

Bryan Brandt: Durch die dreimonatige Verlängerung der Entwicklungsarbeiten erhielten wir zusätzliche Zeit, um zum einen unsere Radnet-Features auf den PC zu portieren, die wir erst zu einem späten Zeitpunkt innerhalb des Entwicklungszyklus der Konsolenversion stark erweitert hatten. Zum anderen nutzten wir die zusätzliche Entwicklungszeit, um PC-spezifische Aufwertungen wie höhere Auflösungen, eine bessere Qualität bei der Grafik sowie eine verstellbare Sichtweite in die PC-Version zu integrieren.

PCGH: Wird die PC-Variante von *Prototype 2* denn auch Direct X 11



Bryan Brandt, Radical Entertainment

unterstützen oder stand der Umbau des DX9-Renderers während der zusätzlichen Entwicklungszeit nicht auf der Agenda?

Bryan Brandt: Nein, wir haben keine DX11-Features in *Prototype 2* implementiert. Wir hatten uns vorgenommen, mit unserem Produkt die größtmögliche Hardware-Unterstützung zu erzielen. Aber ich kann euch versprechen, dass wir DX11 in zukünftige Radical-Spiele integrieren werden.



Durch die richtige Auswahl von Preissenkungen profitieren

Viel CPU für wenig Geld

Intels Ivy-Bridge-Generation ist da, bald folgen AMDs Trinity- und Vishera-Prozessoren. Dies sorgt für einige Bewegung am Markt – alte Schnäppchen verschwinden und neue CPU-Tipps tun sich auf.

Normierte CPU-Leistung: Viele Schnäppchen

Normierte CPU-Leistung; 100 Prozent entsprechen dem Core i7-3960X

Core i7-3770K (300 Euro, 77 W)	90,7
Core i5-3570K (200 Euro, 77 W)	83,6
Core i5-3450 (170 Euro, 77 W)	76,2
Core i5-2500K (190 Euro, 95 W)	75,5
Core i3-3240 (110 Euro, 55 W) *	63,5
FX-8150 (180 Euro, 125 W)	62,3
Core i3-2120 (100 Euro, 65 W)	58,8
FX-8120 (140 Euro, 125 W)	57,2
FX-6200 (140 Euro, 125 W)	57,0
FX-4170 (115 Euro, 125 W)	54,3
FX-6100 (115 Euro, 95 W)	52,2
Ath. II X4 651 (80 Euro, 100 W)	51,3
Ph. II X6 1045T (110 Euro, 95 W)	51,2
Ph. II X4 960T (nicht lief., 95 W)	49,0
FX-4100 (95 Euro, 95 W)	46,9
Pentium G860 (80 Euro, 65 W)	45,6
Ph. II X4 945 (80 Euro, 95 W)	45,2
Celeron G530 (40 Euro, 65 W)	35,9
A4-3400 (50 Euro, 65 W)	29,9

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, FX Hotfixes, Geforce 295.51
Bemerkungen: Aus Preis-Leistungs-Sicht sind der Athlon II X4 651, der Core i3-3240, der Pentium und der Phenom X4 945 empfehlenswert.

Prozent
 Besser

* Simuliert

Ein guter Prozessor ist oft ein Begleiter für mehrere Jahre und befeuert nicht selten mehrere Grafikkarten-Generationen. Hierfür muss es aber erstens kein sündhaft teurer Chip sein und zweitens offeriert der Markt immer wieder nahezu unwiderstehliche Angebote.

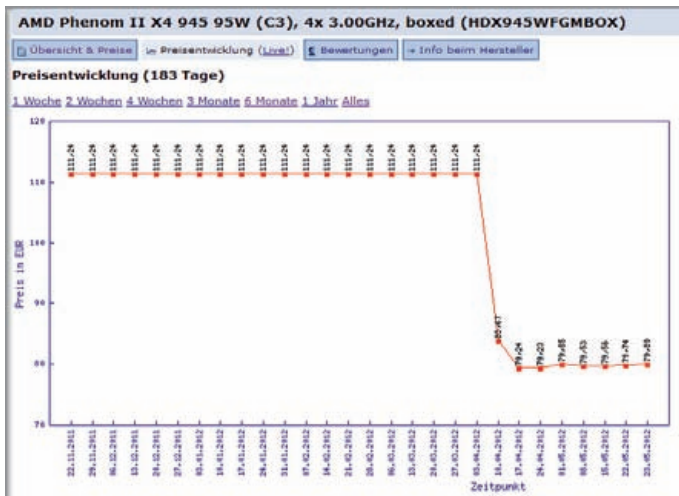
Abseits der reinen Spiele- und Anwendungsleistung gilt es beim Kauf einer CPU auch Punkte wie den Stromverbrauch (und damit die Kühlung), die Übertaktungseigenschaften, die Kosten für die Plattform sowie eventuelle Spezialfähigkeiten wie Befehlssatz-Erweiterungen zu beachten – etwa AES für verschlüsselte HDDs oder SSDs.

Ivy oder Sandy Bridge?

Seit einigen Jahren vertraut Intel auf eine sehr stabile Preispolitik – diese können Sie für Ihre Zwecke nutzen. So kostet der Core i5-3570K wie der beliebte Vorgänger

Core i5-2500K rund 200 Euro, ist aber etwas schneller und sparsamer. Der neuere Chip ist für die meisten Käufer daher die bessere Wahl, einzig ambitionierte Übertakter sollten aufgrund der höheren Temperaturentwicklung der Ivy-Bridge-Chips abwägen. Der Core i5-3570K wird heißer und erreicht nicht ganz die OC-Frequenzen des Core i5-2500K, leistet aber mehr pro Takt. Aufgrund der Preispolitik ist davon auszugehen, dass der Core i5-3570K auch im nächsten Frühsommer noch in etwa so viel kostet wie heute – dann wird er von einem neuen Core i5 auf Haswell-Basis abgelöst.

Der Core i5-2500K hingegen wird in den nächsten Monaten EOL („End of Life“) gehen und aufgrund der schlechteren Verfügbarkeit im Preis steigen. Greifen Sie also jetzt zu, wenn es doch ein Sandy-Bridge-Prozessor sein soll.



Der Phenom II X4 945 mit vier Kernen und 3,0 GHz sowie vollen 6 MiByte L3-Cache wird seit April für nur 80 Euro abverkauft – ein Schnäppchen mit genügend Leistung.

Eine Alternative für alle, die nicht übertakten, ist der Core i5-3450: Mit 3,1 GHz ist er rund zehn Prozent langsamer als der Core i5-3570K, kostet aber 30 Euro weniger.

Core i3 als Spielerfreund

Im Laufe des Juni erschienen die Dualcores auf Ivy-Bridge-Basis. Das schnellste Modell ist der Core i3-3240, der dank 3,4 GHz und SMT-Fähigkeit vor allem für Spiele eine sehr gute Wahl darstellt – der Preis wird sich voraussichtlich bei etwa 110 Euro einpendeln. Mit nur 55 Watt TDP erlaubt der Core i3-3240 ein flottes und sparsames System.

Preissenkungen bei AMD

Als Reaktion auf die neuen Ivy-Bridge-Chips senkten die Athlon-Macher die Preise vieler Prozessoren – zum Teil um bis zu 22 Prozent. Das FX-Flaggschiff, der 8150, fiel von 245 auf 205 US-Dollar und kostet hierzulande daher seit Ende April nur noch 180 statt 210 Euro. Der FX-8120 landete zum Launch bei 205 US-Dollar, laut Liste sind es nun 165 US-Dollar – viele Händler verkaufen den Chip daher schon für gerade einmal 140 Euro.

Dank vier Modulen mit 3,4-GHz-Turbo bei Auslastung aller Recheneinheiten bietet der FX-8120 ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Leider ist die sparsame 95-Watt-Version den OEMs vorbehalten, im Endkundenmarkt verkauft AMD nur das 125er-Modell. Der FX-6200 (drei Module bei 3,9 GHz via Turbo) kostet ebenfalls 140 Euro, der FX-8120 bietet jedoch deutlich mehr Reserven für eine Übertaktung – mit rund 1,4 statt 1,2 Volt etwa 4,0 GHz.

Bitte das Taktmonster

Der seit Februar verfügbare FX-4170 ist eine Art Geheimtipp – sofern Sie nicht übertakten. Mit satten 4,2 GHz Basistakt rennt dieser 115-Euro-Chip in Spielen den meisten anderen AMD-CPU's davon; im Multimedia-Bereich ist er zwar flott, aufgrund von „nur“ vier Kernen jedoch im Nachteil. Der FX-6100 kostet das Gleiche, bietet aber zwei Rechenherzen mehr – allerdings bei geringerem Takt. Falls Sie bei den Frequenzen selbst Hand anlegen, ist der Dreimoduler mehr als einen Blick wert. Nach unten hin ist der FX-4100 für 95 Euro interessant, dank freiem Multiplikator erreichen Sie problemlos die Leistung des schnellen FX-4170.

Phenom II: Auslaufmodelle

Zugunsten der FX stellt AMD nach und nach die Produktion der Phenom II ein – so gelangen auch einstige OEM-Modelle in den regulären Handel. Während fast alle X6 immer teurer werden, ist der 1045T mit 2,7 GHz für 110 Euro ein echtes Schnäppchen. Via Übertaktung sind locker 3,6 GHz machbar – aber auch so ist der Chip flott. Der Phenom II X4 945 im sparsamen C3-Stepping für den Sockel AM3(+) wird für nur 80 Euro verkauft – ein super Preis für den Vierkerner mit 3,0 GHz. Den gleichen Takt und die gleiche Anzahl von Rechenherzen bietet der minimal flottere Athlon II X4 615 für den Sockel FM1. Leider nicht mehr verfügbar ist der Phenom II X4 960T, ein teildesaktivierter Sechskerner. Aktuelle Befehlssätze wie AES oder AVX gibt's bei den Athlon II sowie Phenom II allerdings durchweg nicht. (ms)

PCGH spart: Empfehlungen der Redaktion

Intel Core i5-3570K: Sehr schneller Vierkerner mit Ivy-Bridge-Technik

Der sparsame Core i5-3570K kostet zwar rund 200 Euro, bietet aber ein exzellentes Fps/Euro-Verhältnis für Spieler – denn hier ist der Chip einer der schnellsten. Dank freiem Multiplikator und einer somit optionalen Übertaktung ist der Core i5-3570K für die nächsten Jahre ein verlässlicher Mitspieler.



AMD FX-8120: Mehrmals im Preis gesenkt und daher empfehlenswert

Vier Module mit Bulldozer-Technik und 3,4 GHz per Turbo auf allen Recheneinheiten machen den FX gerade in Multimedia-Anwendungen zu einem guten Produkt. Der Chip kostet mittlerweile zudem nur noch 140 Euro; in Spielen bietet er ebenfalls genügend Leistung, benötigt aber recht viel Strom.

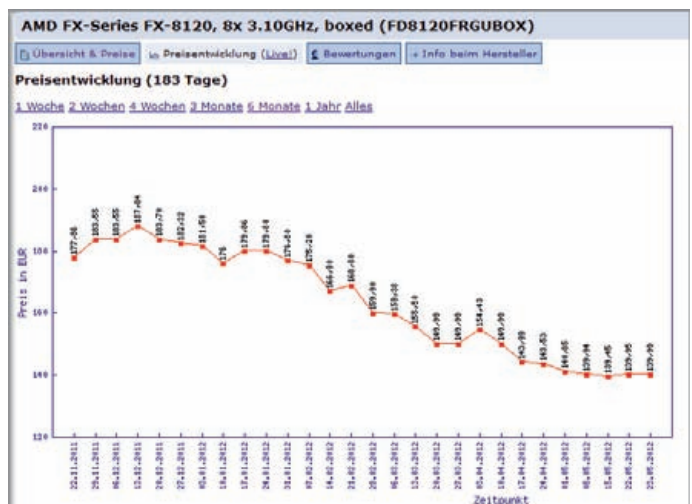
AMD FX-4170: Nur zwei Module, aber wahnwitzige 4,2 GHz Takt

Dank zwei Modulen spricht AMD von Kernen, auftrumpfen kann der FX aber vor allem dank seinen bis zu 4,3 GHz – dies macht ihn zu einem der flottesten AMD-Prozessoren für Spieler. Der Preis ging seit Release um etwa zehn Euro nach unten, wodurch Sie für 115 Euro ein sehr faires Angebot erhalten.



AMD Phenom II X4 945: Auslaufmodell für Pfennigfuchser

Im April gab der Preis für den vierkernigen Deneb-Chip mit seinen 3,0 GHz stark nach. Zwar verfügt der X4 945 über keinen freien Multiplikator, dank Referenztakt-OC und nur 95 Watt TDP sind aber auch so ca. vier GHz kein Problem. Mit einem AM3+Bord läuft später auch der „FX Next“.



Lesereinsendungen

PCGH-Mailbox

Neben unserer Webseite www.pcgh.de und unserem Forum www.pcghx.de können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an redaktion@pcgameshardware.de mit uns Kontakt aufnehmen.

Deutschsprachige Handbücher für Mainboards?

Ich möchte gerne meinen Rechner aufrüsten mit dem Ivy-Bridge-Prozessor Core i7-3770K. Als passendes Motherboard habe ich das Gigabyte GA-Z77-D3H ins Auge gefasst. Da ich in Deutschland lebe, erwarte ich natürlich auch ein deutschsprachiges Handbuch. Leider habe ich momentan den Eindruck, dass weder Gigabyte noch Asus ein deutsches Handbuch anbieten. Können Sie mir ein Motherboard mit Z77-Chipsatz nennen, das auch ein deutsches Handbuch bietet (auch zum Runterladen)?

Ich würde mich freuen, wenn zukünftig dieses Kriterium unter Service mit in die Bewertungen einfließen würde. Das wäre sicher für viele Leser interessant.

Heinz-Günther G., per E-Mail

Daniel Möllendorf: Vielen Dank für Ihr Feedback. Tatsächlich werten wir bei Mainboard-Tests schon seit Jahren, ob für das jeweilige Board ein deutsches Handbuch zum Download bereitsteht. Aus Platzgründen (und da bisher nur sehr wenige Leser danach gefragt haben) drucken wir diese Info allerdings bisher nicht im Heft ab. Vorbildlich in dieser Kategorie ist der Hersteller Asrock: Selbst bei günstigen Mainboards des taiwanesischen Unternehmens wird ein dickes Handbuch mitgeliefert, in dem der komplette Inhalt neben anderen Sprachen auch auf Deutsch enthalten ist.

Für diese Ausgabe hat uns Asrock ein Testmuster mit 7er-Chipsatz zugeschickt – Details in der Marktübersicht ab Seite 86.

Ivy Bridge kompakt kühlen?

Da ich mir in nächster Zeit einen neuen PC zusammenbauen möchte, habe ich mir schon eine Liste mit Komponenten zusammengestellt. Darunter ist Intels neuer Ivy-Bridge-Prozessor Core i7-3770. Das Problem ist, dass ich in dem Gehäuse, das ich verwende, wenig Platz für einen CPU-Kühler habe. Meine Optionen wären der Prolimatech Samuel 17 mit einem Noiseblocker Blacksilent Pro Fan PLPS (120 mm, 1.500 U/min) oder die Kompaktwasserkühlung Corsair Hydro H60 mit dem Scythe Slipstream Slim (120 mm,

2.000 U/min). Nun ist meine Frage, welche von den beiden die bessere Kühlvariante darstellt oder ob ihr mir ganz von den Varianten abrätet, um den Prozessor zu kühlen? Denn ich möchte gerne niedrige Temperaturen im Leerlauf und unter Last haben.

Andreas F., per E-Mail

Stephan Wilke: Das ist eigentlich eine recht einfache Frage, aber eine Pauschalantwort kann ich leider nicht liefern. Das liegt einerseits daran, dass wir beide Modelle nie im Direktvergleich getestet haben, andererseits spielen aber auch das Gehäuse und das sonstige Kühlkonzept eine Rolle. In der Tendenz sehe ich aber die Corsair H60 bei der Kühlleistung vorne – auch bei gleicher Belüftung. Die rasche Verlagerung der Abwärme zum Radiator sollte gerade in einem eher kleinen Gehäuse dafür sorgen, dass der Prozessor kühler bleibt.

Für den Samuel 17 könnte allerdings der Umstand sprechen, dass die Luftzirkulation in der Sockelumgebung für etwas kühlere Spannungswandler und weitere Bauteile sorgt. Ohne starkes Overclocking (das mit einem Samuel 17 und einem i7-3770 ohne „K“ ohnehin nicht möglich ist) sollten diese Komponenten aber durch Abstrahlung an die Umgebungsluft und evtl. einen geringen Luftstrom durch das Gehäuse kühl genug für eine lange Betriebszeit bleiben. Wichtig ist auf jeden Fall – egal für welche Kühllösung Sie sich entscheiden –, dass der Lüfter ein paar Zentimeter Freiraum hat, um Frischluft anzusaugen. Ein von Kabelgewirr und Bauteilen verdeckter Ventilator kann seine volle Leistung nicht entfalten.

Aufrüsttabelle für CPUs

Im Artikel „Test: Intel Ivy Bridge“ der Ausgabe 06/2012 habt ihr eine wunderbare Aufrüsttabelle abgedruckt, die den prozentualen Leistungsgewinn bei einem Plattform- bzw. CPU-Wechsel übersichtlich aufschlüsselt. Hierfür möchte ich ein dickes Lob aussprechen und schlage vor, diese Art des Leistungsvergleichs als Standard neben dem reinen Leistungsindex einzuführen oder zumindest in größeren Grafikkartentests, in denen verschiedene Generationen oder Chipausbaustufen miteinander verglichen werden, aufzuführen. Ebenfalls wünschen würde ich mir

Ihr Feedback zum Heft

www.pcgh.de/go/07-12

eine standardmäßige Angabe des Frames-pro-Euro-Wertes in den Leistungsindizes!

Sebastian v.d.L., per E-Mail

Marc Sauter: Danke für das Lob! Dieses Element werden Sie künftig häufiger im Heft antreffen (u. a. im aktuellen Sonderheft „Aufrüsten vs. Eigenbau“). Ein Frames-pro-Euro-Wert ist bei CPUs schwierig umzusetzen, eine generelle Angabe der Leistung pro Euro ist jedoch möglich. Wir überlegen uns, ob und wie wir einen solche Information in die Indizes integrieren können.

Leiser Lüfter für Mugen 2?

Ich plane einen neuen Ventilator für meinen Scythe Mugen 2 zu verbauen. Der Lüfter sollte leise sein und eine gute Kühlleistung haben. Mein Prozessor ist ein AMD Phenom II X4 980 BE. Ich würde gerne den Enermax T.B. Vegas PCGH-Edition einbauen, habe aber leider keine Temperaturwerte zur Hand. Können Sie mir diesbezüglich weiterhelfen?

Sven S., per E-Mail

Stephan Wilke: Der Enermax T.B. Vegas PCGH-Edition basiert auf dem T.B. Silence, der ebenfalls für 900 U/min spezifiziert ist. Aus 50 cm Entfernung haben wir eine Lautheit von 0,2 Sone ermittelt. Die Kühlleistung des Propellers ist geringer als die des Mugen-2-Standardventilators, der es auf 1.300 U/min bringt. Wir haben natürlich selbst Temperaturwerte ermittelt, aber die lassen sich nicht auf Ihr System übertragen. Wenn Sie also abschätzen möchten, ob der T.B. Vegas PCGH-Edition ausreicht, empfehlen wir, den aktuellen Lüfter auf 900 oder gar 800 U/min herunterzuregulieren – gibt es hierbei keine Temperaturprobleme, reicht auch die Kühlleistung des Enermax-Modells.

Eine überlegenswerte Alternative ist der Doppel-Lüfter-Betrieb, sofern Sie ein passendes Klammerpaar zur Montage haben. Ein zusätzlicher Ventilator auf der Rückseite des Kühlers erhöht die Lautstärke kaum, kann aber für eine Kühlleistung sorgen, die mit einem einzelnen, schneller drehenden Ventilator zu vergleichen ist. Mit einem zweiten T.B. Vegas PCGH-Edition (oder heruntergeregelten Standardlüfter + T.B. Vegas PCGH-Edition) hätten Sie eine mit dem Mugen 3 PCGH-Edition vergleichbare Konfiguration.

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.



Aluminium-Gehäuse



Mit einem Vorsprung von über 22% wurde Lian Li von der Leserschaft zum Hersteller des Jahres gewählt

Mini-Q series

PC-Q12B

- M/B-Art: Mini ITX
- Laufwerkfächer: 2.5" intern x 4
- Netzteil: SFX 300W
- Abmessungen: B 88 x H 363 x T 208mm



M/B-Art Thin mini-ITX

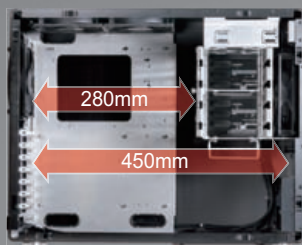
PC-Q05B

- Laufwerkfächer: 2.5" intern x 2
- Abmessungen: B 284 x H 47 x T 307mm



PC-V700B

- M/B-Art: ATX / M-ATX
- Laufwerkskäfige: 5.25" x 1, 3.5" intern x 6 (SATA, Hot-Swapping x 4), 2.5" intern x 3 (verwenden Sie 3.5" x 1)
- Lüfter: 140mm x 1, 120mm x 3
- USB 3.0 x 2 (20-poliger Stecker) / USB 2.0 x 1 / E-SATA x 1 / HD Audio
- Erweiterungskartensteckplatz: 8
- Abmessungen: B 210 x H 400 x T 496 mm



PC-Q18B

- M/B-Art: Mini DTX, Mini ITX
- Laufwerkfächer: 5.25" x 1, 3.5" intern x 6 (SATA, Hot-Swapping x 4), 2.5" intern x 5 (verwenden Sie 3.5" x 3)
- Abmessungen: B 199 x H 290 x T 363mm



PC-Q15B

- M/B-Art: Mini-ITX
- Laufwerkfächer: 5.25" x 1, 3.5" intern x 2 (SATA, Hot-Swapping x 1, verwenden Sie 5.25" x 1), 2.5" intern x 3
- Netzteil: SFX 300W
- Abmessungen: B 210 x H 216 x T 320mm



PC-Q09FNB

- M/B-Art: Mini-ITX
- Laufwerkfächer: Optischer Slim x 1, 3.5" intern x 1, 2.5" intern x 3
- Netzteil: SFX 300W
- Abmessungen: B 296 x H 140 x T 190mm

Lieferanten



CASEKING.de
www.caseking.de/shop/catalog/

WAVE
Computersysteme GmbH

www.wave-computer.de
06403-9050-7120
service@wave-computer.de

ALTERNATE
http://www.alternate.de

www.lian-li.com

Beste Qualität
Hergestellt
in Taiwan



Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 24.05.2012

Basis: PCGH-Leistungsindex und -Wertungssystem mit aktuellen Treibern

Modell	Preis	VRAM	3D-Taktung (GPU/ALU/RAM)	Verbrauch (2D/3D/VGA-Tool)	Länge/ (Slot-)Breite	Lautheit (2D/3D/VGA-Tool)	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich	
Zotac GeForce GTX 680 AMP-Edition	Ca. € 540,-	2.048 MiB	1.111 +Boost/3.304 MHz	17/154/187* Watt	26,5/5,5 cm	1,2/3,3/3,6 Sone	1,65	07/2012	www.pcgh.de/preis/774765	NEU
Gainward GeForce GTX 680 Phantom	Ca. € 520,-	2.048 MiB	1.084 +Boost/3.150 MHz	15/162/180* Watt	25,5/5,0 cm	0,3/3,3/3,9 Sone	1,66	06/2012	www.pcgh.de/preis/757469	
Palit GeForce GTX 680 Jetstream	Ca. € 510,-	2.048 MiB	1.084 +Boost/3.150 MHz	16/159/175* Watt	27,2/5,0 cm	0,6/3,6/3,4 Sone	1,68	06/2012	www.pcgh.de/preis/759777	
KFA² GeForce GTX 680 EX OC	Ca. € 520,-	2.048 MiB	1.111 +Boost/3.004 MHz	20/158/184* Watt	25,7/3,4 cm	0,5/1,4/1,6 Sone	1,69	07/2012	www.pcgh.de/preis/760611	NEU
MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	Ca. € 520,-	2.048 MiB	1.058 +Boost/3.004 MHz	17/152/164* Watt	25,7/3,5 cm	0,4/2,6/2,7 Sone	1,70	07/2012	www.pcgh.de/preis/758362	NEU
Asus GTX 680 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 520,-	2.048 MiB	1.137 +Boost/3.004 MHz	29/188/213* Watt	30,0/5,4 cm	1,2/3,2/3,5 Sone	1,71	06/2012	www.pcgh.de/preis/767446	
Evga GeForce GTX 680 Superclocked+	Ca. € 520,-	2.048 MiB	1.058 +Boost/3.106 MHz	17/154/162* Watt	25,5/3,5 cm	0,7/3,4/3,6 Sone	1,71	07/2012	www.pcgh.de/preis/756582	NEU
Palit GeForce GTX 680 Jetstream 4GB	Ca. € 560,-	4.096 MiB	1.006 +Boost/3.004 MHz	17/163/185* Watt	27,2/5,0 cm	0,5/3,1/3,9 Sone	1,71	06/2012	www.pcgh.de/preis/761763	
Point of View GTX 680 TGT Ultra Charged	Ca. € 590,-	2.048 MiB	1.111 +Boost/3.004 MHz	21/176/177* Watt	26,4/5,5 cm	1,3/4,4/4,3 Sone	1,73	06/2012	www.pcgh.de/preis/753833	
Zotac GeForce GTX 670 AMP-Edition	Ca. € 420,-	2.048 MiB	1.098 +Boost/3.304 MHz	17/153/175* Watt	26,5/5,5 cm	1,2/2,8/3,1 Sone	1,75	07/2012	www.pcgh.de/preis/776848	NEU
MSI R7970 Lightning	Ca. € 530,-	3.072 MiB	1.070/2.800 MHz	22/201/298* Watt	30,2/3,5 cm	1,0/2,5/6,3 Sone	1,78	06/2012	www.pcgh.de/preis/751143	
Gainward GeForce GTX 680	Ca. € 500,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.004 MHz	17/174/195* Watt	25,5/3,5 cm	0,8/3,3/3,9 Sone	1,78	06/2012	www.pcgh.de/preis/753759	
Gainward GeForce GTX 670 Phantom	Ca. € 390,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.054 MHz	18/154/157* Watt	24,7/5,0 cm	0,7/3,4/3,2 Sone	1,84	07/2012	www.pcgh.de/preis/774962	NEU
Palit GeForce GTX 670 Jetstream	Ca. € 380,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.054 MHz	18/154/155* Watt	24,5/4,6 cm	0,6/4,5/4,3 Sone	1,85	07/2012	www.pcgh.de/preis/776907	NEU
VTX3D Radeon HD 7970 X-Edition	Ca. € 420,-	3.072 MiB	1.050/2.850 MHz	25/203/265* Watt	26,7/3,4 cm	0,5/1,9/3,4 Sone	1,86	06/2012	www.pcgh.de/preis/735997	
Sapphire Radeon HD 7970 OC (Dual-X)	Ca. € 430,-	3.072 MiB	950/2.850 MHz	21/169/236* Watt	28,4/4,3 cm	0,4/2,2/3,3 Sone	1,87	06/2012	www.pcgh.de/preis/735670	
Asus HD 7970 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 450,-	3.072 MiB	1.000/2.800 MHz	17/185/214* Watt	27,5/4,9 cm	1,1/2,9/3,8 Sone	1,87	04/2012	www.pcgh.de/preis/729055	
XFX R7970 1000M Double D. Black Edition	Ca. € 470,-	3.072 MiB	1.000/2.850 MHz	22/205/229* Watt	26,7/3,5 cm	1,3/3,0/3,4 Sone	1,88	03/2012	www.pcgh.de/preis/723342	
Gigabyte Radeon HD 7970 Windforce 3x	Ca. € 430,-	3.072 MiB	1.000/2.750 MHz	23/190/222* Watt	26,7/3,5 cm	0,9/5,0/7,2 Sone	1,93	04/2012	www.pcgh.de/preis/724074	
Club 3D Radeon HD 7970 Royal King	Ca. € 410,-	3.072 MiB	975/2.750 MHz	18/177/221* Watt	26,4/3,4 cm	0,7/2,1/3,0 Sone	1,95	07/2012	www.pcgh.de/preis/774068	NEU
MSI Radeon HD 7970 (R7970-2PMD3GD5)	Ca. € 400,-	3.072 MiB	925/2.750 MHz	27/207/238* Watt	27,8/3,5 cm	0,6/6,0/7,5 Sone	1,97	03/2012	www.pcgh.de/preis/723286	
HIS Radeon HD 7970	Ca. € 400,-	3.072 MiB	925/2.750 MHz	21/190/221* Watt	27,8/3,5 cm	0,6/5,9/7,5 Sone	1,97	03/2012	www.pcgh.de/preis/729059	
Sapphire Radeon HD 7950 OC	Ca. € 370,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	18/127/149* Watt	28,0/3,4 cm	0,3/1,1/1,6 Sone	2,04	04/2012	www.pcgh.de/preis/732198	
Asus HD 7950 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 370,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	16/127/131* Watt	29,5/5,5 cm	0,9/1,2/1,3 Sone	2,07	04/2012	www.pcgh.de/preis/729062	
Zotac GeForce GTX 580 AMP²	Ca. € 400,-	3.072 MiB	815/1.630/2.052 MHz	33/225/203* Watt	26,7/5,5 cm	0,4/2,1/1,8 Sone	2,07	11/2011	www.pcgh.de/preis/631838	
MSI R7950 Twin Frozr 3GD5/OC	Ca. € 360,-	3.072 MiB	880/2.500 MHz	18/124/140* Watt	27,0/3,5 cm	0,5/1,9/2,2 Sone	2,10	04/2012	www.pcgh.de/preis/732239	
XFX R7950 Double Dissipation Black Edition	Ca. € 380,-	3.072 MiB	900/2.750 MHz	19/136/139* Watt	26,8/3,5 cm	1,4/4,2/4,8 Sone	2,10	04/2012	www.pcgh.de/preis/732228	
MSI N580GTX Twin Frozr II/OC	Ca. € 360,-	1.536 MiB	823/1.645/2.138 MHz	36/236/340 Watt	26,7/3,6 cm	0,7/3,1/5,2 Sone	2,10	04/2011	www.pcgh.de/preis/612931	
HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo	Ca. € 350,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	18/128/139* Watt	28,3/4,8 cm	0,5/2,8/2,9 Sone	2,12	07/2012	www.pcgh.de/preis/766539	NEU
Powercolor Radeon HD 7950 PCS+	Ca. € 360,-	3.072 MiB	880/2.500 MHz	19/128/135* Watt	26,7/3,4 cm	0,9/0,9/1,0 Sone	2,13	04/2012	www.pcgh.de/preis/732189	
Gainward GTX 580 Phantom/3G	Ca. € 430,-	3.072 MiB	783/1.566/2.010 MHz	36/234/206* Watt	26,7/4,5 cm	0,4/2,5/1,7 Sone	2,14	11/2011	www.pcgh.de/preis/609907	
Gigabyte GTX 580 Super Overclock	Ca. € 400,-	1.536 MiB	855/1.710/2.050 MHz	46/276/250* Watt	27,7/3,5 cm	0,8/2,8/1,7 Sone	2,14	11/2011	www.pcgh.de/preis/632800	
Asus ENGTX580 Direct Cu II	Ca. € 400,-	1.536 MiB	781/1.564/2.004 MHz	28/227/339 Watt	28,3/5,7 cm	0,9/1,6/2,7 Sone	2,16	11/2011	www.pcgh.de/preis/611281	
Sparkle Calibre X580	Ca. € 390,-	1.536 MiB	810/1.620/2.016 MHz	34/228/205* Watt	29,7/5,5 cm	1,7/1,8/1,8 Sone	2,20	11/2011	www.pcgh.de/preis/597190	
Sapphire Radeon HD 7870 OC	Ca. € 330,-	2.048 MiB	1.050/2.500 MHz	20/108/139* Watt	25,5/3,5 cm	0,4/0,9/1,8 Sone	2,21	05/2012	www.pcgh.de/preis/751973	
Palit GeForce GTX 580 3GB	Ca. € 400,-	3.072 MiB	783/1.566/2.010 MHz	36/235/343 Watt	26,7/3,6 cm	0,6/6,2/10,8 Sone	2,21	11/2011	www.pcgh.de/preis/630070	
HIS Radeon HD 7950	Ca. € 330,-	3.072 MiB	800/2.500 MHz	20/125/135* Watt	26,8/3,5 cm	1,4/3,9/4,8 Sone	2,23	04/2012	www.pcgh.de/preis/732218	
MSI R6970 Lightning	Ca. € 280,-	2.048 MiB	940/2.750 MHz	40/233/240* Watt	30,9/3,9 cm	0,4/3,5/3,5 Sone	2,28	11/2011	www.pcgh.de/preis/618756	
Asus HD 7870 Direct Cu II TOP V2	Ca. € 300,-	2.048 MiB	1.100/2.500 MHz	18/132/151* Watt	26,8/3,5 cm	0,3/1,5/5,1 Sone	2,30	07/2012	Bei Heftschluss nicht gelistet	NEU
Evga GTX 570 Superclocked+ Backplate	Ca. € 300,-	1.280 MiB	797/1.594/1.950 MHz	31/215/323 Watt	26,9/3,6 cm	0,8/3,5/7,0 Sone	2,30	10/2011	www.pcgh.de/preis/619972	
MSI R7870 Twin Frozr 2GD5/OC	Ca. € 310,-	2.048 MiB	1.050/2.400 MHz	23/115/127* Watt	27,3/3,5 cm	0,5/1,7/2,7 Sone	2,30	05/2012	www.pcgh.de/preis/746962	
Powercolor Radeon HD 7870 PCS+	Ca. € 310,-	2.048 MiB	1.100/2.450 MHz	17/123/136* Watt	24,3/3,4 cm	0,5/2,2/2,8 Sone	2,31	07/2012	www.pcgh.de/preis/751978	NEU
XFX R7870 Double Dissipation Black Edition	Ca. € 310,-	2.048 MiB	1.050/2.500 MHz	19/123/143* Watt	24,9/3,4 cm	0,2/0,5/1,1 Sone	2,31	05/2012	www.pcgh.de/preis/751983	
Asus ENGTX570 Direct Cu II	Ca. € 270,-	1.280 MiB	743/1.485/1.900 MHz	26/180/271 Watt	28,3/5,5 cm	0,7/1,2/1,7 Sone	2,31	10/2011	www.pcgh.de/preis/615313	
Sapphire Radeon HD 6970 Dual-Fan	Ca. € 270,-	2.048 MiB	880/2.750 MHz	23/180/193* Watt	27,2/4,1 cm	0,2/1,4/1,6 Sone	2,31	01/2012	www.pcgh.de/preis/696004	
MSI N570GTX Twin Frozr III PE/OC	Ca. € 280,-	1.280 MiB	770/1.540/2.000 MHz	31/197/191* Watt	25,1/3,7 cm	0,2/1,6/1,5 Sone	2,31	10/2011	www.pcgh.de/preis/630557	
HIS Radeon HD 7870 Iceq Turbo	Ca. € 310,-	2.048 MiB	1.100/2.400 MHz	17/112/125* Watt	28,7/3,4 cm	1,0/1,9/2,6 Sone	2,33	07/2012	www.pcgh.de/preis/751969	NEU
Gainward GeForce GTX 570 Phantom	Ca. € 270,-	1.280 MiB	749/1.500/1.950 MHz	37/210/320 Watt	26,7/4,1 cm	0,3/2,3/4,6 Sone	2,33	04/2011	www.pcgh.de/preis/604954	
Club 3D Radeon HD 7870 Royal King	Ca. € 300,-	2.048 MiB	1.050/2.400 MHz	17/94/122* Watt	21,0/3,5 cm	0,4/2,7/3,6 Sone	2,36	07/2012	www.pcgh.de/preis/773040	NEU
MSI N560GTX Ti 448 THII PE/OC	Ca. € 260,-	1.280 MiB	750/1.500/1.950 MHz	32/195/226* Watt	25,2/3,7 cm	0,5/1,8/2,0 Sone	2,38	01/2012	www.pcgh.de/preis/707223	
Sapphire Radeon HD 6950 Direct 3	Ca. € 190,-	2.048 MiB	800/2.500 MHz	26/153/183* Watt	26,1/3,5 cm	0,9/2,5/2,7 Sone	2,44	08/2011	www.pcgh.de/preis/704910	Informations-Preis-Leistungs-Tipp
Gigabyte GTX 560 Ti 448 Windforce	Ca. € 230,-	1.280 MiB	732/1.464/1.900 MHz	31/211/182* Watt	27,8/3,2 cm	1,3/2,8/1,9 Sone	2,44	01/2012	www.pcgh.de/preis/707226	
Sapphire Radeon HD 7850 OC	Ca. € 230,-	2.048 MiB	920/2.500 MHz	19/85/106* Watt	21,0/3,4 cm	0,3/1,1/1,7 Sone	2,45	05/2012	www.pcgh.de/preis/751980	
Evga GeForce GTX 560 Ti Superclocked	Ca. € 190,-	1.024 MiB	900/1.800/2.106 MHz	18/186/194* Watt	22,9/3,4 cm	0,3/1,2/1,5 Sone	2,48	06/2011	www.pcgh.de/preis/610911	
Gigabyte GV-N560OC-1GI	Ca. € 190,-	1.024 MiB	900/1.800/2.004 MHz	20/161/223 Watt	22,5/3,4 cm	0,8/1,8/3,9 Sone	2,56	06/2011	www.pcgh.de/preis/610466	
Gainward GTX 560 Ti Phantom	Ca. € 200,-	1.024 MiB	835/1.670/2.050 MHz	21/177/245 Watt	19,1/4,5 cm	0,3/0,8/1,4 Sone	2,58	04/2011	www.pcgh.de/preis/610596	
Palit GeForce GTX 560 Ti Sonic	Ca. € 200,-	1.024 MiB	900/1.800/2.098 MHz	19/189/267 Watt	19,4/3,7 cm	0,5/2,6/5,7 Sone	2,59	04/2011	www.pcgh.de/preis/610631	
Powercolor Radeon HD 6870 PCS+	Ca. € 160,-	1.024 MiB	940/2.200 MHz	19/126/172 Watt	24,2/3,6 cm	1,0/1,5/4,7 Sone	2,64	04/2011	www.pcgh.de/preis/588975	
Sapphire Radeon HD 6870 Direct 3	Ca. € 170,-	1.024 MiB	920/2.100 MHz	23/129/162 Watt	24,2/3,5 cm	0,3/1,4/2,2 Sone	2,65	01/2012	www.pcgh.de/preis/709349	
Asus EAH6870 Direct Cu	Ca. € 150,-	1.024 MiB	915/2.100 MHz	24/131/176 Watt	27,5/3,6 cm	0,8/1,6/4,4 Sone	2,67	04/2011	www.pcgh.de/preis/601834	
Sapphire Radeon HD 6850	Ca. € 150,-	1.024 MiB	775/2.000 MHz	17/96/128 Watt	21,1/3,5 cm	0,2/1,0/1,8 Sone	2,79	09/2011	www.pcgh.de/preis/582207	

* Leistungsaufnahme wird per Power Containment respektive Powertune (Drossel) automatisch eingedämmt

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.

JEDES SPIEL EIN TREFFER!



Zielsicher
zum passenden Spiel!

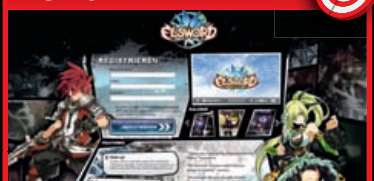
REMANUM



GREPOLIS



ELSWORLD



MYSTICAL LAND



BATTLESTAR GALACTICA



REBORN HORIZON



**JETZT
GRATIS-ITEMS
SICHERN!**

ALLES ZU **REBORN HORIZON** UND
ANDEREN **TOP-BROWSERGAMES** AUF

br**wserhits.de**

JEDES SPIEL EIN TREFFER!



Einkaufsführer Prozessoren & Kühler

Preise: Stand 24.05.2012

AMD-Prozessoren (Auswahl)

Prozessor	Preis	Leistung	Stromverbrauch*	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Socket	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
FX-8120 (95W)	Ca. € 140,-	57,2 %	43 W, 143 W	8*	-	3,1 (4,0) GHz	8 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,73	04/2012	-
FX-8150	Ca. € 180,-	62,3 %	43 W, 194 W	8*	-	3,6 (4,2) GHz	8 MiB	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,79	04/2012	www.pcgh.de/preis/689396
FX-6100	Ca. € 115,-	52,2 %	42 W, 138 W	6*	-	3,3 (3,9) GHz	8 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,88	04/2012	www.pcgh.de/preis/689390
FX-8120 (125W)	Ca. € 140,-	57,2 %	43 W, 181 W	8*	-	3,1 (4,0) GHz	8 MiB	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,88	05/2012	www.pcgh.de/preis/689394
FX-6200	Ca. € 140,-	57,0 %	42 W, 175 W	6*	-	3,8 (4,1) GHz	8 MiB	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,89	05/2012	www.pcgh.de/preis/733805
A8-3870K	Ca. € 100,-	51,3 %	38 W, 114 W	4	HD 6550D	3,0 GHz	-	100 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	3,01	04/2012	www.pcgh.de/preis/710176
FX-4170	Ca. € 115,-	54,3 %	43 W, 163 W	4*	-	4,2 (4,3) GHz	8 MiB	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	3,08	05/2012	www.pcgh.de/preis/733803
FX-4100	Ca. € 95,-	46,9 %	43 W, 129 W	4*	-	3,6 (3,8) GHz	8 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	3,08	04/2012	www.pcgh.de/preis/689366
Phen. II X4 960T BE	n.l.	49,0 %	45 W, 123 W	4	-	3,0 (3,4) GHz	6 MiB	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,14	04/2012	www.pcgh.de/preis/519248
Phen. II X6 1100T BE	n.l.	59,5 %	52 W, 190 W	6	-	3,3 (3,7) GHz	6 MiB	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,17	04/2012	www.pcgh.de/preis/590202
Phen. II X6 1090T BE	n.l.	58,0 %	52 W, 187 W	6	-	3,2 (3,6) GHz	6 MiB	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,18	04/2012	www.pcgh.de/preis/517178
Phen. II X4 980 BE	n.l.	57,3 %	50 W, 160 W	4	-	3,7 GHz	6 MiB	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,19	04/2012	www.pcgh.de/preis/636703
Athlon II X4 651	Ca. € 80,-	51,3 %	38 W, 107 W	4	-	3,0 GHz	-	100 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	3,23	06/2012	www.pcgh.de/preis/700926
Phen. II X6 1055T (125W)	Ca. € 150,-	53,1 %	53 W, 167 W	6	-	2,8 (3,3) GHz	6 MiB	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,30	04/2012	www.pcgh.de/preis/517723
A4-3400	Ca. € 50,-	29,9 %	35 W, 73 W	2	HD 6410D	2,7 GHz	-	65 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	3,44	04/2012	www.pcgh.de/preis/653212
Athlon II X3 450	Ca. € 65,-	37,4 %	45 W, 107 W	3	-	3,2 GHz	-	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	3,60	04/2012	www.pcgh.de/preis/557492

Preis-Leistungs-Tipp

Intel-Prozessoren (Auswahl)

Prozessor	Preis	Leistung	Stromverbrauch*	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Socket	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Core i7-3960X	Ca. € 850,-	100,0 %	45 W, 194 W	6 + SMT	-	3,30 (3,90) GHz	15 MiB	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	1,85	04/2012	www.pcgh.de/preis/691076
Core i7-3770K	Ca. € 300,-	90,7 %	41 W, 105 W	4 + SMT	HD 4000	3,50 (3,90) GHz	8 MiB	77 W	22 nm	DDR3-1600	1155	1,86	06/2012	www.pcgh.de/preis/761779
Core i7-3930K	Ca. € 500,-	98,3 %	45 W, 183 W	6 + SMT	-	3,20 (3,80) GHz	12 MiB	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	1,89	04/2012	www.pcgh.de/preis/691075
Core i5-3570K	Ca. € 200,-	83,6 %	39 W, 92 W	4	HD 3000	3,40 (3,80) GHz	6 MiB	95 W	22 nm	DDR3-1333	1155	2,06	07/2012	www.pcgh.de/preis/761856
Core i7-2700K	Ca. € 280,-	84,3 %	42 W, 118 W	4 + SMT	HD 3000	3,50 (3,90) GHz	8 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	2,08	04/2012	www.pcgh.de/preis/691079
Core i7-2600K	Ca. € 260,-	82,8 %	42 W, 116 W	4 + SMT	HD 3000	3,40 (3,80) GHz	8 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	2,18	04/2012	www.pcgh.de/preis/580332
Core i7-3820	Ca. € 260,-	87,8 %	43 W, 136 W	4 + SMT	-	3,60 (3,80) GHz	10 MiB	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	2,19	04/2012	www.pcgh.de/preis/691077
Core i5-2500K	Ca. € 180,-	75,5 %	42 W, 101 W	4	HD 3000	3,30 (3,70) GHz	6 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	2,26	04/2012	www.pcgh.de/preis/580328
Core i5-2500	Ca. € 175,-	75,5 %	42 W, 101 W	4	HD 3000	3,30 (3,70) GHz	6 MiB	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	2,34	04/2012	www.pcgh.de/preis/580327
Core i7-990X	Ca. € 850,-	82,8 %	68 W, 177 W	6 + SMT	-	3,46 (3,73) GHz	12 MiB	130 W	32 nm	DDR3-1066	1366	2,47	04/2012	www.pcgh.de/preis/611961
Core i7-860	n.l.	63,5 %	37 W, 116 W	4 + SMT	-	2,93 (3,60) GHz	8 MiB	95 W	45 nm	DDR3-1333	1156	2,78	04/2012	www.pcgh.de/preis/445043
Core i5-760	Ca. € 180,-	58,6 %	36 W, 101 W	4	-	2,80 (3,33) GHz	8 MiB	95 W	45 nm	DDR3-1333	1156	2,89	04/2012	www.pcgh.de/preis/546570
Core i3-2100	Ca. € 100,-	55,3 %	42 W, 76 W	2 + SMT	HD 2000	3,10 GHz	3 MiB	65 W	32 nm	DDR3-1333	1155	2,90	04/2012	www.pcgh.de/preis/580321
Core i7-920	n.l.	60,7 %	67 W, 151 W	4 + SMT	-	2,67 (3,46) GHz	8 MiB	130 W	45 nm	DDR3-1066	1366	3,13	04/2012	www.pcgh.de/preis/366185
Pentium G860	Ca. € 80,-	45,6 %	40 W, 70 W	2	HD Graphics	3,00 GHz	3 MiB	65 W	32 nm	DDR3-1333	1155	3,20	04/2012	www.pcgh.de/preis/677838
C2Q Q9550 (E0)	n.l.	48,3 %	45 W, 108 W	4	-	3,00 GHz	-	95 W	45 nm	Abh. v. PCH	775	3,32	04/2012	www.pcgh.de/preis/374021
Celeron G530	Ca. € 40,-	35,9 %	40 W, 68 W	2	HD Graphics	2,40 GHz	2 MiB	65 W	32 nm	DDR3-1066	1155	3,40	04/2012	www.pcgh.de/preis/671507
C2D E8400 (E0)	n.l.	35,5 %	45 W, 83 W	2	-	3,00 GHz	-	65 W	45 nm	Abh. v.PCH	775	3,49	04/2012	www.pcgh.de/preis/374043

* Gesamtes System inklusive Mainboard und GeForce GT 430 (70 Watt) ** Im Falle eines FX-Chips die Anzahl der Integer-Einheiten

Prozessorkühler

Modell	Preis	Socket AMD/Intel (Abkürzung 115x steht für die Socket 1155 und 1156)	Montageaufwand AMD/Intel	CPU-Temperatur (100/75/50 %)	Lautheit (100/75/50 %)	Bauform	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Thermalright Silver Arrow	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	43,1/44,2/46,6 °C	1,9/0,6/0,1 Sone	Turm	2,23	04/2011	www.pcgh.de/preis/565472
Phanteks PH-TC14CS	Ca. € 70,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	42,9/43,8/45,4 °C	1,8/0,5/0,1 Sone	Top-Blow	2,25	07/2012	www.pcgh.de/preis/757941
Thermalright Archon	Ca. € 45,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	43,0/44,3/46,5 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	Turm	2,25	03/2012	www.pcgh.de/preis/585061
Thermalright Silver Arrow SB-E	Ca. € 55,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	42,9/43,9/45,0 °C	2,6/1,1/0,3 Sone	Turm	2,28	05/2012	www.pcgh.de/preis/738735
NZXT Havik 140	Ca. € 65,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Hoch/mittel	42,3/44,1/46,3 °C	2,5/0,8/0,1 Sone	Turm	2,28	03/2012	www.pcgh.de/preis/650023
Noctua NH-C14	Ca. € 65,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	44,7/45,5/47,3 °C	3,2/1,5/0,4 Sone	Top-Blow	2,28	04/2011	www.pcgh.de/preis/592734
Thermalright Archon Rev. A	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	43,1/44,6/46,9 °C	1,4/0,4/0,1 Sone	Turm	2,28	03/2012	www.pcgh.de/preis/690494
Prolimatech Genesis	Ca. € 55,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	44,3/45,2/48,0 °C*	0,8/0,2/0,1 Sone*	Hybrid	2,31	04/2011	www.pcgh.de/preis/615766
Thermalright HR-02 Macho	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Hoch/hoch	43,5/44,6/46,3 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	Turm	2,32	09/2011	www.pcgh.de/preis/664436
Thermalright True Spirit 140	Ca. € 40,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	43,7/44,7/47,0 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	Turm	2,32	11/2011	www.pcgh.de/preis/695972
EKL Alpenföhn Matterhorn Pu.	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	43,5/45,1/47,0 °C	2,0/0,6/0,2 Sone	Turm	2,33	07/2012	Noch nicht gelistet
Phanteks PH-TC14PE_OR	Ca. € 85,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	41,9/43,2/45,0 °C	3,2/1,5/0,4 Sone	Turm	2,35	03/2012	www.pcgh.de/preis/677502
Cooler Master Hyper 612S	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Hoch/hoch	43,8/45,2/48,3 °C	1,3/0,5/0,2 Sone	Turm	2,37	09/2011	www.pcgh.de/preis/667354
Enermax ETS-T40-TA	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	43,5/44,5/47,4 °C	2,8/1,1/0,2 Sone	Turm	2,37	11/2011	www.pcgh.de/preis/672849
Noctua NH-L12	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	46,4/48,5/50,2 °C	2,1/0,8/0,1 Sone	Top-Blow	2,38	05/2012	www.pcgh.de/preis/741816
Xigmatek Prime SD1484	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	42,7/44,2/- °C	2,6/1,0/- Sone	Turm	2,37	07/2012	www.pcgh.de/preis/717938
Be Quiet Dark Rock Pro 2	Ca. € 70,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	42,3/43,6/45,1 °C	2,4/1,2/0,3 Sone	Turm	2,40	07/2012	www.pcgh.de/preis/770313
EKL Alpenföhn Himalaya	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366	Mittel/mittel	46,0/48,1/51,0 °C	1,5/0,7/0,1 Sone	Turm	2,41	03/2012	www.pcgh.de/preis/660162

* Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt

Preis-Leistungs-Tipp

NEU

NEU

NEU

Gratis-Aboprämie

Neuen Leser werben und kostenlose
Prämie von PC-Cooling.de abstauben!

Hanjung TR 300 EX PC-Gehäuse

- Midi Tower in edlem Mesh-Design mit blauen LEDs
- Oberseite mit Dockingstation für 3,5-Zoll-HDDs
- 4 Lüfter sorgen für eine perfekte Kühlung.
- USB-3.0-Anschluss an der Oberseite vorhanden



GRATIS!

1-JAHRES-ABO (DVD)

Nur online bestellbar unter:
www.pcgh.de/go/abo

WICHTIG: Nur solange Vorrat reicht!



IHRE VORTEILE:

Kostenlose Prämie

Keine Versandkosten

**Bis zu 9 % Preisvorteil
gegenüber Einzelkauf**



PC-COOLING.de
HARDWARE AM LIMIT

Abo unter www.pcgh.de/go/abo abschließen und eine Prämie aussuchen!



Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 24.05.2012

Mainboards – Sockel AM3+

Produkt	Preis	Chip	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungs-aufnahme*	OC	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Asus Crosshair V Formula	Ca. € 200,-	990FX/SB950	x16 (4), x1 (2), PCI (1)	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	SLI-, Crossfire-Brücke	76,5/286,1 Watt	1,25	1,59	12/2011	www.pcgh.de/preis/647800
Asrock 970 Extreme4	Ca. € 80,-	970/SB950	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Diag.-LEDs, SLI-Brücke	80,2/296,5 Watt	1,75	1,72	12/2011	www.pcgh.de/preis/655726
Gigabyte 970A-UD3	Ca. € 80,-	970/SB950	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	Dual-BIOS	87,5/310,1 Watt	1,75	1,76	12/2011	www.pcgh.de/preis/648214
Asus M5A99X Evo	Ca. € 100,-	990X/SB950	x16 (3), x1 (2), PCI (1)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	SLI-Brücke	74,8/294,5 Watt	1,50	1,77	12/2011	www.pcgh.de/preis/647801

System: FX-8150, kein Turbo-Core, Radeon HD 5870, 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3, Win7 x64, Cat.11.6

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel FM1

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (max. Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungs-aufnahme*	OC	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Gigabyte A75M-UD2H	Ca. € 60,-	A75, MATX	x16 (2), x1 (1), PCI (1)	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Dual-BIOS	37,8/144,5 Watt	2,00	1,84	09/2011	www.pcgh.de/preis/655273
Asus F1A75-V Pro	Ca. € 85,-	A75, ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	Keine	39,7/140 Watt	1,75	1,87	09/2011	www.pcgh.de/preis/655314
Sapphire Pure Plat. A75	Ca. € 80,-	A75, ATX	x16 (1), x1 (2), x4 (1) PCI (2)	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Mini-PCI-E-Slot	40,7/132,2 Watt	1,50	2,04	09/2011	www.pcgh.de/preis/659235

System: A8-3850, integrierte Grafikeinheit (Frame-Buffer: 1.024 MiByte), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Win7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 1155

Produkt	Preis	Chip/Format	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungs-aufnahme*	OC	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Gigab. Z77X-UD5H-WB WIFI	Ca. € 220,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (1)	4 x (10 x)/5 x 6Gb/s	WLAN Bluet., mSATA-Port	67,8/221,0 Watt	1,75	1,53	06/2012	www.pcgh.de/preis/761951
MSI Z77A-GD65	Ca. € 170,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	2 x (4 x)/4 x 6Gb/s	Spannungsmesspunkte	51,4/203,6 Watt	1,50	1,64	06/2012	www.pcgh.de/preis/746838
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
Asus Sabertooth Z77	Ca. € 200,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (0)	4 x (6 x)/4 x 6Gb/s	Zwei 40-mm-Lüfter	54,8/211,7 Watt	1,75	1,66	06/2012	www.pcgh.de/preis/748142
Gigabyte Z77X-D3H	Ca. € 130,-	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
Asus P8Z77-M	Ca. € 95,-	Z77/MATX	x16 (2), x1 (1), PCI (1)	2 x (4 x)/2 x 6Gb/s	BIOS Flashback	51,6/197,6 Watt	2,00	1,77	07/2012	www.pcgh.de/preis/749616
Asrock H77 Pro4/MVP	Ca. € 80,-	H77/ATX	x16 (2), x1 (1), PCI (3)	2 x (4 x)/4 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	59,8/211,0 Watt	5,00	1,85	07/2012	www.pcgh.de/preis/746893
MSI Z77A-G43	Ca. € 90,-	Z77/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/2 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	50,1/201,4 Watt	3,50	1,85	07/2012	www.pcgh.de/preis/746834
Biostar T77	Ca. € 85,-	H77/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/2 x 6Gb/s	Diagnose-LEDs	52,2/206,0 Watt	5,00	1,99	07/2012	www.pcgh.de/preis/783242
Gigabyte B75M-D3H	Ca. € 70,-	B75/MATX	x16 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/1 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	52,3/204,7 Watt	6,00	2,11	07/2012	www.pcgh.de/preis/749604

System: Core i7-3770K, kein Turbo-Modus, Radeon HD 7950 (880/2.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Win 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	Leistungs-aufnahme*	OC	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Asus Ramp. IV For./BF3	Ca. € 290,-	X79/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4x (6x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Battlefield 3	103,4/322,4 Watt	1,25	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700342
MSI X79A-GD65 (8D)	Ca. € 250,-	X79/ATX	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM-Bänke	80,5/294,8 Watt	1,50	1,55	01/2012	www.pcgh.de/preis/700084
Gigabyte Assassin 2	Ca. € 310,-	X79/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (1)	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN, Dual-UEFI	90,7/321,3 Watt	1,50	1,73	01/2012	www.pcgh.de/preis/700143
Asrock X79 Extreme4	Ca. € 170,-	X79/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	2x (4x)/5x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Diagnose-LEDs	91,0/318,5 Watt	2,00	1,76	01/2012	www.pcgh.de/preis/693018

System: Core i7-3960X ES, kein Turbo-Modus, GeForce GTX 580, Corsair SSD F60, 4 x 2.048 MiByte DDR3-1600-RAM (9-9-9-27, 2T), Intel-Wasserkühlung; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

RAM – DDR3

Produkt	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Garantierte Latenzen	Stab. Latenzen DDR3-1600, 2T	OC-Ergebnis (9-9-9-27, 2T, 1,65 Volt)	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
G.Skill Sniper	F3-14900CL9D-8GBSR	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-10-9-28	7-8-7-24	1.080 MHz (DDR3-2160)	2,08	04/2012	www.pcgh.de/preis/622794
Crucial Ballistix Elite	1608DE1TX0CEU	Ca. € 70,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	8-8-8-24	7-7-7-21	1.040 MHz (DDR3-2080)	2,09	04/2012	www.pcgh.de/preis/733102
G.Skill Ares	F3-1866C9D-8GAB	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-10-9-28	7-8-7-24	1.030 MHz (DDR3-2060)	2,18	05/2012	www.pcgh.de/preis/734615
Kingston Hyper X Genesis	KHX1600C9D3LK2/8GX	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	9-9-9-27	8-8-8-24	1.030 MHz (DDR3-2060)	2,23	05/2012	www.pcgh.de/preis/683899
GEIL Enhance Corsa	GEC38GB1333C9DC	Ca. € 40,-	2 x 4 GiByte DDR3-1333	9-9-9-24	8-9-8-27	1.020 MHz (DDR3-2040)	2,28	04/2012	www.pcgh.de/preis/662446
Avexir Blitz	AVD3U16000904G-2GW	Ca. € 50,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	8-9-8-27	1.010 MHz (DDR3-2020)	2,29	04/2012	www.pcgh.de/preis/691401
Kingston Hyper X Genesis	KHX1866C9D3K2/8GX	Ca. € 60,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-11-9-27	8-9-8-27	950 MHz (DDR3-1900)	2,47	04/2012	www.pcgh.de/preis/652773
Patriot AMD Perfor. Ed.	AP38G1608U2K	Ca. € 50,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	8-9-8-24	8-9-8-27	900 MHz (DDR3-1800)	2,59	04/2012	www.pcgh.de/preis/721708
Crucial DIMM	CT25664BA1339	Ca. € 10,-	1 x 2 GiByte DDR3-1333	9-9-9-24	8-9-8-27	950 MHz (DDR3-1900)	2,62	04/2012	www.pcgh.de/preis/730822
Adata XPG Gaming v2.0	AX3U1600GC4G9-DG2	Ca. € 45,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	9-9-9-27	870 MHz (DDR3-1740)	2,65	04/2012	www.pcgh.de/preis/600112
Corsair Vengeance LP	CM18GX3M2A1600C9W	Ca. € 50,-	2 x 4 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	9-9-9-27	840 MHz (DDR3-1680)	2,65	04/2012	www.pcgh.de/preis/652382
Avexir Green	AVD3U16000902G-2LW	Ca. € 53,-	2 x 2 GiByte DDR3-1600	9-9-9-24	9-9-9-27	820 MHz (DDR3-1640)	2,76	04/2012	www.pcgh.de/preis/691603

System: AMD FX-8150, Asus Crosshair V Formula, Latenzen und OC-Ergebnis mit 1,65 Volt ermittelt; die erreichten Ergebnisse können je nach Modul variieren

RAM – DDR2

Produkt	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Garantierte Latenzen	Stabile Latenzen, DDR2-800, 2T	Stab. Latenzen, DDR2-1066, 2T	Overclocking mit 5-5-5-18, 2T	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Kingston Hyper X	KHX8500D2K2/4G	Ca. € 70,-	2 x 2.048 MiB DDR2-1066	5-5-5-15	4-4-4-12	DDR2-1066, 2T	550 MHz, 2,2 Volt	1,68	06/2009	www.pcgh.de/preis/325975
G.Skill DIMM	F2-6400CL5D-4GBPQ	Ca. € 55,-	2 x 2.048 MiB DDR2-800	5-5-5-15	5-5-5-15	Nicht getestet	480 MHz, 1,9 Volt	–	02/2012	www.pcgh.de/preis/235798

System: Core 2 Duo E8500, Asus Blitz Formula (P35-Chip)



Einkaufsführer LCDs, Eingabegeräte & Soundkarten

Preise: Stand 24.05.2012

LCDs

Information
Preis-Leistungs-Tipp

Modell	Preis	Native Auflösung	Back-light	Reaktionszeit/Schlieren/Corona	Spieleausg-lich/Inputlag	Helligkeit	Helligkeitsab-weichung	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
23 bis 24 Zoll										
Iiyama ProLite E2473HDS	Ca. € 170,-	1.920 x 1.080	LED	15 ms/kaum sichtbar/sichtb.	Ja/9 ms	52 bis 316 cd/m²	Max 12 %	1,89	08/2011	www.pcgh.de/preis/612437
Dell Ultrasharp U2412M	Ca. € 250,-	1.920 x 1.200	LED	19 ms/sichtbar/sehr gering	Ja/6 ms	43 bis 322 cd/m²	Max. 15 %	1,90	10/2011	www.pcgh.de/preis/665211
Hewlett-Packard HP ZR24w	Ca. € 360,-	1.920 x 1.200	CCFL	24 ms/sichtbar/sehr gering	Bedingt/9 ms	56 bis 301 cd/m²	Max. 6 %	1,91	08/2011	www.pcgh.de/preis/519550
Benq XL2410T (120 Hz)	Ca. € 300,-	1.920 x 1.080	LED	19 ms/gering/sichtbar	Ja/6 ms	83 bis 230 cd/m²	Max. 10 %	1,94	08/2011	www.pcgh.de/preis/572031
Viewsonic V3D241wm (120 Hz)	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED	12 ms/sehr ger./kaum sichtb.	Ja/6 ms	73 bis 285 cd/m²	Max. 20 %	1,97	03/2011	www.pcgh.de/preis/571022
Viewsonic V3D245 (120 Hz)	Ca. € 400,-	1.920 x 1.080	LED	13 ms/sehr gering/keine	Ja/10 ms	46 bis 243 cd/m²	Max. 15 %	1,97	01/2012	www.pcgh.de/preis/690874
Benq XL2420T (120 Hz)	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED	15 ms/gering/gering	Ja/7 ms	72 bis 235 cd/m²	Max. 20 %	1,98	01/2012	www.pcgh.de/preis/696261
Asus VE248H	Ca. € 170,-	1.920 x 1.080	LED	16 ms/sehr gering/gering	Ja/7 ms	81, bis 281 cd/m²	Max 19 %	1,99	08/2011	www.pcgh.de/preis/578412
Eizo Foris FX2431	Ca. € 900,-	1.920 x 1.200	CCFL	18 ms/keine/keine	Ja/38 ms	61, bis 370 cd/m²	Max. 5 %	2,01	09/2009	www.pcgh.de/preis/444651
27 Zoll										
Asus VG278H (120 Hz)	Ca. € 510,-	1.920 x 1.080	LED	18 ms/gering/keine	Ja/12 ms	131 bis 442 cd/m²	Max. 15 %	1,97	01/2012	www.pcgh.de/preis/691038
Asus VE278Q	Ca. € 270,-	1.920 x 1.080	LED	14 ms/sehr gering/gering	Ja/19 ms	82 bis 249 cd/m²	Max. 14 %	2,05	05/2011	www.pcgh.de/preis/567161
Dell U2711	Ca. € 600,-	2.560 x 1.440	CCFL	21 ms/sichtbar/keine	Ja/24 ms	67 bis 359 cd/m²	Max. 19 %	2,11	05/2011	www.pcgh.de/preis/505885
NEC PA271W	Ca. € 1.150,-	2.560 x 1.440	CCFL	27 ms/sichtbar/keine	Bedingt/25 ms	42 bis 398 cd/m²	Max. 15 %	2,14	05/2011	www.pcgh.de/preis/524835
Hazro HZ27WC	Ca. € 500,-	2.560 x 1.440	LED	24 ms/sichtbar/sichtbar	Bedingt/10 ms	130 bis 270 cd/m²	Max. 9 %	2,25	02/2012	www.pcgh.de/preis/662787
Samsung Syncmaster S27A850D	Ca. € 670,-	2.560 x 1.440	LED	26 ms/sichtbar/sichtbar	Bedingt/40 ms	70 bis 381 cd/m²	Max. 14 %	2,44	02/2012	www.pcgh.de/preis/641628
Fujitsu P Line P27T-6 IPS	Ca. € 650,-	2.560 x 1.440	CCFL	22 ms/sichtbar/gering	Bedingt/40 ms	80 bis 349 cd/m²	Max. 21 %	2,50	02/2012	www.pcgh.de/preis/583039
Samsung Syncmaster T27A950	Ca. € 480,-	1.920 x 1.080	LED (3D)	23 ms/sichtbar/gering	Bedingt/37 ms	16, bis 207 cd/m²	Max. 16 %	2,65	01/2012	www.pcgh.de/preis/616885
LG Flatron DM2780D	Ca. € 320,-	1.920 x 1.080	LED (3D)	26 ms/stark/gering	Nein/52 ms	79, bis 252 cd/m²	Max. 18 %	2,77	01/2012	www.pcgh.de/preis/687393
30 Zoll										
HP ZR30w	Ca. € 1.100,-	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
Dell Ultrasharp U3011	Ca. € 960,-	2.560 x 1.600	CCFL	25 ms/sichtbar/gering	Bedingt/20 ms	138 bis 404 cd/m²	Max. 20 %	2,34	02/2012	www.pcgh.de/preis/574926

Information
Preis-Leistungs-Tipp

Mäuse

Information
Preis-Leistungs-Tipp

Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Maximale Auflösung	Gewicht	Spieleausg-lichkeit	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Razer Imperator 4G	Ca. € 55,-	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. € 70,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	6.000 Dpi	125 bis 145 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	10/2010	www.pcgh.de/preis/763559
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
GEIL Epic Gear Meduza	Ca. € 60,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch + Laser	6.030 Dpi	120 Gramm	Uneingeschränkt	1,63	04/2012	www.pcgh.de/preis/714303
Roccat Savu	Ca. € 55,-	180 cm	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	4.000 Dpi	90 Gramm	Uneingeschränkt	1,63	06/2012	www.pcgh.de/preis/763559
CM Stom Sentinel Zero-G	Ca. € 45,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.600 Dpi	94 bis 116 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2010	www.pcgh.de/preis/625359
Logitech G700	Ca. € 60,-	185 cm + 160 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.600 Dpi	94 bis 116 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2010	www.pcgh.de/preis/557036
Steelseries Xai	Ca. € 60,-	195 cm	5 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.000 Dpi	96 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2009	www.pcgh.de/preis/450825
Steelseries Diablo 3 Mouse	Ca. € 50,-	190 cm	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.700 Dpi	86 Gramm	Uneingeschränkt	1,67	02/2012	www.pcgh.de/preis/651601

Information
Preis-Leistungs-Tipp

Tastaturen

Modell	Preis	Anschlag/Druckpunkt	Layout/Tasten-höhe	Anschluss	Zusatz Tasten	Handballen-ablage	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Logitech G19	Ca. € 120,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	29 + LCD	Vorhanden	1,40	04/2009	www.pcgh.de/preis/398740
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
Logitech G15 (Refresh)	Ca. € 70,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	29 + LCD	Vorhanden	1,43	11/2007	www.pcgh.de/preis/277184
Microsoft Sidewinder X6	Ca. € 60,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	32 + mod. Bauweise	Vorhanden	1,56	12/2008	www.pcgh.de/preis/350970
Microsoft Sidewinder X4	Ca. € 35,-	Gut/sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	16	Vorhanden	1,59	05/2010	www.pcgh.de/preis/498724
Logitech G510	Ca. € 80,-	Gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	18 + LCD	Vorhanden	1,60	11/2010	www.pcgh.de/preis/552937
Razer Black Widow Ultimate	Ca. € 115,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	15	Nicht vorhanden	1,63	02/2011	www.pcgh.de/preis/609686
Tt esports Meka G-Unit	Ca. € 95,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	20	Vorhanden	1,65	02/2012	www.pcgh.de/preis/677818
Logitech G110	Ca. € 60,-	Befriedigend/gut	Full-size/normal	USB	26	Vorhanden	1,66	02/2010	www.pcgh.de/preis/487378

NEU
Information
Preis-Leistungs-Tipp

Soundkarten

Modell	Preis	Anschlüsse	Tieftonbereich	Mitteltonbereich u. Stimmwiedergabe	Hochtonbereich	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Asus Xonar Phoebe	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. € 190,-	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
Asus Xonar DG	Ca. € 30,-	4 x Klinkeausgänge, Optical-Out	Befriedigend	Befriedigend	Gut	2,63	01/2012	www.pcgh.de/preis/564843
Creat. Recon 3D Fatal1ty Pro.	Ca. € 120,-	3 x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In/Out	Befriedigend	Befriedigend	Befriedigend	2,73	03/2012	www.pcgh.de/preis/709351
Creative Recon 3D PCIe	Ca. € 80,-	3x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In/Out	Befriedigend	Befriedigend	Befriedigend	2,76	03/2012	www.pcgh.de/preis/709352



Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 24.05.2012

Solid State Disks (2,5-Zoll-Format)

Modell	Preis	SATA-Interface	Kapazität binär/dezimal	Controller/Flashtyp	Zugriffszeit Lesen/Schr.	Transfer Lesen/Schreiben	PCGH-Kopiertests	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Bis 64 GByte										
Adata S511	Ca. € 75,-	6,0 Gbit/s	56 GiB/60 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,20 ms	562/504 MB/s	47/108/166 Sek.	2,55	09/2011	www.pcgh.de/preis/642706
Crucial m4 SSD	Ca. € 70,-	6,0 Gbit/s	60 GiB/64 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,13/0,26 ms	556/112 MB/s	118/156/118 Sek.	3,01	09/2011	www.pcgh.de/preis/626831
Corsair Force F60	Ca. € 85,-	3,0 Gbit/s	56 GiB/60 GB	SF-1222/ONFI (34 nm)	0,16/0,17 ms	273/285 MB/s	82/136/216 Sek.	3,15	09/2011	www.pcgh.de/preis/534137
Samsung SSD 470	N. lieferbar	3,0 Gbit/s	60 GiB/64 GB	S3C29MAX01/Toggle-DDR	0,17/0,10 ms	271/187 MB/s	111/181/111 Sek.	3,29	09/2011	www.pcgh.de/preis/553470
Bis 128 GByte										
Samsung SSD 830	Ca. € 130,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	S4LJ204X/Toggle-DDR	0,05/0,03 ms	549/319 MB/s	48/81/50 Sek.	1,71	03/2012	www.pcgh.de/preis/682607
Intel SSD 520	Ca. € 160,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,10/0,14 ms	559/520 MB/s	49/76/87 Sek.	1,71	05/2012	www.pcgh.de/preis/724404
Kingston Hyper-X	Ca. € 165,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,19 ms	521/561 MB/s	45/77/95 Sek.	1,76	11/2011	www.pcgh.de/preis/660154
OCZ Vertex 3 Max I/O	Ca. € 175,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/Toggle-DDR	0,22/0,23 ms	561/511 MB/s	46/73/78 Sek.	1,78	11/2011	www.pcgh.de/preis/630775
Adata XPG SX900	Ca. € 125,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,14/0,16 ms	559/528 MB/s	44/79/87 Sek.	1,82	05/2012	www.pcgh.de/preis/741138
Zalman SSD F1	Ca. € 190,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,06/0,10 ms	559/520 MB/s	44/78/89 Sek.	1,82	05/2012	www.pcgh.de/preis/701180
Corsair Performance Pro	Ca. € 160,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,04/0,05 ms	540/352 MB/s	54/82/54 Sek.	1,84	05/2012	www.pcgh.de/preis/700546
Adata S511	Ca. € 125,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,20 ms	561/521 MB/s	45/82/95 Sek.	1,88	11/2011	www.pcgh.de/preis/642710
Extrememore XLR8 EX	Ca. € 185,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/Toggle-DDR	0,22/0,23 ms	559/515 MB/s	51/75/85 Sek.	1,89	08/2011	www.pcgh.de/preis/659905
Corsair Force GT	Ca. € 120,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,19 ms	561/521 MB/s	45/81/95 Sek.	1,89	11/2011	www.pcgh.de/preis/654459
OCZ Vertex 3	Ca. € 100,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,20 ms	559/519 MB/s	46/84/102 Sek.	1,94	07/2011	www.pcgh.de/preis/618147
Patriot Pyro SE	Ca. € 115,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,20 ms	559/521 MB/s	48/77/90 Sek.	1,94	05/2012	www.pcgh.de/preis/689860
Sandisk Extreme SSD	Ca. € 95,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,03/0,11 ms	559/526 MB/s	44/85/100 Sek.	2,02	05/2012	www.pcgh.de/preis/717808
Corsair Force 3 F120	Ca. € 105,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/ONFI-SDR	0,20/0,21 ms	553/515 MB/s	47/98/124 Sek.	2,20	11/2011	www.pcgh.de/preis/641867
Plextor M3	Ca. € 160,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Marv. 88SS9174/Toggle-DDR	0,12/0,05 ms	521/208 MB/s	75/95/77 Sek.	2,22	05/2012	www.pcgh.de/preis/705257
Bis 256 GByte										
Intel SSD 520	Ca. € 295,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,12/0,11 ms	557/529 MB/s	43/68/64 Sek.	1,53	04/2012	www.pcgh.de/preis/724405
Kingston Hyper-X	Ca. € 310,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,20/0,19 ms	561/531 MB/s	43/69/65 Sek.	1,57	10/2011	www.pcgh.de/preis/660155
Adata S511	Ca. € 250,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,19 ms	561/529 MB/s	43/65/65 Sek.	1,62	–	www.pcgh.de/preis/642714
Samsung SSD 830	Ca. € 235,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	S4LJ204X/Toggle-DDR	0,12/0,04 ms	549/410 MB/s	47/74/48 Sek.	1,66	11/2011	www.pcgh.de/preis/682614
OCZ Vertex 3	Ca. € 215,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,19 ms	561/528 MB/s	44/68/74 Sek.	1,69	11/2011	www.pcgh.de/preis/618148
Extrememore XLR8 EX	Ca. € 300,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,19 ms	561/529 MB/s	44/66/75 Sek.	1,71	11/2011	www.pcgh.de/preis/659910
Patriot Pyro SE	Ca. € 295,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,19/0,20 ms	561/528 MB/s	43/66/70 Sek.	1,77	–	www.pcgh.de/preis/689861
Intel SSD 510	Ca. € 450,-	6,0 Gbit/s	233 GiB/256 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,18/0,08 ms	515/352 MB/s	54/82/56 Sek.	1,87	11/2011	www.pcgh.de/preis/611767
OCZ Agility 3	Ca. € 190,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-SDR	0,21/0,21 ms	559/525 MB/s	46/85/99 Sek.	1,92	11/2011	www.pcgh.de/preis/637511
Crucial m4 SSD	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,17/0,27 ms	453/278 MB/s	69/106/69 Sek.	2,26	07/2011	www.pcgh.de/preis/626737
Samsung SSD 470	Ca. € 290,-	3,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	S3C29MAX/Toggle-DDR	0,16/0,05 ms	271/264 MB/s	136/96/157 Sek.	2,88	07/2011	www.pcgh.de/preis/565426
Ab 256 GByte										
Samsung SSD 830	Ca. € 530,-	6,0 Gbit/s	477 GiB/512 GB	S4LJ204X/Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	549/410 MB/s	47/74/48 Sek.	1,66	11/2011	www.pcgh.de/preis/682615
OCZ Octane	Ca. € 610,-	6,0 Gbit/s	477 GiB/512 GB	Indilinx Everest/ONFI-DDR	0,04/0,05 ms	538/360 MB/s	66/78/67 Sek.	2,02	02/2012	www.pcgh.de/preis/693033
Intel SSD 320	Ca. € 900,-	3,0 Gbit/s	559 GiB/600 GB	Intel PC29AS21BA0/k.A.	0,10/0,06 ms	268/217 MB/s	89/150/99 Sek.	2,62	07/2011	www.pcgh.de/preis/626635

Preis-Leistungs-Tipp

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 GByte										
WD Velociraptor WD1000DHTZ	Ca. € 240,-	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	1,91	06/2012	www.pcgh.de/preis/764000
WD Velociraptor WD6000HLHX	Ca. € 170,-	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 HD103SJ	Ca. € 75,-	3,0 Gbit/s	931 GiB/1.000 GB	7.200	0,4/0,9 Sone	13,5/6,8 ms	119/118 MB/s	2,25	11/2009	www.pcgh.de/preis/447820
Samsung Spinpoint F3 HD502HJ	Ca. € 65,-	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
Samsung Spinpoint F3R HE103SJ	Ca. € 115,-	3,0 Gbit/s	931 GiB/1.000 GB	7.200	0,3/0,8 Sone	13,6/6,1 ms	122/121 MB/s	2,27	06/2012	www.pcgh.de/preis/615693
Hitachi Deskstar HDS721010CLA632	Ca. € 85,-	6,0 Gbit/s	931 GiB/1.000 GB	7.200	0,4/0,7 Sone	14,0/6,2 ms	115/115 MB/s	2,39	06/2012	www.pcgh.de/preis/473573
Bis 2.000 GByte										
WD Caviar Black WD2001FASS	N. lieferbar	3,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,4/0,8 Sone	11,9/5,7 ms	116/116 MB/s	2,07	01/2011	www.pcgh.de/preis/458682
Hitachi Deskstar HDS723020BLA642	Ca. € 110,-	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
Hitachi Deskstar HDS722020ALA330	N. lieferbar	3,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,6/0,9 Sone	13,7/6,3 ms	106/105 MB/s	2,20	01/2011	www.pcgh.de/preis/451542
WD Caviar Black WD1502FAEX	Ca. € 135,-	6,0 Gbit/s	1.397 GiB/1.500 GB	7.200	0,4/1,6 Sone	12,0/5,0 ms	115/115 MB/s	2,25	06/2012	www.pcgh.de/preis/594264
Samsung Ecogreen F4 HD204UI	Ca. € 95,-	3,0 Gbit/s	1.863 GiB/2.000 GB	k. A.	0,2/0,5 Sone	18,6/16,8 ms*	109/109 MB/s	2,26	01/2011	www.pcgh.de/preis/567146
WD Caviar Black WD2002FAEX	Ca. € 170,-	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
Samsung Ecogreen F2 HD154UI	Ca. € 90,-	3,0 Gbit/s	1.397 GiB/1.500 GB	5.400	0,2/0,3 Sone	14,8/8,9 ms	87/84 MB/s	2,41	06/2009	www.pcgh.de/preis/401980
Ab 2.000 GByte										
Hitachi Deskstar HDS724040ALE640	Ca. € 390,-	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	1,96	06/2012	www.pcgh.de/preis/682487
Hitachi Deskstar HDS723030ALA640	Ca. € 220,-	6,0 Gbit/s	2.794 GiB/3.000 GB	7.200	0,3/0,5 Sone	15,7/6,0 ms	120/120 MB/s	1,97	05/2011	www.pcgh.de/preis/588433
Seagate Barracuda XT ST3300651AS	Ca. € 240,-	6,0 Gbit/s	2.794 GiB/3.000 GB	7.200	0,3/0,4 Sone	16,7/7,4 ms	119/118 MB/s	2,10	05/2011	www.pcgh.de/preis/579798

* Advanced-Format/4K-Sektoren

Preis-Leistungs-Tipp

Gratis-Aboprämie

Den sehr beliebten und leisen Mugen 3 gibt es jetzt als PCGH-Abo-Prämie.

Scythe Mugen 3 PCGH-Edition

- PCGH-Edition inkl. 2x 120-mm-Lüfter (800 U/min)
- Mit 0,3 Sone bzw. 21 dB(A) konstant sehr leise
- Für Mainboard-Sockel 775, 1155, 1156, 1366, 2011, FM1 und AM2 bis AM3+ geeignet



1-JAHRES-ABO (DVD)

Nur online bestellbar unter:
www.pcgh.de/go/abo

WICHTIG: Nur solange Vorrat reicht!



IHRE VORTEILE:

Kostenlose Prämie

Keine Versandkosten

**Bis zu 9 % Preisvorteil
gegenüber Einzelkauf**



Abo unter www.pcgh.de/go/abo abschließen und eine Prämie aussuchen!



Einkaufsführer Gehäuse, Lüfter & Netzteile

Preise: Stand 24.05.2012

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
Cosair Obsidian 550D	Ca. € 120,-	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	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
Fractal Design Define R3	Ca. € 85,-	3x 120, 4 x 140 mm	2 x 120 mm	0,6/0,1/0,1 Sone	70/77/33 °C	3,2/3,5 Sone	2,51	06/2012	www.pcgh.de/preis/682130
Lancool PC-K65 Kingmod	Ca. € 120,-	1 x 120, 4 x 140 mm	1 x 120, 2 x 140 mm	1,5/0,3/0,2 Sone	72/80/31 °C	3,2/3,3 Sone	2,62	06/2012	www.pcgh.de/preis/749843
Silentmaxx ST-11-Pro V2	Ca. € 80,-	3 x 120 o. 2 x 120 & 2 x 80 mm	1 x 120 mm	1,7/0,3/0,2 Sone	77/81/38 °C	2,8/3,3 Sone	-	06/2012	www.pcgh.de/preis/693074

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

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									
Be quiet Silent Wings 2 (BQT T14025-MF-2)	Ca. € 16,-	3-Pin/46 cm	Adapter (7/5 Volt)	1.000 U/min	60,7/65,9/74,6 °C	0,6/0,2/0,1 Sone	1,75	01/2012	www.pcgh.de/preis/745193
Be quiet Shadow W. SW1 (BQT T14025-MR-PWM)	Ca. € 12,-	4-Pin/46 cm	-	1.000 U/min	58,3/62,0/69,0 °C	0,6/0,2/0,1 Sone	1,88	01/2012	www.pcgh.de/preis/683911
Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T14025-MR-2)	Ca. € 11,-	3-Pin/46 cm	Adapter (7 Volt)	1.000 U/min	59,5/64,3/73,8 °C	0,5/0,1/0,1 Sone	1,92	01/2012	www.pcgh.de/preis/684034
EKL Alpenföhn Föhn 140 Wing Boost	Ca. € 16,-	4-Pin/42+85 cm	Adapter (7 Volt)	1.100 U/min	60,4/64,5/73,7 °C	1,1/0,4/0,1 Sone	1,93	01/2012	www.pcgh.de/preis/689344
Antec Twocool 140 Blue	Ca. € 10,-	3-Pin/47 cm	Drehzahlschalter	1.200 U/min	59,2/62,7/69,4 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	1,96	01/2012	www.pcgh.de/preis/587031
Cougar Vortex HDB (CF-V14H)	Ca. € 18,-	3-Pin/46 cm	Adapter	1.200 U/min	58,1/62,0/68,3 °C	1,6/0,5/0,1 Sone	1,99	01/2012	www.pcgh.de/preis/671459
Phobya Nano-G 14 PWM Black Silent	Ca. € 13,-	4-Pin/51 cm	-	1.100 U/min	59,2/62,6/67,4 °C	1,2/0,5/0,1 Sone	2,00	01/2012	www.pcgh.de/preis/635101
Antec True Quiet 140	Ca. € 10,-	3-Pin/46 cm	Drehzahlschalter	800 U/min	63,5/67,8/88,1 °C	0,2/0,1/0,1 Sone	2,08	01/2012	www.pcgh.de/preis/601853
Phanteks PH-F140TS (PH-F140TS_OR)	Ca. € 22,-	3-Pin/41 cm	2 Adapter	1.200 U/min	58,0/61,3/67,8 °C	2,1/0,8/0,2 Sone	2,11	01/2012	www.pcgh.de/preis/677520
NZXT FN-140RB	Ca. € 10,-	3-Pin/53 cm	-	1.300 U/min	57,8/61,3/68,0 °C	1,3/0,3/0,1 Sone	2,13	01/2012	www.pcgh.de/preis/556599
Xigmatek XAF-F1451	Ca. € 15,-	4-Pin/31 cm	-	1.300 U/min	58,3/61,6/65,2 °C	2,1/1,0/0,4 Sone	2,22	01/2012	www.pcgh.de/preis/670799
Akasa, Viper (AK-FN063)	Ca. € 15,-	4-Pin/40 cm	-	1.600 U/min	56,1/59,0/64,0 °C	4,4/2,1/0,5 Sone	2,53	01/2012	www.pcgh.de/preis/681024
120-mm-Lüfter									
Be quiet Silent Wings 2 (BQT T12025-MF-2)	Ca. € 15,-	3-Pin/46 cm	Adapter (7/5 Volt)	1.500 U/min	61,0/64,2/71,6 °C	0,7/0,2/0,1 Sone	1,74	01/2012	www.pcgh.de/preis/682773
Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-LR-2)	Ca. € 10,-	3-Pin/47 cm	Adapter (7 Volt)	800 U/min	65,3/72,6/88,7 °C	0,1/0,1/0,1 Sone	1,79	01/2012	www.pcgh.de/preis/684031
Noctua NF-F12 PWM	Ca. € 19,-	4-Pin/21+54 cm	Adapter	1.500 U/min	57,2/60,2/66,8 °C	1,8/0,6/0,2 Sone	1,82	01/2012	www.pcgh.de/preis/698532
Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-MR-2)	Ca. € 10,-	3-Pin/47 cm	Adapter (7 Volt)	1.500 U/min	59,1/62,5/71,7 °C	0,9/0,3/0,1 Sone	1,85	01/2012	www.pcgh.de/preis/684032
Be quiet Shadow W. SW1 (BQT T12025-MR-PWM)	Ca. € 11,-	4-Pin/47 cm	-	1.500 U/min	59,2/62,5/70,4 °C	0,8/0,2/0,1 Sone	1,85	01/2012	www.pcgh.de/preis/683908
EKL Alpenföhn Föhn 120 Wing Boost	Ca. € 14,-	4-Pin/42+85 cm	Adapter (7/5 Volt)	1.500 U/min	59,3/61,8/69,4 °C	1,7/0,7/0,2 Sone	1,95	01/2012	www.pcgh.de/preis/689346
Cougar Vortex HDB (CF-V12H)	Ca. € 15,-	3-Pin/46 cm	-	1.200 U/min	59,6/62,8/72,3 °C	1,0/0,4/0,1 Sone	2,00	01/2012	www.pcgh.de/preis/671458
NZXT FN-120RB	Ca. € 8,-	3-Pin/53 cm	-	1.300 U/min	60,5/63,9/71,5 °C	1,0/0,4/0,1 Sone	2,02	01/2012	www.pcgh.de/preis/556590
Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-HR-2)	Ca. € 10,-	3-Pin/47 cm	Adapter (7 Volt)	2.200 U/min	55,3/58,9/64,3 °C	3,0/1,0/0,1 Sone	2,03	01/2012	www.pcgh.de/preis/684033
Antec True Quiet 120	Ca. € 9,-	3-Pin/47 cm	Drehzahlschalter	1.000 U/min	63,9/69,9/80,7 °C	0,5/0,2/0,1 Sone	2,06	01/2012	www.pcgh.de/preis/601848
Phobya Nano-2G 12 PWM	Ca. € 14,-	4-Pin/52 cm	-	1.500 U/min	60,2/63,2/70,6 °C	1,9/0,8/0,2 Sone	2,09	01/2012	www.pcgh.de/preis/635106
Gelid Solutions Wing 12PL	Ca. € 18,-	4-Pin/51 cm	-	1.800 U/min	57,6/59,9/65,8 °C	2,8/1,8/0,5 Sone	2,11	01/2012	www.pcgh.de/preis/385063
Prolimatech Red Vortex 12 LED	Ca. € 9,-	3-Pin/25 cm	Adapter	1.600 U/min	57,4/60,8/67,3 °C	2,4/1,1/0,3 Sone	2,18	01/2012	www.pcgh.de/preis/720186

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
300 bis 600 Watt								
Enermax Platimax EPM600AWT	Ca. € 160,-	4x 6+2-Pin (75 cm)	500 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
Seasonic X-560 (SS-560KM)	Ca. € 115,-	2x 6+2-Pin (60 cm)	552 Watt	0,1/0,1/0,1/0,3/1,2 Sone	81/88/92/91/91 %	1,51	07/2012	www.pcgh.de/preis/544252
Seasonic X460FL (lüfterlos)	Ca. € 130,-	2x 6+2-Pin (57 cm)	456 Watt	0,1 Sone (fliegt sehr leise)	80/87/93/93/93 %	1,65	07/2011	www.pcgh.de/preis/565835
Be quiet Straight Power E9 580 W	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
PC Power & Cooling Sil. MKIII 500W	Ca. € 60,-	2x 6+2-Pin (55 cm)	456 Watt	0,1/0,1/0,1/3,7/4,5 Sone	78/86/88/87/86 %	1,89	07/2012	www.pcgh.de/preis/703754
Be quiet Pure Power L8 CM 530W	Ca. € 60,-	2x 6+2-Pin (55 cm)	480 Watt	0,1/0,1/0,4/1,1/1,5 Sone	77/85/87/86/85 %	1,93	07/2012	www.pcgh.de/preis/674412
630 bis 800 Watt								
Enermax Modu87+ 700 W	Ca. € 150,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	696 Watt	0,1/0,1/0,1/0,3/0,8 Sone	84/89/93/90/90 %	1,54	07/2011	www.pcgh.de/preis/497626
Corsair AX750	Ca. € 140,-	4x 6+2-Pin (55 cm)	744 Watt	0,1/0,1/0,3/0,4/2,3 Sone	85/90/93/92/91 %	1,59	07/2011	www.pcgh.de/preis/536886
Lepa G700	Ca. € 120,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	696 Watt	0,1/0,1/0,1/0,2/0,7 Sone	86/92/93/91/90 %	1,65	07/2011	www.pcgh.de/preis/616899
FSP Aurum 750W	Ca. € 125,-	4x 6+2-Pin (55-100 cm)	720 Watt	0,5/1,0/2,9/5,1/5,1 Sone	86/91/94/93/91 %	1,93	02/2012	www.pcgh.de/preis/651409
Corsair TX750M	Ca. € 95,-	4x 6+2-Pin (60 cm)	744 Watt	1,0/1,0/1,0/2,4/6,8 Sone	78/86/88/88/86 %	1,98	02/2012	www.pcgh.de/preis/682461
OCZ ZS Series 650W	Ca. € 60,-	1x 6-Pin/1x 6+2-Pin (60 cm)	552 Watt	0,2/0,2/0,8/2,8/2,8 Sone	78/85/88/87/85 %	2,04	02/2012	www.pcgh.de/preis/631079
Über 800 Watt								
Seasonic Platinum 1000W	Ca. € 280,-	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
Cooler Master Silent Pro Hybrid	Ca. € 200,-	2x 4+4-Pin/1x 24-Pin (70 cm)	840 Watt	0,1/0,1/0,6/1,5/3,2 Sone	84/89/92/91/90 %	1,61	02/2012	www.pcgh.de/preis/687661
Silverstone Strider Gold 850W	Ca. € 120,-	2x 6+2-Pin (55 cm)/2x 6-Pin (55 cm)	840 Watt	0,5/0,5/0,5/0,5/1,6 Sone	82/89/92/90/89 %	1,73	07/2011	www.pcgh.de/preis/598166
OCZ ZX 850	Ca. € 150,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	838 Watt	0,5/0,5/0,5/1,4/3,1 Sone	84/91/93/91/90 %	1,93	07/2011	www.pcgh.de/preis/636627

Gratis-Aboprämie

Neuen Leser werben und kostenlose
Prämie von Cooler Master abstauben!

Cooler Master Silent Pro M2 520W

- Netzteil mit 520 Watt Leistung
- 80-Plus-Bronze-Zertifizierung
- 135-mm-Silent-Lüfter
- Kabelmanagement
- 5 Jahre Garantie



GRATIS!



IHRE VORTEILE:

Kostenlose Prämie

Keine Versandkosten

**Bis zu 9 % Preisvorteil
gegenüber Einzelkauf**

2-JAHRES-ABO (DVD)

Nur online bestellbar unter:
www.pcgh.de/go/abo

WICHTIG: Nur solange Vorrat reicht!



Abo unter www.pcgh.de/go/abo abschließen und eine Prämie aussuchen!



Intel® Core™ i5-3450

Ivy Bridge

172,90

QR Code

Intel® Core™ i5-3450

- Sockel-1155-Prozessor • Ivy Bridge • 4x 3.100 MHz Kerntakt
- 1 MB Level-2-Cache • 6 MB Level-3-Cache • Intel® GMA HD 2500 Grafikkern

HR5122



88,90

Mushkin Chronos 2,5" SSD 120 GB

- Solid-State-Drive • MKNSSDCR120GB-ALT
- 120 GB Kapazität • 550 MB/s lesen
- 515 MB/s schreiben • SandForce SF-2281
- 90.000 IOPS • SATA 6Gb/s • 2,5"-Bauform
- 20-Jahre-ALTERNATE-Edition

IMHMUBOT



48,99

Patriot Torqx2 2,5" SSD 32 GB

- Solid-State-Drive • PT232GS25SSDR
- 32 GB Kapazität • 270 MB/s lesen
- 230 MB/s schreiben • SATA 3Gb/s
- 2,5"-Bauform

IMFMPC



109,-

BenQ G2222HDL

- LED-Monitor • 54,6 cm (21,5") Bild diagonale
- 1.920x1.080 Pixel • 5 ms (s-w-s) Reaktionszeit
- LED-Backlight • Full HD
- dynamischer Kontrast 5.000.000:1
- Helligkeit: 250 cd/m² • DVI-D, VGA

VSLC33



24,99

EKL Alpenföhn „Triglav“

- CPU-Kühler für Sockel 775, 1155, 1156, 1366, AM2, AM2+, AM3, AM3+, FM1
- drei U-förmige 10-mm-Kupfer-Heatpipes
- 120-mm-Lüfter mit violetten LEDs
- PWM-Lüfteranschluss

HXL5EC

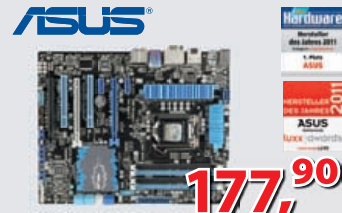


134,90

ASRock Z77 Extreme4

- ATX-Mainboard • Sockel 1155
- Intel® Z77 Express Chipsatz • 4x DDR3-RAM
- CPU-abhängige Grafik • Gigabit-LAN • USB 3.0
- 2x SATA 6Gb/s, 4x SATA 3Gb/s
- 2x PCIe 3.0 x16, 2x PCIe 2.0 x1, 2x PCI

GRER30



177,90

ASUS P8Z77-V PRO

- ATX-Mainboard • Sockel 1155
- Intel® Z77 Express Chipsatz • 4x DDR3-RAM
- USB 3.0 • Wireless LAN • Gigabit-LAN
- 4x SATA 6Gb/s, 4x SATA 3Gb/s
- 2x PCIe 3.0 x16, PCIe 2.0 x16, 2x PCIe 2.0 x1, 2x PCI

GREA92



149,90

Biostar TZ77XE4

- ATX-Mainboard • Sockel 1155
- Intel® Z77 Express Chipsatz • 4x DDR3-RAM
- CPU-abhängige Grafik mit VGA-, DVI-, HDMI- und Displayport-Anschlüssen • USB 3.0 • Gigabit-LAN
- 4x SATA 6Gb/s, 4x SATA 3Gb/s, 1x eSATA 3Gb/s
- 2x PCIe 3.0 x16, PCIe 2.0 x16, PCIe 2.0 x1, 2x PCI

GRE114



489,-

PowerColor PCS+ HD7970 Vortex II Flagship Edition

- Grafikkarte • AMD Radeon HD7970
- 1.100 MHz Chiptakt • 3 GB GDDR5-RAM
- 5,7 GHz Speichertakt • DirectX 11.1 und OpenGL 4.2 • 2x Mini-DisplayPort, 1x HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JDXXOA



24,99

Corsair Flash Voyager „Short Body“ USB 3.0 32 GB

- USB-Stick • 32 GB Speicher
- max. 80 MB/s lesen
- max. 40 MB/s schreiben
- USB 3.0

IMFL5K



569,-

ZOTAC GeForce GTX 680 AMP! Edition

- Grafikkarte • NVIDIA GeForce GTX 680
- 1.110 MHz (Boost: 1176 MHz)
- 2 GB GDDR5-RAM (6,6 GHz)
- DirectX 11.1 und OpenGL 4.2
- 1x DisplayPort, 1x HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JDXTY1



54,90

be quiet! Dark Rock 2

- CPU-Kühler • 12 Heatpipe-Verbindungen
- für Sockel 754, 775, 939, 940, AM2, AM2+, 1366, 1156, AM3, 1155, AM3+, FM1, 2011
- Abmessungen: 138x166x122 mm
- 1x 135-mm-Lüfter mit PWM-Anschluss

HXLVB6



49,99

Antec KÜHLER H₂O 620

- CPU-Flüssigkeitskühlsystem
- für Sockel 775, AM2(+), 1366, 1156, AM3, 1155
- 120-mm-Lüfter • biegsame Schläuche
- Lüfterdrehzahl: 1.450–2.000 U/min
- Pumpe mit niedrigem Profil

HXLV5A





129,90

G.Skill 16 GB DDR3-2133 Quad-Kit

- Arbeitsspeicher-Kit • F3-2133C9Q-16GAB
- Timing: 9-11-10-28
- DIMM DDR3-2.133 (PC3-17.000)
- Kit: 4x 4 GB

IEIFGHJC



94,90

Kingston HyperX 16 GB DDR3-1600 Quad-Kit

- Arbeitsspeicher-Kit
- „KHX1600C9D3K4/16GX“
- Timing: 9-9-9-27 • DDR3 - 1600 (PC3 - 12600)
- Kit: 4x 4 GB

IEIF7G

GIGABYTE™



399,-

GIGABYTE Geforce GTX 670 OC

- Grafikkarte • NVIDIA GeForce GTX 670 • 980 MHz Chiptakt (Boost: 1.058 MHz)
- 2 GB GDDR5-RAM (6,0 GHz) • DirectX 11.1, OpenGL 4.2
- 1x DisplayPort, 1x HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JDXY2



TURN ON TOMORROW



74,90

Samsung HD103SJ 1 TB

- 3,5"-Festplatte • HD103SJ • 1 TB Kapazität
- 32 MB Cache • 7.200 U/min • 8,9 ms (Lesen)
- 3,5"-Bauform • SATA 3Gb/s

AEBU23



82,90

Seagate Barracuda 7200.12

- Festplatte • „ST1000DM003“ • 1 TB Kapazität
- 64 MB Cache • 7.200 U/min • 8,5 ms (Lesen)
- geringe Geräusentwicklung
- geringer Stromverbrauch
- 3,5"-Bauform • SATA 6Gb/s mit NCQ

AEB532



109,90

Intenso Memory Center 3,5" USB 3.0 2 TB

- Externe Festplatte • 6031580 • 2 TB Kapazität
- Ein-/Aus-Schalter • blaue LED-Anzeige
- Bauform: 3,5", extern • 5.400 U/min
- USB 3.0

AFUN02



254,-

Huawei Honour

- Touchscreen-Handy • 10,2-cm-Display
- GSM (850/900/1.800/1.900 MHz), UMTS, HSDPA
- 8-Megapixel-Kamera • microSD(HC)-Slot
- 300 MBit/s WLAN • Bluetooth, Micro-USB, 3,5-mm-Klinke • ohne SIM-Lock

OCBC20



119,90

Creative Sound Blaster Recon3D Fatal1ty Professional

- Soundkarte • 6 Kanäle (5.1)
- THX TruStudio Pro, Dolby Digital
- 4x Line-Out, 1x Line-In/Mikrofon, 1x Optisch-In/Out (TosLink) • PCI-Express 1x

KK#CWO



3D-Display
inklusive 3D-Brille

2.079,-

ASUS G75VW-91026V

- 43,9-cm-Notebook (17,3") • 3D-Display
- Intel® Core™ i7 Prozessor 3610QM (2,3 GHz)
- NVIDIA GeForce GTX 670M • 8 GB DDR3-RAM
- 256-GB-SSD • 1.000-GB-HDD • Blu-ray-Combo
- Windows 7 Home Premium 64-Bit (OEM)

PL8A1K



54,90

Zalman Z11 Plus

- Midi-Tower
- Einbauschächte extern: 4x 5,25", 1x 3,5"
- Einbauschächte intern: 5x 3,5", 1x 2,5"
- inkl. fünf Lüfter • Front: 4x USB, Audio-I/O
- Window-Kit • für Mainboard bis ATX-Bauform

TQXZ47



144,90

Corsair Obsidian 650D

- Midi-Tower • Einbauschächte extern: 4x 5,25"
- Einbauschächte intern: 6x 3,5"
- zwei 200-mm- und ein 120-mm-Lüfter
- Front: USB 3.0, USB 2.0, FireWire, Audio-I/O
- für Mainboards bis ATX-Bauform • Window-Kit

TQXV61



59,90

Antec Three Hundred Two

- Midi-Tower
- Einbauschächte extern: 3x 5,25"
- Einbauschächte intern: 6x 3,5", 2x 2,5"
- inkl. zwei Lüfter • Front: 2x USB, 2x Audio
- für Mainboard bis ATX-Bauform

TQXA6L



49,99

Sharkoon WPM600

- Netzteil mit 600 Watt Dauerleistung
- 12x Laufwerksanschlüsse
- 2x PCIe-Stromanschlüsse
- Kabelmanagement-System
- 140-mm-Lüfter • ATX 2.03, ATX12V 2.0, EPS

TN6S12

Die Redaktion

THILO BAYER

Chefredakteur | tb@pcgh.de | Fachbereiche: Print allgemein, Online allgemein, Spiele, Fotografie

PC aktuell: Das Upgrade auf Photoshop CS6 steht für die nächsten Wochen an. Ich bin gespannt, wie sich mein neuer PC da so schlägt.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist ganz klar: *Legends of Eisenwald!* Der Rollenspiel-Strategiemix aus Weißrussland bekommt auf jeden Fall einen Ehrenplatz auf meiner Platte, wenn das Spiel Ende 2012 erscheint. Ein Best-of aus *Disciples*, *King's Bounty* und *HOMM*, da kann (fast) nichts schiefgehen!

Privat-PC: Intel Core i7-970, 8 GiB RAM, Asus Sabertooth P67, Gainward Geforce GTX 570 Phantom, 24-Zoll-Display von Acer



MARCO ALBERT

Leitender Redakteur | ma@pcgh.de | Fachbereiche: Monitore, Netzteile, Heft- und Online-Organisation

PC aktuell: Ich habe das Problem mit meinem HTPC gelöst! Die Aufgabenplanungsdatei war beschädigt, daher konnte das MCE auch keine Aufzeichnungen speichern und entsprechend ausführen. Ich habe die Datei ersetzt und jetzt funktioniert es wieder wunderbar. :)

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Starcraft 2: Heart of the Swarm*. Dafür werde ich meine Freizeit und voraussichtlich 50 Euro opfern.

Privat-PC: AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiB RAM, Gigabyte GA870A-UD3, Geforce GTX 460, 22-Zoll-LCD; Komplettes System: **BONUSCODE 2666**



LARS CRAEMER

Redakteur | lc@pcgh.de | Fachbereiche: Mobile Geräte, Online-Auftritt von PC Games Hardware

PC aktuell: Pollen und Staub, die natürlichen Feinde des PCs. Um laute Lüfter zu vermeiden, habe ich meinen PCs eine Grundreinigung verpasst.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Aliens: Colonial Marines*. Das Spiel wird vermutlich nicht nur ein Shooter mit sehr viel Atmosphäre, sondern es füllt die fehlenden Lücken zwischen *Aliens* und *Alien³* – mit offiziellem Segen. Angeblich soll man anschließend *Alien³* mit anderen Augen sehen.

Privat-PC: C2Q Q6600, Asus P45, 4 GiB DDR2-800, Asus Geforce GTX 260 samt Silent-Umbau, Silverstone TJ-05, 22-Zoll-Display (16:10)



CHRISTIAN GÖGELEIN

Redakteur | cg@pcgh.de | Fachbereiche: Windows, Netzwerk

PC aktuell: Ich habe meinen zwölf Jahre alten Farblaserdrucker in Rente geschickt und durch ein All-in-one-Gerät ersetzt. Der neue ist schneller, leiser, sparsamer, hat einen Touchscreen und war mit einem Fünftel des Kaufpreises auch noch viel billiger in der Anschaffung. DAS nenne ich Fortschritt!

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Transportrigant 2*. Was, das kommt nicht? Und *Transportrigant Online*? Auch nicht? Na dann eben *Diablo 3*.

Privat-PC: Core i7-965, Asus P6T-SE, 3 GiB DDR3-1067, Radeon HD 5850, Viewsonic 19-Zoll-TFT; Komplettes System: **BONUSCODE 2666**



ANDREAS LINK

Redakteur | al@pcgh.de | Fachbereiche: Online-Auftritt von PC Games Hardware

PC aktuell: Die Wasserkühlung im Arbeitsrechner hat pünktlich vor dem Sommer noch einmal frisches Nass bekommen. Jetzt darf es warm werden, pls!

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist gar nicht so leicht zu definieren. Ich hoffe, dass *GTA V* noch kommt. *Far Cry 3* könnte auch was werden, was man so bisher gesehen hat. Bei *Tomb Raider* hoffe ich inständig, dass es großartig wird. Den Rest wird man sehen müssen – im Herbst wird's ziemlich heiß.

Privat-PC: Core i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 16 GiB DDR3-1600, Audigy 2 ZS, 120-GB-SSD, Samsung 2494HM, Obsidian 800D



DANIEL MÖLLENDORF

Redakteur | dm@pcgh.de | Fachbereiche: Mainboards, RAM, Headsets, Gehäuse, optische Laufwerke

PC aktuell: Die Ivy-Bridge-Benchmarks sind beeindruckend und motivieren zum Aufrüsten. Ich erhoffe mir besonders noch kürzere Ladezeiten dank der gestiegenen Leistung pro Takt von Ivy Bridge – kombiniert natürlich mit einer SSD.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Starcraft 2: Heart of the Swarm* ... obwohl, eigentlich bin ich sicher, dass es mir gefällt. Bei *X-Com: Enemy Unknown* und *Legends of Pegasus* hoffe ich hingegen sehr, dass sie gut werden.

Privat-PC: Spiele-PC: Core i5-750, Asus P7P55D, 8 GiB RAM, Geforce GTX 580, 24-Zoll-LCD, Adata 5511 (120 GB); HTPC: Core i3-540, Geforce GTX 560 Ti



MARC SAUTER

Redakteur | ms@pcgh.de | Fachbereiche: Prozessoren, Spiele, Online, Grafikkarten-Kühler

PC aktuell: Die Kombo aus MSIs B75A-G43, dem Core i5-3570K und einem flüsterleisen Thermalright HR-02 Macho war einfach zu verlockend.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Dishonored* von den Arkane Studios – die Präsentation war klasse und *Dark Messiah* ist eines meiner Lieblingsspiele. Ebenfalls großes Kino dürfte *Max Payne 3* werden, zumindest optisch und vom Gunplay her. Mein Geheimtipp ist die Erweiterung für *Trine 2*.

Privat-PC: Core i5-3570K @ 3,6 GHz, MSI B75A-G43, 8 GiB DDR3-1600, Asus Geforce GTX 580 DC II, X-Fi, 64er SSD, Seasonic X-Series 460W (passiv)



CARSTEN SPILLE

Redakteur | cs@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Festplatten/SSDs, Heft-DVD

PC aktuell: Tja, nun sind Kepler und Tahiti da. GK104 verfügt über interessante Features, Tahiti bietet hardwareseitig auch im Hinblick auf Compute aber mehr. Daher erst mal nach Tahiti und 2013 dann wohl GK110.

Meine Spielehoffnung 2012 ... *Diablo 3* und *Starcraft 2.1* interessieren mich nicht, *Max Payne 3* wirkte eher schwach. Daher hoffe ich, dass mich *The Witcher 2*, *Skyrim* und *Legend of Grimrock* ausreichend lange unterhalten.

Privat-PC: Core 2 Duo E8500 @ 3,8 GHz (UV @ 1,225V), GBT EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800, Corsair Force F60, Point of View GTX 480, Dell 3007WFP



FRANK STÖWER

Redakteur | fs@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, USB-Sticks, Mausepads

PC aktuell: Endlich habe ich mir die Zeit genommen, um meinen Spiele-PC zusammenzubauen. Und es hat sich mal wieder gezeigt: Gelernt ist gelernt, denn die Kiste lief sofort, nachdem die letzte Schraube festgedreht war.

Meine Spielehoffnung 2012 ... Mit *Max Payne 3* steht ein Titel, auf den ich mich echt freue, kurz vor der Veröffentlichung. Zwei weitere Highlights könnten *Far Cry 3* und *Assassin's Creed* werden. Ebenfalls spannend: *Tomb Raider*.

Privat-PC: Phenom II X6 1075T auf Asus Sabertooth 990FX (AMD 990FX/SB950), 8 GiB DDR3-1600-RAM, GF GTX 560 Ti, 24-Zoll-LCD mit 3D



RAFFAEL VÖTTER

Redakteur | rv@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Notebooks, Spiele

PC aktuell: Mein Radeon-Kühlerrumbau ist an der Grundplatte gescheitert, aber ich bleibe am Ball. Erklärtes Ziel: bis zu Nvidias „Big K“ mit 1,2 GHz GPU-Takt ausharren, ohne taub zu werden (wie Carsten bald *SCNR*).

Meine Spielehoffnung 2012 ... Das Jahr der flotten Dreier! *Diablo 3* & *Max Payne 3* erschienen zwar in der Outdoor-Saison und damit unpassend, aber danach kommt eh nichts mehr – außer dem wunderschönen *Black Ops 2*. :-)

Privat-PC: Phenom II X6 @ 2,8 GHz (1,06V-Ökomodus), 8 GiB DDR3-1700, Sapphire HD 7970 @ 1.100/3.600 MHz (1,137 Volt), X-Fi Forte, 30-Zoll-LCD



PC Games Hardware online und wichtige Dienste und Partner



- **News & Downloads:** www.pcgameshardware.de
- **Expertenforum:** www.pcgmx.de
- **Abos online bestellen:** www.pcgh.de/go/shop
- **Einzelheft bestellen:** www.pcgh.de/go/heft

Bonuscodes im Heft:
Einfach die Nummer unter „Suche“ eingeben und „Bonuscode“ anklicken.

Amazon: Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch führend bei den Angeboten von PC-Spielen, Blu-rays und Unterhaltungselektronik. www.pcgh.de/go/amazon

Alternate: Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland. www.pcgh.de/go/alternate

Caseking: Speziell bei Themen wie Modding, Gehäuse und Kühlung spielt Caseking seine Stärken aus und ist die erste Wahl. www.pcgh.de/go/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/go/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/go/preistipps

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA AG
Verleger Jürg Marquard

DANIEL WAADT

Product Manager | dw@pcgh.de | Fachbereiche: PCGH-Produkte (u. a. PCGH-PC)

PC aktuell: In diesem Monat musste als Aufrüstungsobjekt meine etwas angestaubte Spiegelreflexkamera Canon 400D herhalten. Ein neues Tamron-Objektiv sorgt nun für deutlich bessere Aufnahmen.

Meine Spielehoffnung 2012 ... fällt dieses Jahr aus. Irgendwie habe ich das Gefühl, dass ich mindestens bis zum Jahr 2013 warten muss, bis das nächste für mich interessante Spiele-Highlight erscheint. Schade.

Privat-PC: AMD FX-8150, 8 GiB DDR3, Asrock 970 Extreme4, Geforce GTX 560 Ti, 256-GB-SSD, Be quiet E8 580 Watt, 2x 22-Zoll-LCD, LG BH10LS



STEPHAN WILKE

Community Content Commerce Manager | sw@pcgh.de | Fachbereiche: Overclocking, PCGH-Extreme-Forum

PC aktuell: Ich habe den Rundenstrategieitell *Future Wars* durchgespielt – ganz nett, aber man merkt, dass Radon Labs das Projekt klein halten musste.

Meine Spielehoffnung 2012 ... *Max Payne 3* interessiert mich, auch wenn es wohl nicht die Klasse der Vorgänger erreicht. Das frisch wirkende *Dishonored* habe ich auch im Auge. Neben neuen Kickstarter-Titeln bin ich als Retro-Fan aber auch auf *Katakis 2* gespannt – falls es kommt.

Privat-PC: Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580/1536 MiByte, Fujitsu Display P27T-6 IPS



REINHARD STAUDACHER

Volontär | rs@pcgh.de | Fachbereiche: Kühlung, Windows

PC aktuell: Da sich Vodafone endlich erbarmt und ich mit dem Erscheinen dieses Heftes wieder mit DSL an die Welt angeschlossen sein werde, kann ich nach 2 Monaten Abstinenz wieder online zocken.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *Alien: Colonial Marines*. Das Alien-Universum in Kombination mit dem Shooter-Genre gab schon immer eine gute Mischung ab. Wobei heuer ja auch einige Space-RTS-Spiele erscheinen ...

Privat-PC: Intel Core i7-870, Asus P7P55D Deluxe, 8 GiB Corsair DDR-1333, Zotac Geforce GTX 480 AMP, Creative X-Fi



MARKUS HORN

Praktikant | Fachbereiche: Online

PC aktuell: Mein Rechner kommt so langsam an seine Leistungsgrenzen. Daher liebäugle ich mit einer Komplettaufrüstung bestehend aus Core i5-3570K, 8 GiByte RAM und einer Radeon HD 6970.

Meine Spielehoffnung 2012 ... ist *GTA 5*. Die Gangster-Serie hat mir schon zahlreiche Abende versüßt. Auch der neueste Teil wird bestimmt nicht enttäuschen. Alternativ hoffe ich auf den Release von *The Last Guardian* für die PS3.

Privat-PC: Intel C2D E7400 @ 3,5 GHz, Asus P5B, 4 GiByte DDR2-1066, Sapphire Radeon HD 5770, OCZ Solid 3, 2x 24-Zoll-Samsung 2443BW



CLEMENS GÄFGEN

Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online, Rechtsfragen

PC aktuell: Nachdem letzten Monat der Iiyama Prolite B2475 (TN-Panel) als Zweitmonitor an meinem Erstwohnsitz angekommen ist und ich erste Eindrücke gewinnen konnte, muss ich gestehen, dass die Vorzüge eines IPS-Panels (Dell U2410) erst jetzt richtig zur Geltung kommen.

Meine Spielehoffnung 2012 ... sind *Diablo 3* und *Max Payne 3*. Hoffen wir, dass die PC-Plattform durch die beiden Klassiker etwas Aufwind bekommt.

Privat-PC: Phenom II X4 955 @ 3,7 GHz, Gigabyte GA-MA770T-UD3, 4 GiByte DDR3-1600 (Corsair), XFX Radeon HD 6950 830M XXX Dual-Fan



Inserenten PC Games Hardware 07/2012

Asus	2, 5	OCZ	59
1&1	8, 9, 42, 43, 45	Medion	65
CoolerGiant	11	MS-Tech	67
Caseking	15, 38, 84	Sharkoon	71
Aquatuning	17	Computec	75, 97, 101, 119, 125, 133
Corsair	21	Alternate	81, 99, 142, 143
Seasonic	25, 27	Silent Power	83
Listan	31	Ultrasone	109
Ankermann-PC	37	Lian Li	131
DevilTech	47	Superflower	147
Scythe	53	Microsoft	148
Cooler Master	57		

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

Chefredakteur (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt,
Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitender Redakteur Marco Albert (ma)
Redaktion Christian Gögelein (cg), Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm),
Carsten Spille (cs), Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms),
Andreas Link (al), Stephan Wilke (sw), Lars Craemer (lc),
Reinhard Staudacher (rs)

Product Manager Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe Clemens Gäfgen (cg), Oliver Halbig (oh), Daniel-André Reinelt (dar),
Jan Reichelt (jr), Markus Horn (mh)

Lektorat Margit Koch-Weiß (ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose,
Esther Marsch, Natalja Schmidt, Ina Hulm

Layout Frank Pfürnder (ltg.), Hans Strobel
Bildredaktion Albert Kraus (ltg.), Tobias Zellerhoff
Titelgestaltung Frank Pfürnder

Fotografie Heft tb, cg, ma, cs, dm, fs, dw, sw, rv, ms, rh
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

CD, DVD, Video Jürgen Melzer (ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dzwieszewski,
Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth

COO Hans Ippisch
Vertriebskoordination Sabine Eckl-Thurl
Marketing Jeanette Haag, Iris Manz
Produktion Martin Clossmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer, Daniel
Möllendorf, Carsten Spille, Marc Sauter, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Entwicklung Markus Wolny (ltg.), Falk Jeromin, 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

Peter Elstner: Tel.: +49 911 2872-252; peter.elstner@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 Nüsser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de
Gregor Hansen: Tel.: +49 221 2716-257; gregor.hansen@computec.de

Anzeigenberatung Online freeXmedia GmbH, Deelbögenkamp 4c, 22297 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 513 06-650, Fax: +49 40 513 06-960
E-Mail: werbung@freeXmedia.de

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 25 vom 01.01.2012.

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.: 01805-7005801*, 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.: +49-1805-8610004, 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.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.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

COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PCG HARDWARE,
PC ACTION, BUFFED, X3, PLAY 3, GAMES & MORE, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES, PLAYBLU

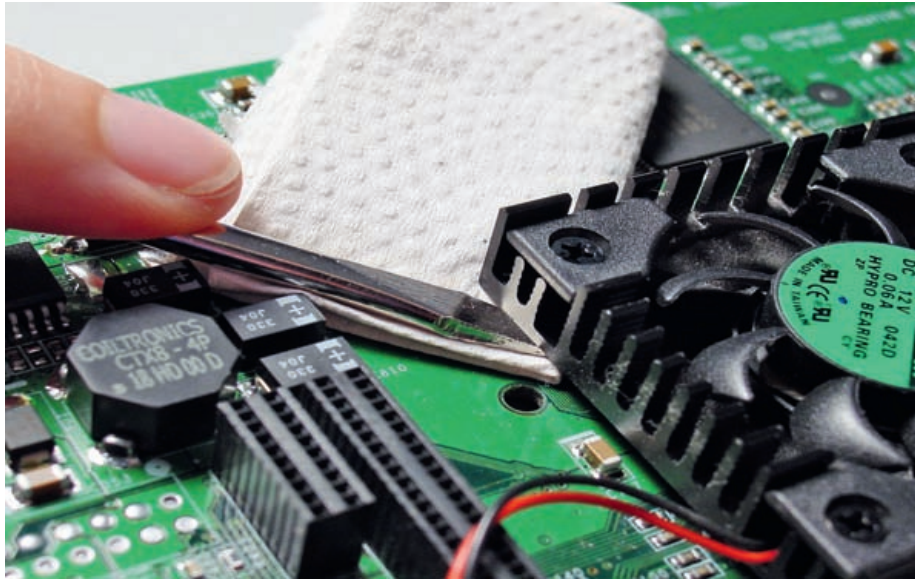
Polen

COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE

Ungarn

JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM

Vorschau: 08/2012



PCGH 33: Grafikkarten-Overclocking*

In unserer Serie „PCGH 33“ geht es in der kommenden Ausgabe um das optimale Grafikkarten-Overclocking. Wir nennen die besten Tipps, Karten und Methoden, mit denen Sie das Letzte aus Ihrem Pixelbeschleuniger herausholen.



Bild: AMD

Günstige CPUs*

Abseits der Hexa- und Quadcore-Prozessoren gibt es noch eine Reihe von Einsteiger-Modellen, die zu Preisen ab 35 Euro angeboten werden. Was bringen solche CPUs und eignen sich diese für den Praxiseinsatz?



Bild: Intel

Mobil zocken*

Kann man auf Notebooks anständig zocken oder nicht? Zahllose Gerüchte, Mythen und Diskussionen kreisen seit Jahren um diese Glaubensfrage. PCGH prüft nach und testet 20 Spiele auf verschiedenen Laptops.

Weitere Themen*

- **Top-Marktübersichten:** Neue LC-Displays, Thunderbolt-Festplatten, VGA-Wasserkühler u. v. a.
- **Praxis Windows:** Automatische Back-ups einrichten – wie Sie Ihre Daten stresslos sichern
- **Hintergrund:** Wie PC Games Hardware Grafikkarten testet

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 4.7.12

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



„Papercraft“ – das ist die Kunst des Papierfaltens, die gerade eine Renaissance erlebt. Findige Bastler kamen auf die Idee, ihre Lieblingsspielfiguren zu skizzieren, nachzufalten und auf den Schreibtisch zu stellen. Herausgekommen sind Prachtstücke wie der oben abgebildete Gordon Freeman aus *Half-Life*. Wer mitbasteln mag, findet Vorlagen zum Ausdrucken unter unter [WEBCODE 28M5](http://WEBCODE.28M5).

Worte des Monats

„Mit *Crysis 2* haben Entwickler aus Deutschland technologisch, qualitativ und ökonomisch weltweit Publikum und Fachwelt überzeugt und begeistert.“

Aus der Begründung der Jury des Deutschen Computerspielpreises, warum *Crysis 2* den Titel „Bestes deutsches Spiel“ 2012 bekam

Rossis Restekiste

Heldenhaft

Hier werden Kindheitsträume wahr. Endlich kann man selbst zu einem Superhelden werden. Zwar nur in Form einer Actionfigur, aber immerhin. Dazu schickt man zwei Fotos seines Konterfeis an den Hersteller. Dieser wirft seinen 3D-Drucker an und man erhält eine Figur wahlweise von Superman, Batman, Iron Man oder Thor (weitere sind in Vorbereitung), zusammen mit einem auswechselbaren Kopf, der dem eigenen doch sehr ähnlich sieht. Nach Lieferung einfach Supermans Kopf gegen die 3D-Nachbildung des eigenen Hauptes austauschen und mächtig Eindruck schinden bei Kindern und Freunden. Ganz billig ist der Spaß mit 99 Euro zwar nicht, aber dafür erhält man das perfekte Geschenk für Freund, Bruder oder Vater, dem kein Mann widerstehen kann. www.firebox.com





80plus platin Test bestanden: 13 Modell
80plus gold Test bestanden: 22 Modelle



sofort lieferbar

**300
GOLDEN GREEN**



COMPUTEX
TAIPEI JUNE 5~9, 2012
No. 1, Jingmao 2nd Rd., Nangang District, Taipei City 11568, Taiwan (R.O.C.)
TWTC Nangang, Taiwan **Booth No. J0830**

Super Flower ist erster Massenhersteller für Platin Netzteile auf dem Weltmarkt.

- Erfüllt die Energy Star Standards / EuP (Energy-using Products) Bedingungen
- 80PLUS® platin zertifiziert
- Drei Exklusiv Patente:
 1. Hocheffizientes intelligentes Kühlungssystem
(Der Lüfter dreht sich nicht, wenn sie das Netzteil einschalten. Das ist normal.)
 2. High Power Vertical Double Layer Haupttransformator
(China patentnummer: ZL2009 2 0273193.2; Taiwan patentnummer: M381155)
- Zwei-Wege-Schalter (Thermal Control System)
 1. Zweifache-Voltage-Schaltung mit thermischer Steuerung
 2. Economische Intelligente thermische Steuerung



MODULAR 550W.650W.750W.850W.1000W
NON MODULAR 500W.600W

GOLDEN KING



**500W Fanless
GOLDEN SILENT**

- Erfüllt die Energy Star Standards / EuP (Energy-using Products) Bedingungen
- 80PLUS® platin zertifiziert
- Patentiertes Easy Plug-in Kabelmanagement, höchste Sicherheit, wenn angeschlossen
(Germany patentnummer: Nr. 20 2009005028.9; Taiwan patentnummer: D130624; China patentnummer: ZL2008 30251573.7)
- Exklusiv Patente: High Power Vertical Double Layer Haupttransformator
(China patentnummer: ZL2009 2 0273193.2; Taiwan patentnummer: M381155)



Weltweit erstes Lüfterloses 80+Platinum Netzteil



SUPER FLOWER COMPUTER GmbH

Böttger Str. 17a 41066 Mönchengladbach

Tel.: +49- 21 61- 9 48 89 0 Fax: +49- 21 61- 9 48 89 20 Mail: info@super-flower.de www.super-flower.de



CASEKING.de

präsentiert:



Avexlr Core Series - 8 GB Kit

- DDR3 Arbeitsspeicher mit LED-Performance-Indicator für Intel Z77
- 2x 4 GB (Dual-Channel) mit 2.666 Mhz

nur 159,90



Cubitek Magic Cube AIO

- innovativer E-ATX Midi-Tower aus Aluminium mit toller Raumnutzung
- vier vorinstallierte 140-mm-Lüfter

nur 229,90

SEI BEREIT FÜR DIE NEUESTEN GAMES!

32% OVERCLOCKED



NZXT Hale82 - 650 Watt

- modulares 80 Plus Bronze 650-Watt-Netzteil von NZXT
- 53 A Single-Rail, 120-mm-Lüfter und vier PCIe-Anschlüssen

nur 109,90



EVGA Classified SR-X Mainboard

- ultimatives HPTX OC-Mainboard mit nahezu grenzenloser Leistung
- bis zu 96 GB RAM, USB 3.0, Quad-SLI und Crossfire-X Unterstützung

nur 629,90



ZOWIE CELERITAS Pro Gaming Keyboard - King Mod Edition

- mechanische Pro-Gaming-Tastatur von ZOWIE mit deutschem Layout und vom King Mod Service gewechselten weißen Tasten
- entwickelt in enger Zusammenarbeit mit den international bekannten Pro Gamern Abdisamad 'Spawn' Mohamed, Young Ho 'Flash' Lee und Ho Jun 'Ho-Jun' Moon

nur 129,90



4.5GHz



King Mod OC Aufrüst Bundle Gigabyte Z77X, Intel 3570K, 16 GB

- inkl. 32% übertakteter Intel-Ivy-Bridge-Vierkern-CPU, Gigabyte Z77-Mainboard, 16 GB G.Skill-RAM, Prolimatech Genesis CPU-Kühler und zwei schwarz-blauen 140mm BitFenix Spectre-Pro-Lüftern mit blauer LED-Beleuchtung
- geplant, gebaut und getestet von den Caseking-King-Mod Spezialisten!

nur 614,90