

MAGAZIN

€ 3,99 | 11/2012 Mit DVD für € 5,30 erhältlich

18.000-Euro-Gewinnspiel!

Wir feiern 12 Jahre PC Games Hardware mit Hardwarepreisen im Wert von 18.000 Euro!

PC Games
Hardware

PC Games

www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de

Hardware

Test: Samsung SSD 840 Pro

Was leistet die brandneue Generation?



Günstige Grafikkarten

Die Preis-Leistungs-Gewinner!



PCGH-Urteil:
Lohnt sich das Aufrüsten?

Radeon & Geforce: 16 Modelle bis € 220,-

BIOS-Mod: Grafikkarten

Für Radeon und Geforce: So wird aus Ihrer Standardkarte gratis & dauerhaft ein OC-Modell.

PC leiser machen

33 Tipps: Custom-VGA-Kühlung verbessern, Mainboard-Entkopplung & DVD-Laufwerkslärm geprüft

CPU-Oldies übertakten

Overclocking-Test: Core i5-760, Core 2 Quad Q6600, Core 2 Duo E8400, Phenom II X4 955 BE und mehr



Neu: Multiplayer-Benchmarks & Aufrüst-Tipps

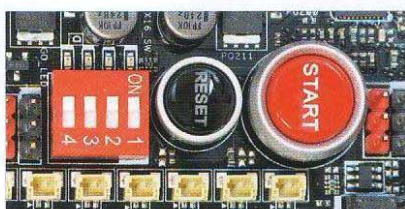
Kompakt-Wakü

Was leisten die neuen CPU-Kühler wirklich?

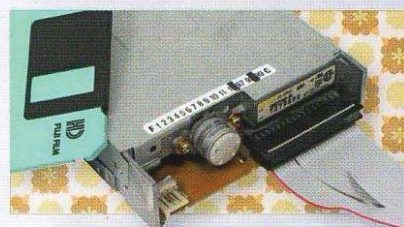


Mit Schritt-für-Schritt-Anleitung

Z77-Mainboards im OC-Test



Bauprojekt: AMD-Retro-PC



Neu im Test: Ivy-Bridge-Core-i3



€ 3,99 | Ausgabe 11/2012

Österreich € 4,30 | Schweiz sfr 7,50 | Dänemark dkr 33,50 |
Holland/Beigien/Luxemburg € 4,50 | Italien/Spanten/
Portugal/Frankreich/Griechenland € 4,90

WERBUNG

12 Jahre PCGH, die neue DVD und das iPhone 5



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

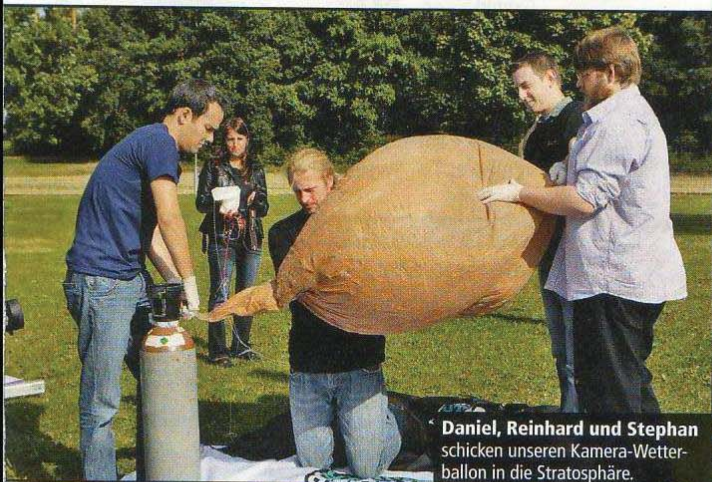
12 Jahre PCGH und eine neue DVD: Letzten Monat feierte das Extreme-Forum sein fünfjähriges Jubiläum, diesen Monat macht PC Games Hardware seine zwölf Jahre voll. Kinder, wie die Zeit vergeht! Mir kommt es vor, als ob es erst gestern gewesen ist, als eine kleine Entwicklungsredaktion den Prototypen für die erste PC Games Hardware gebaut hat. Die meisten Redakteure wussten noch nicht einmal, wofür sie eigentlich eingestellt wurden. Das Grundkonzept für PCGH erarbeitete ich im Laufe des Jahres 2000, bis heute haben viele der ursprünglichen Eckpfeiler Bestand. Eine auffällige Änderung gibt es dann auch mit dieser Jubiläumsausgabe (übrigens die fortlaufende Nummer 145). Schon seit einiger Zeit gehen wir mit dem Gedanken schwanger, die doppelseitige DVD gegen eine einseitige zu tauschen. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Es gibt keinen lästigen Seitenwechsel mehr und die DVD-Oberfläche lässt sich mit möglichst detaillierten Inhalten beschriften. Damit können Sie die aktuelle DVD auch in entsprechenden Hüllen oder Schubern archivieren und sehen auf einen Blick, welche Inhalte sich darauf befinden. Nachdem eine Umfrage bereits im letzten Jahr eine klare Mehrheit für die einseitige DVD ergab, haben wir uns dazu entschlossen, diesen Weg jetzt so zu gehen. Natürlich interessiert mich Ihre Meinung über dieses Thema. Schicken Sie diese an tb@pcgh.de.

iPhone 5: Was hat PC Games Hardware mit dem neuen Apple-Smartphone zu tun? Mehr als Sie vielleicht denken! Immerhin hat die Redaktion mit Pad & Phone ein erfolgreiches zweites Standbein aufgebaut, das Heft erscheint ab sofort auch alle zwei Monate. Am 12. September berichtete Kollege Reinhard zur fortgeschrittenen Stunde noch live über die iPhone-5-Vorstellen und am nächsten Tag ging dann auch schon die neue Ausgabe mit ausführlichen Eindrücken zum iPhone 5 in den Druck. Seit 26.9. ist P&P 2/2012 im Handel. Sie sind skeptisch, ob Pad & Phone spannend ist? Eine Leseprobe ab Seite 96 könnte Sie vom Gegenteil überzeugen. Derweil wünsche ich Ihnen viel Spaß mit der PCGH-Ausgabe 11/2012, Ihr

Thilo Bayer

facebook

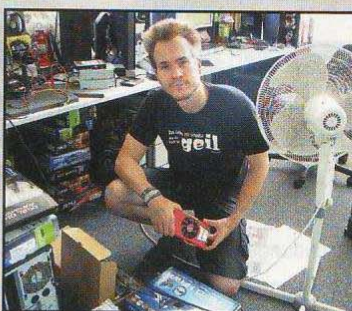
PCGH-Fan werden auf:
www.facebook.com/pcgameshardware



Daniel, Reinhard und Stephan schicken unseren Kamera-Wetterballon in die Stratosphäre.



Bild: [e]M – www.editorial247.com



Raff nimmt die neue GeForce GTX 660/GTX 650 sowie HD-7800-Karten unter die Lupe.



Reinhard testet für Sie Kompaktwasserkühlungen und gibt hilfreiche Tipps für den Einbau.

Die Redaktion im September 2012

+++ **Frank** überprüft in seinem Experiment, ob sich eine mechanische Tastatur ideal zum Schnelldatentippen eignet +++ **Carsten** sammelt für Sie beim IDF 2012 in San Francisco Infos +++ **Markus** demonstriert, wie man Bildschirme mithilfe einer Folie entspiegelt +++ **Marco** organisiert für das Jubiläumsgewinnspiel „12 Jahre PC Games Hardware“ tolle Preise +++ **Daniel** gibt 33 Tipps, wie Sie Ihren PC leise machen. +++

Heftinhalt



Battlefield 3: Aufrüst-Tipps

PCGH testet Battlefield 3 erneut, diesmal wird der Multiplayer-Modus analysiert. Zudem gibt die Redaktion umfangreiche Aufrüsttipps für Prozessoren und Grafikkarten für unterschiedliche Detailstufen.

SPECIALS

- Gewinnspiel:** 12 Jahre PCGH 08
PC Games Hardware feiert 12-Jähriges
PCGH baut: Retro-PC 16
AMD K6-III mit Voodoo 5

GRAFIKKARTEN

- Startseite** 20
PCGH-Leistungsindex Single-GPUs
Test: Die neuen Preis-Leistungs-Knaller 22
Geforce GTX 660 vs. Radeon HD 7800
und GTX 650 vs. HD 7700
Praxis: Grafik-BIOS-Tuning 32
Geforce GTX 200, 460, 570, 580, 670 sowie
Radeon HD 6950, 7950 und 7970
Info: Entwicklung der Computergrafik 38
Teil 1: Vom ASCII-Zeichen bis zur Global
Illumination

PROZESSOREN

- Startseite** 42
PCGH-Leistungsindex Prozessoren
Test: Ivy Bridge i3 44
Intel Core i3-3225, Core i3-3240 und Pentium
G2120 im Test
Test: CPU-Kompakt-Waküs 50
Fünf Kompakt-Wasserkühlungs-Komplettsets
Praxis: Alte Prozessoren übertakten 56
C2D E8400, C2Q Q6600, i5-760, i7-920, Phenom
II X4 955 BE, Phenom II X4 955 BE
Info: Hardware-Legenden: Athlon 64 62
Der K8, besser bekannt als Athlon 64,
im Fokus

INFRASTRUKTUR

- Startseite** 66
Bionische Lüfter von Noise Blocker
Test: OC-Z77-Mainboards 68
Platinen von 180 bis 320 Euro im Übertak-
tungstest
Praxis: 33 Silent-Tipps 76
Custom-VGA-Kühlung verbessern, Mainboard-
Entkopplung & DVD-Laufwerkslärm geprüft
Test: High-End-Netzteile 82
Vier Spitzennetzteile mit 850 bis 1.200 Watt
Praxis: Neue SSDs 86
Samsung will mit der SSD 840 Pro den Solid-
State-Drive-Markt aufmischen.
Test: High-End-RAM 90
16 RAM-Kits für gehobene Ansprüche
Test: Chip-Schlacht 96
Leseprobe aus Pad & Phone 02/2012

PERIPHERIE

- Startseite** 100
High-End-Headset Qpad QH-1339 im Test
Test: Aktivlautsprecher 102
Vier aktive Studiomonitore sowie
ein Stereo-Boxensystem
Praxis: PCGH experimentiert 106
Tastaturen im Tipp-Test
Test: Outdoor-Speichermedien 108
Robuste Speichermedien im Extremtest
Praxis: Displays entspiegeln 110
Klare Sicht auf spiegelnde Displays
mit Anti-Reflex-Folien

SPIELE & SOFTWARE

- Startseite** 112
Test: Borderlands 2
Praxis: Windows-7-Boot-DVD 114
Treiber, Updates und Programme noch vor
der Installation in Windows 7 integrieren
Praxis: Battlefield 3 – Multiplayer 120
Grafikkarten- und Prozessor-Benchmarks
auf einer 64-Spieler-Karte
Info: Feature Total War: Rome 2 124
Info: Unreal Engine 4 128
Technik-Fakten zur Unreal Engine 4
von Epics Tim Sweeney kommentiert

EINKAUFSFÜHRER

- Info:** Sparen bei SSDs, CPUs und Co. 132
Grafikkarten 135
Prozessoren & Kühler 136
Mainboards & RAM 138
LCDs, Eingabe & Soundkarten 139
SSDs & Festplatten 140
Gehäuse, Lüfter & Netzteile 142

SERVICE

- Editorial 03
Inhalt DVD 06
PCGH-PC 85
Abo 29, 125
Lesereinsendungen 134
Teamseite & Impressum 144
Die letzte Seite 146

WERBUNG

Inhalt der Heft-DVD

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

NEU

Jetzt mit DVD-9!
Der Speicherplatz
bleibt nahezu
gleich, Sie müssen
die DVD aber nicht
mehr wenden.

F-Secure Anti-Virus 2013 (6-Monatslizenz)
PCGH-Testdatenbank (466 Testergebnisse)
11/2012
VIDEOS
heim Asus P8Z77-V Pro, Retro-PC K6-III mit Voodoo 5
Silent-Tuning, Eigene Win-7-Setup-DVD mit USB-Treiber
BIOS-Mod Geforce GTX 480, Tastaturen im Tipp-Test

Brick-Force: Starterkit

Auf der DVD finden Sie den Client und in der Mitte des Hefts einen Gutscheincode für das Spiel *Brick-Force*. Mit dem Code können Sie Starterkits für *Brick-Force* unter www.brick-force.com/pcgames-hardware freischalten. Das Soldaten-Starterkit enthält Infanterietasche, Infanterie-Helm, Infanterie-Jacke, Infanterie-Hose, Adder 69 und Thunder 47. Das Architekten-Starterkit schaltet BS4212-Tasche, Schweißhelm, Jetpack, Mechaniker-Jacke, Mechaniker-Hose, Swappie, Streamliner und schwere Brick-Gun frei.



Die DVD im Überblick

Vollversionen

- ▶ PCGH-Testdatenbank 1.9 (Grafikkarten, Mobos, CPUs, CPU-Kühler, RAM, SSDs, HDDs, LCDs und Netzteile)
- ▶ F-Secure Anti-Virus 2013 (6-Monats-Lizenz)

Silent-Special

- ▶ PDFs: Testartikel CPU-Kühler, Lüfter und Gehäuse
- ▶ Video: PCGH baut den leisen PC
- ▶ Tools: Core Temp, CPU-Z, HD Tune, Speedfan

Grafikkarten-Special

- ▶ Videos: BIOS-Modding und mehr

- ▶ Tools: GPU-Z, MSI Afterburner, Nvidia Inspector, PCGH VGA-Tool, SSAA-Tool
- ▶ PDFs: AA-Injektion, Downsampling

PCGH-Top-Videos

- ▶ PCGH in Gefahr: Monstertruck vs. PC-Gehäuse
- ▶ Geforce-BIOS tunen
- ▶ Grafikkarte per Power Target leiser machen
- ▶ PCGH baut Retro-PC
- ▶ PCGH experimentiert: Tastaturschreibtest
- ▶ Rückblick 12 Jahre PCGH
- ▶ UEFI Asus P8Z77-V Pro einstellen

- ▶ Win-7-Setup-DVD mit USB-3.0-Support

Tools

- ▶ Benchmark: Cinebench 11.5, Fraps 3.5.7, Prime95 2.77, SuperPi 1.5
- ▶ Grafik: AMD Overdrive 4.2.1, CPU-Z 0.6.4, MSI Afterburner 2.23, Nvidia Inspector 1.966, PCGH, Sapphire Trixx 4.3, SSAA-Tool,
- ▶ System: Core Temp 1.0 RC3, CPU-Z 1.61, HD Tune 2.55, Speedfan 4.46, Sysinternals Suite

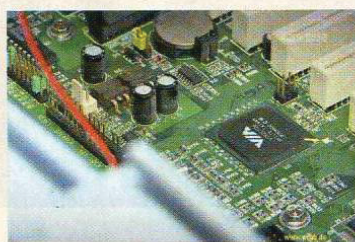
Treiber

- ▶ Catalyst 12.8 WHQL
- ▶ Geforce 304.79 Beta & 306.23 WHQL

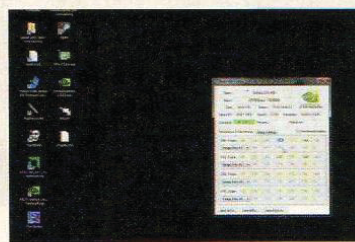
PCGH-Top-Videos



PCGH in Gefahr: Daniel Waadt lässt ein benzin-getriebenes Modellauto über PCs springen.



PCGH baut: Markus Horn baut mit dem K6-3-Rechner samt Voodoo 5 einen Retro-PC.



BIOS-Mod: Raffael Vötter zeigt, wie Sie das BIOS Ihrer Grafikkarte für mehr Leistung ändern.



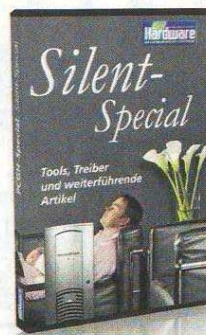
Grafikkarte leiser: Marc Sauter begrenzt die Fps-Leistung der Grafikkarte und macht sie so leiser.



BIOS-Mods, Tuning-Tools ...

Das Special der Heft-DVD bietet Ihnen den Fermi-BIOS-Editor für mehr Leistung durch BIOS-Tuning sowie Tweaking-Tools wie MSI Afterburner oder Nvidia Inspector. Zudem zeigen wir im Video das BIOS-Modding, wie Sie AA-Bits im Nvidia Inspector konfigurieren, und erklären Undervolting. Aktuelle Treiber sowie PDF-Artikel zu AA-Injektion und Downsampling runden das Special ab.

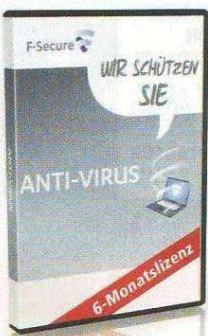
- Titel: Grafikkarten-Special
- Art: Special
- Inhalt: Videos, Treiber, Tools und PDF-Artikel



Der leise PC

Software wie Core Temp, CPU-Z, HD Tune und natürlich Speedfan gehören zur Grundausstattung für Silent-PC-Fans. Neben den Tools finden Sie auf der DVD auch zwei themenbezogene Videos: PCGH zeigt den Bau eines leisen PCs Schritt für Schritt und erklärt Kühlmethoden für Mainboards und RAM. Zahlreiche PDF-Artikel mit Tests helfen Ihnen bei der Auswahl passender Silent-Komponenten. Abgerundet wird das Special durch eine PDF-Anleitung, mit deren Hilfe Sie Ihre Grafikkarte leiser machen.

- Titel: Silent-Special
- Art: Special
- Inhalt: Videos, Tools und PDF-Artikel



F-Secure Anti-Virus 2013

PC Games Hardware bietet Ihnen auf der aktuellen Heft-DVD den Virens scanner F-Secure Anti-Virus 2013 als Vollversion für 6 Monate an. Sie müssen lediglich unter www.f-secure.com/pcgames eine Seriennummer anfordern. Die Vorgängerversionen von F-Secure Anti-Virus 2013 wurden von renommierten Testlaboren wie AV-Test aus Magdeburg fast immer mit Bestnoten ausgezeichnet. Sichern Sie Ihren Spiele-PC mit dem ressourcenschonend arbeitenden Anti-Virus 2013.

- Titel: F-Secure Anti-Virus 2013
- Art: Virens scanner
- Link: www.f-secure.com/pcgames

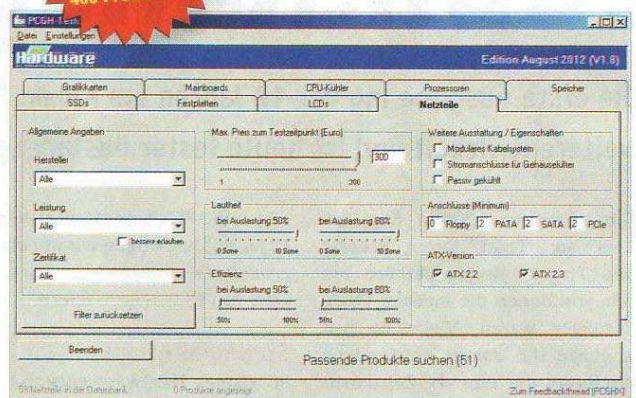


Der Virens scanner überwacht nicht nur alle Dateizugriffe, sondern bietet auch einen manuellen Scan aller angeschlossenen Laufwerke.



Die PCGH-Testdatenbank

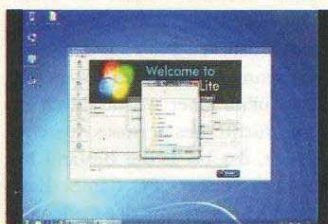
Das Tool hilft, einen Überblick über die für Sie optimale Hardware zu erhalten. Anhand Ihrer Parametervorgaben erhalten Sie eine gefilterte Liste passender Produkte aus dem Testbestand aller wichtigen Komponenten der vergangenen Jahre. Die Testdatenbank gibt DVD-Plus-Lesern exklusiven Zugriff auf Testergebnisse von Grafikkarten, Mainboards, Prozessoren, CPU-Kühlern, RAM, SSDs, HDDs, LCDs und Netzteilen. Sie können die Daten nach Preis, Kapazität, Schnittstelle und weiteren gewünschten Kriterien filtern. Zudem finden Sie hinter jedem Produkt den Direktlink zum PCGH-Preisvergleich.



Auf der Suche nach neuen PC-Komponenten? Von Grafikkarten über Mainboards, CPUs samt Kühlern und SSDs/HDDs bis hin zu RAM, LCDs und Netzteilen: Die PCGH-Testdatenbank hilft.



PCGH experimentiert: Frank Stöwer lässt Kollegen an verschiedenen Tastaturen um die Wette tippen.



Windows-7-Setup-DVD: USB-3.0-Support und alle Updates gleich in die Win-7-DVD einbauen.



12 Jahre PCGH: Wir werfen einen Blick auf die IT-Highlights der letzten zwölf Jahre.



Asus P8Z77-V Pro: Daniel Möllendorf zeigt Ihnen die optimalen UEFI-Einstellungen.

12 Jahre PCGH



PC Games Hardware feiert mit dieser Ausgabe den 12. Geburtstag.

Jubiläumsgewinnspiel

Die erste Ausgabe lag vor 12 Jahren am Kiosk. Seit dieser Zeit hat sich PC Games Hardware stetig weiterentwickelt und ist heute fester Bestandteil im IT-Zeitschriftenmarkt.

Im Sommer 2000 fing alles an: Thilo Bayer scharte eine Truppe Jungredakteure um sich, von denen die meisten Quereinsteiger waren. Vielleicht war es genau die daraus entstandene Mischung, die eine PC-Zeitschrift wachsen ließ, die sich von anderen damals erhältlichen Magazinen abhob. Im Mittelpunkt der PC Games Hardware standen von Anfang an die Spieler, die sich mit der eigenen Hardware auseinandersetzen wollten. Mit diesem Heft (11/2012)

gibt es die PC Games Hardware nun 12 Jahre. Dies wollen wir mit einem großen Gewinnspiel im Gesamtwert von 18.000 Euro feiern.

So fing alles an!

PC Games Hardware entstand vor allem deshalb, weil ein Sonderheft zum Thema 3D anno 1999 sehr erfolgreich war. Das Special erschien unter der Flagge des Magazins PC Games und beleuchtete damals aktuelle Grafikkarten und 3D-Spiele. Die Verlagsleitung nahm den Erfolg der

Sonderpublikation zum Anlass, Thilo Bayer die Ausarbeitung eines Heftkonzeptes zu übertragen. Damals war auch Armin Lenz, Redakteur der ersten Stunde, in die Entwicklung des Konzeptes eingebunden. Parallel zu den Hardware-Artikeln in PC Games und PC ACTION wurde eine sogenannte Nullnummer produziert, die potenziellen Anzeigenkunden vorgelegt wurde. Das Feedback war damals so gut, dass das erste echte Heft in Produktion ging. In einer Nacht-und-Nebel-Aktion wurde in letzter Minute das Layout umgeschmissen, um dann mit der Erstausgabe 11/2000 auf den Markt zu kommen. Die verspielte Optik der Nullnummer wurde durch ein eher nüchternes, seriöses Aussehen ersetzt, das bis heute Bestand hat. Lange Zeit war „PC Games Hardware“ übrigens nur der Codename für das Heft. Eigentlich war geplant, einen komplett eigenständigen Produktnamen für das Magazin zu fin-

den. Im Gespräch waren „PC Fun“ oder „Hardware-Tipps“. Am Ende waren sich aber alle einig, dass der Codename einfach die beste Lösung darstellte.

Teilnahme am Gewinnspiel

Geben Sie die Antwort auf die Frage „Seit wann erscheint PC Games Hardware?“ auf unserer Facebook-Seite unter www.pcgh.de/go/gewinnspiel ein oder schicken Sie die Antwort per E-Mail mit dem Betreff „Gewinnspiel 11/2012“ an gewinnspiel@pcgh.de. Sie können auch per Post teilnehmen, die Anschrift finden Sie auf Seite 145.

Teilnahmeschluss ist der 6.11.2012. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen, die Gewinnbenachrichtigung erfolgt schriftlich oder telefonisch. Mitarbeiter der Sponsoren und der COMPUTEC MEDIA AG sowie deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen. (ma)

Video auf Heft-DVD



Im Video auf der aktuellen Heft-DVD blicken wir auf die Highlights der letzten 12 Jahre IT-Geschichte zurück und schauen zusammen in die damaligen Hefte beziehungsweise Artikel. Kommentiert wird der kurze Film vom ehemaligen Redakteur Henner Schröder.



Enermax

Das Triathlor 550W ist der neue Langläufer für Spiele-PCs. Das Enermax-Netzteil überzeugt wie gewohnt durch hochwertige Bauteile, stabile Spannungen und einen flüsterleisen Lüfter.



12x



12x



Kraftkühlung für Mehrkernprozessoren. Mit dem brandneuen ELC120-TA präsentiert Enermax einen leistungsfähigen und leisen Kompaktkühler für alle aktuellen AMD- und Intel-Sockel. Neuartiges, patentiertes QSC-Kühlplattendesign und innovative Tri-Cooling-Funktion sorgen für individuelle Anpassung der Kühlleistung.

BORN TO BE FAST

Z77^{OC} FORMULA

FORMULA

- DIGITAL POWER DESIGN
- DUAL-STACK MOSFET
- PREMIUM SPULE (PAC)
- PREMIUM KONDENSATOREN
- TWIN-POWER COOLING
(WASSER- UND LÜFTKÜHLUNG)
- 8-LAGEN-PLATINE, 4 x 70 µm KUPFERLAGEN



Z77 OC Formula

Entworfen von Welt Overclocking-Champion Nick Shih

Nick Shih

QR Code für das
ASRock Z77 OC Formula



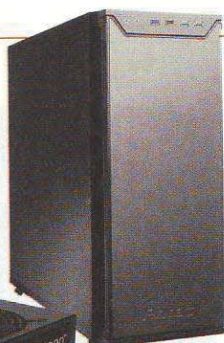
ASRock
www.asrock.com

Antec

Das hochwertige Bundle besteht aus dem Gehäuse P280, dem Netzteil HCP Platinum 1000W und dem Kompaktkühler H2O 920.



1x



Eizo

Zusammen mit Eizo verlosen wir zweimal den FORIS FS2333. Das 23-Zoll-LCD arbeitet mit IPS-Panel und verbessert das Bild dank Smart Insight und Power Gamma sichtbar.



EIZO

2x



Aquatuning

Bei den hochwertigen Preisen von Aquatuning handelt es sich um drei verschiedene 360er Wasserkühlungssets „Special Phobya Performance Kits“ für die Sockeltypen 1366/2011, 1156/1155 und AM2/AM3 sowie zwei RGB-LED-Flexlights und einem 1080er-Radiator mit vier passenden 180er-Phobya-Lüftern.



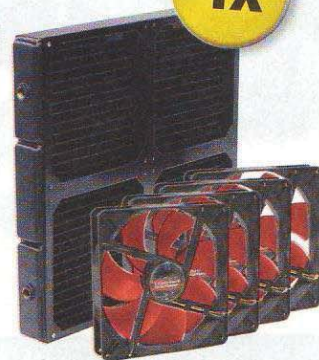
3x



2x



1x



Lepa

Maximale Power und hochleistungsfähige Kühlung von LEPA: Der Markenhersteller präsentiert die nächste Netzteilgeneration mit dem stabilen Kraftpaket B650 und dem hocheffizienten und semipassiven G750 (80 PLUS® Gold zertifiziert). Einen hohen statischen Druck bei leisem Betrieb bietet der neue LEPA-Vortex-12-cm-Lüfter.

12x



12x



12x



Corsair: Komplett-PC

Der PC im Wert von rund 1.500 Euro verfügt über einen AMD-FX-Prozessor, das Mainboard Asus Sabertooth 990FX, ein Corsair-600TM-Gehäuse, den Corsair Hydro CPU Cooler sowie das Netzteil Corsair Gaming Series.

Zudem arbeiten im PC eine AMD Radeon HD7950 „FLEX Edition with 3GB“, Corsair Force GS SSD sowie Corsair Vengeance 8 GB RAM. Die Peripherie besteht aus Corsair FPS Gaming Keyboard, M60 FPS Gaming Mouse und Vengeance 2000 Wireless Headset.



Corsair

Das Corsair AX1200i gehört zu den aktuell besten Netzteilen am Markt. Es leistet bis zu 1.200 Watt und ist 80-Plus-Platin-zertifiziert.

Zudem gibt es jeweils zweimal die superschnelle SSD Corsair Neutron mit 120 GByte Kapazität sowie das Headset Vengeance 2000, die Tastatur K90 und die Maus M90 zu gewinnen.



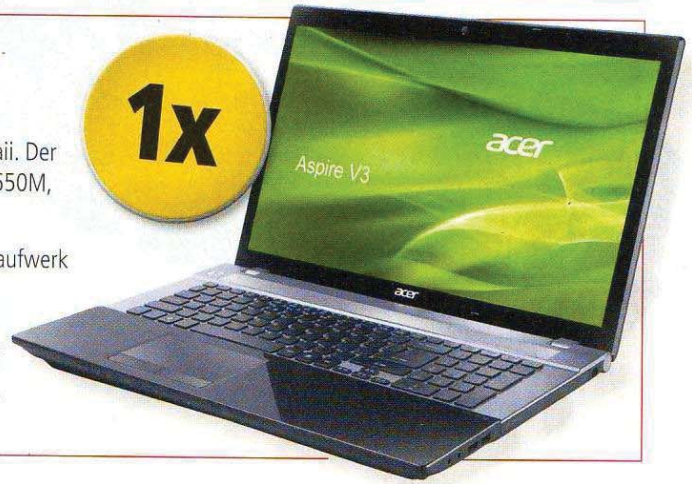
Acer

Zusammen mit Acer verlosen wir das Notebook Aspire V3-771G-53218G75Maii. Der 17-Zoll-Laptop arbeitet mit Intel Core i5-3210M sowie der Nvidia GeForce GT650M, sodass Sie mit dem mobilen PC auch spielen können.

Weitere Ausstattungsmerkmale sind 8 GiByte RAM, 750-GB-Festplatte, DVD-Laufwerk sowie WLAN und Bluetooth.



Weitere Informationen finden Sie unter www.acer.de oder auf Facebook unter www.facebook.com/acer.deutschland.



Speedlink

Genießen Sie brillante Höhen, spüren Sie intensive Bässe – und hören Sie genau, woher sie kommen: Das MEDUSA NX 5.1 Gaming Headset liefert nicht nur feinsten Klang, es erlaubt dank der insgesamt acht integrierten Lautsprecher und Subwoofer auch eine räumliche Ortung der Geräuschquelle. Überlassen Sie nichts dem Zufall:

Die KUDOS RS Gaming Mouse passt sich perfekt den Ansprüchen professioneller Gamer an, ob Low- oder High-Senser.



10x

10x




Seasonic

Das Seasonic Platinum P-1000 bietet 1.000 Watt, ist vollmodular und 80-Plus-Platin-zertifiziert. Zudem gewährt Seasonic 7 Jahre Garantie auf dieses High-End-Netzteil.

Das Seasonic G-Serie G-550 hingegen leistet 550 Watt und verfügt über das 80-Plus-Gold-Siegel. Die Kabel sind teilweise abnehmbar und Seasonic gewährt 5 Jahre Garantie.



3x



3x



Roccat

Zusammen mit Roccat verlosen wir zehn Pakete für Spieler im Wert von jeweils rund 190 Euro: Ein Set beinhaltet die nagelneue Kone XTD Max Performance Gaming Mouse, ein Isku Illuminated Gaming Keyboard sowie das Sense Chrome High Precision Gaming Mousepad.

Zusätzlich verlosen wir noch zehn ROCCAT Caps unter allen Gewinnspielteilnehmern.

10x



ROCCAT
SET THE RULES

Caseking

Mit Caseking können Sie Gehäuse, Gaming-Zubehör, Kühler und vieles mehr gewinnen. Es werden unter anderem die Produkte OZONE RADON 5K Gaming Maus, STRATOevo Gaming Headset und STRIKE Gaming Tastatur verlost.

Zudem gibt es von BitFenix das Prodigy Mini-ITX Gehäuse und Ghost Midi-Tower (schallgedämmt). Alpenföhn ist mit dem Matterhorn Shamrock Edition, der „Alpine Touch“-Lüftersteuerung und mehr dabei. Xigmatek sponsert Asgard 381 Midi-Tower, Netzteile und einiges mehr.

je 1x



je 1x



je 1x



je 1x



CASEKING.de

Sapphire

Die High-End-Grafikkarte Sapphire Toxic HD 7970 GHz Edition 6 GB führt aktuell den PCGH-Einkaufsführer an und gehört damit zu den besten 3D-Beschleunigern im deutschen Markt.

1x



SAPPHIRE



SteelSeries

Gewinnen Sie mit etwas Glück eines der drei Gaming-Sets bestehend aus SteelSeries „Siberia v2 Frost Blue“-Gaming-Headset, Sensei-Gaming-Laser-Maus und „Qck+ SK Gaming“-Mauspad.

3x

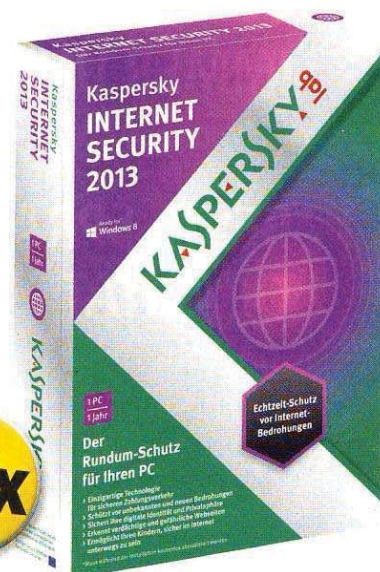


steelseries

Kaspersky

Sichern Sie Ihren Rechner mit der Kaspersky Internet Security 2013 gegen elektronische Schädlinge! PCGH und Kaspersky verlosen unter allen Teilnehmern 25 Pakete der hervorragenden Sicherheitssoftware, die auch über einen Gaming-Modus verfügt. Kaspersky Internet Security 2013 wird im Hintergrund ausgeführt und bewahrt Sie, Ihre Kinder und Ihren PC durch leistungsstarke Schutztechnologien sowohl vor bekannten als auch noch unbekannten Internet-Bedrohungen.

25x



KASPERSKY

WERBUNG

WERBUNG

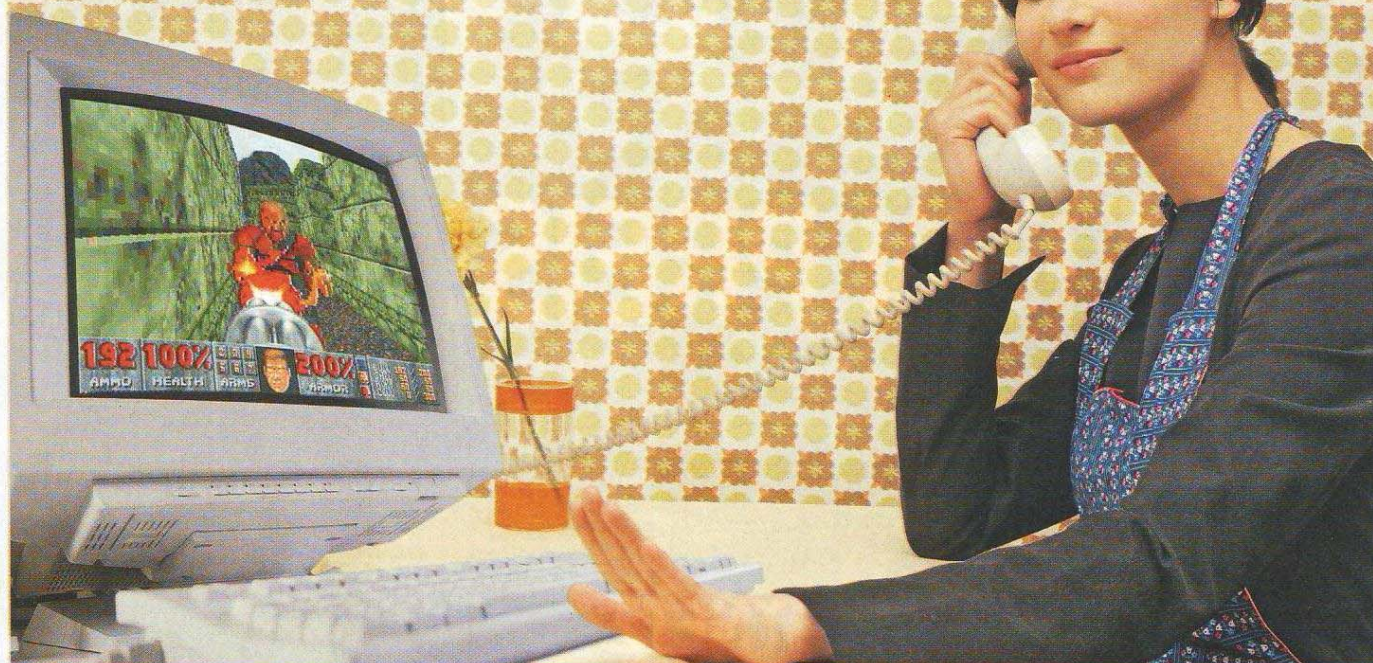


Bild: AdBox, MEV

Für wenig Geld auf dem optimalen Zweit-PC Spieleklassiker genießen

Retro – aber richtig

Die Retro-Welle greift um sich und altherwürdige Klassiker am PC laden zum erneuten Spielen ein.

Wir zeigen Ihnen, was Sie für den ultimativen Retro-PC alles brauchen, und liefern die Bauanleitung.

Retro liegt voll im Trend. Getreu dem Motto „Früher war alles besser“ erinnern sich immer mehr Gamer wieder an die glorreichen Spielejahre vor dem Millennium und legen Hand an die (hoffentlich) eingemottete Hard- und Software. Auch einige Hersteller haben die Rückbesinnung auf die liebege-wonnene Ära erkannt und zollen dieser mit teilweise eigenwilligen Kreationen ihren Respekt. So wür-

digte Hersteller Commodore jüngst den C64 mit einer Neuauflage, die unter der Haube moderne Hardware verbaut hat, aber optisch dem Brotkasten nachempfunden ist. Im Spielesegment sieht es nicht anders aus. Viele Händler haben das Retro-Potenzial erkannt und bieten wieder alte Klassiker in ihrem Programm an. Absoluter Platzhirsch ist hier momentan die Spieleplattform GOG.com (Good Old Games). Die

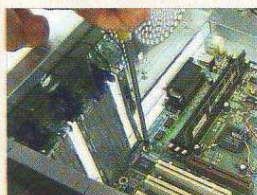
vom polnischen Entwickler CD Projekt gegründete Online-Vertriebsplattform konzentriert sich voll auf die geliebten Klassiker und wertet diese mit der Kompatibilität zu aktuellen Windows-Versionen und mit beigelegten Soundtracks auf. Außerdem verzichtet der Publisher auf die heutzutage üblichen DRM-Maßnahmen. Im Konsolenbereich werfen Hersteller vermehrt Spielesammlungen von 8-, 16- und 32-Bit-Klassikern auf den Markt und auf der Crowdfunding-Plattform Kickstarter buhlt eine Vielzahl an Spielen um die Spendergunst, die visuell so gar nichts mehr mit den Hochglanztiteln der millionenschweren AAA-Riege gemein haben. Trotz des grafischen Minimalismus kommen mitunter an einem halben Tag über eine halbe Million US-Dollar an Spendengeldern für ein solches Spiel

zusammen, wie zuletzt *Homestuck Adventure Game* auf Kickstarter eindrucksvoll bewies.

Retro-Schnäppchen

Sollten bei Ihnen nun auch die Erinnerungen an Ihre alten Spielie-lieb-linge zurückkehren und die Lust auf ein erneutes Durchspielen aufkeimen, dann sind Sie in guter Gesellschaft. Auf Online-Marktplätzen wie Ebay, Amazon und Quoka wird regelmäßig Hardware aus dem letzten Jahrtausend zum Kauf angeboten. In vielen Fällen lässt sich mit etwas Geduld und einer guten Portion Glück so manches Schnäppchen machen. Teilweise lassen sich komplette Retro-PCs unter 20 Euro ergattern und belasten damit Ihren Geldbeutel nur marginal. Natürlich muss man nicht zwingend nach vollständigen Systemen Ausschau halten. Ein Vorteil der Komplett-

Video auf Heft-DVD



Auf der Heft-DVD zeigen wir in bewegten Bildern den Zusammenbau des PCGH-Retro-PCs und geben zahlreiche Tipps und Kniffe, die zu beachten sind. Außerdem starten wir zum Abschluss noch einen echten 3D-Klassiker des letzten Jahrtausends, der vor allem grafisch für Furore sorgte.





PCs lässt sich jedoch nicht von der Hand weisen: Die Bauteile sind in der Regel aufeinander abgestimmt und funktionieren dementsprechend auch tadellos. Kompatibilitäts- und Funktionsprobleme lassen sich so im Vorfeld vermeiden.

Do it yourself

Viel interessanter und spannender ist es aber naturgemäß, sich seinen Retro-PC selbst zusammenzustellen und in akribischer Feinarbeit aus ausgewählten Komponenten zusammenzubasteln. Die Auswahl an Retro-Hardware ist außerdem riesig und lädt nicht nur immer wieder zum stundenlangen Stöbern auf den bekannten Online-Marktplätzen ein, sondern lässt einen nach alten Hard- und Software-Schätzen in der heimischen Abstellkammer suchen. Aber nach welchen Kriterien sollte die Hardware präselektiert werden? Die Frage lässt sich durch eine weitere unabdingbare Komponente deutlich eingrenzen.

Das richtige Windows

Richtig alte Hardware wird normalerweise von aktuellen Betriebssystemen wie Windows XP, Vista oder 7 automatisch erkannt und installiert. Allerdings laufen nicht alle alten Spieleklassiker auf den modernen Windows-Versionen. Das Betriebssystem sollte im Idealfall daher wirklich alle alten Titel abspielen können und auch Klassiker aus DOS-Zeiten problemlos zum Laufen animieren. Zur Auswahl stehen daher alle Windows-Versionen, die noch auf DOS als Fundament vertrauten. Windows 2000 und XP basieren auf dem Kernel von Windows NT, Windows Me wurde der DOS-Modus entzogen und sorgte eher für Negativschlagzeilen, also bleibt als modernstes Windows mit DOS-Fundament nur Windows 98 in der Second Edition. Alte Windows-Hasen erinnern sich daher auch sicherlich noch an die Übergangsphase von Windows 98 auf Windows XP. Da sich unter XP einige alte Spiele (trotz aktiviertem Kompatibilitätsmodus) nicht installieren oder ausführen ließen, setzen viele auf ein Dual-Boot-System mit beiden Windows-Versionen.

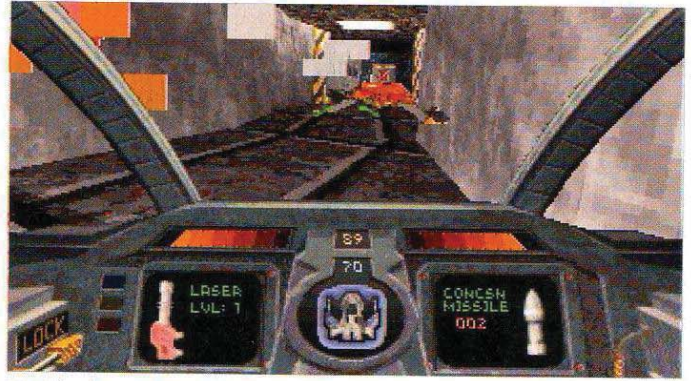
Für unseren Retro-PC benötigen wir jedoch nur Windows 98 SE.

Die passenden Treiber

Einen Haken hat es jedoch, auf ein solch altes Betriebssystem zu setzen: Der Software- und Treiber-Support seitens Microsoft und den Hardware-Herstellern ist schon seit Jahren erloschen. Die einzige Hilfe sind hier Hobby-Programmierer und Webseiten, die noch Treiber für Windows 98 zum Download anbieten. Die Suche kann recht zeitaufwendig und anstrengend werden, die volle Funktion ist außerdem nicht immer garantiert. Glücklicherweise kann man sich schätzen, wer noch über die Hardware und die mitgelieferten Treiber-CDs verfügt oder sich ein privates Treiber-Archiv angelegt hat. Hier muss man nicht zwingend die neuesten Treiber installieren; mit stabilen Original-Treibern fährt man normalerweise sehr gut. Bei Herstellern, die derzeit noch fleißig im Geschäft sind, lohnt sich meist ein Blick auf deren Homepage. Außer bei der Suche nach Software für AMD-7xx-Chipsätze (Sockel 462/A) wurden wir fast immer fündig. In unserer Tabelle rechts bekommen Sie einen guten Überblick über Treiberquellen für Mainboards, Grafik-, Sound- sowie Netzwerkkarten.

Grafik- & Sound-Treiber

Nvidia und Ati/AMD bieten auf ihren Webseiten noch Grafiktreiber für Windows 98 an, ebenso sieht es bei S3 oder Matrox aus. Besitzer des Ende 2000 von Nvidia übernommenen Grafikkartenherstellers 3dfx müssen etwas genauer suchen, werden aber auf Fan-Webseiten wie Voodooalert fündig. Hier gibt es neben Original-Treibern auch von Hobby-Entwicklern programmierte Versionen, die die 3dfx-Karten nicht nur unter Windows 98, sondern auch unter neueren Windows-Versionen lauffähig machen. Bei älteren Soundkarten war es teilweise etwas schwieriger. Besitzer einer Soundblaster-Karte von Creative werfen einen Blick auf die Webseite des Herstellers, alte Guillemot- oder Terratec-Karten mit Yamaha- oder Crystal-Soundchip werden



DOS-Klassiker wie Descent (Bild) verlangen nach MS-DOS oder zumindest Windows 98. Läuft das Spiel zu schnell, helfen die Programme Softwarebremse bzw. Slowdown.

Links zu Windows-98-Treibern

Hersteller	Komponente	Adresse
3dfx	Grafikkarte	www.voodooalert.de/de/content/downloads/treiber
Ati	Grafikkarte	support.amd.com/de/Pages/AMDSupportHub.aspx
S3	Grafikkarte	www.s3graphics.com/en/drivers/legacy_software_archive.aspx
Matrox	Grafikkarte	www.matrox.com/graphics/de/support/drivers/latest/
Nvidia	Grafikkarte	nvidia.de/object/win9x_archive_de
VIA	Mainboard	de.viatech.com/de/support/drivers.jsp
SIS	Mainboard	w3.sis.com/download
ULi/ALi	Mainboard	www.nvidia.com/page/uli_drivers
Intel	Mainboard, NIC	downloadcenter.intel.com
3Com	NIC	www.systemhaus-brandenburg.de/download/treiber/3com/3com.html
Creative	Soundkarte	support.creative.com/Products/product_list.aspx?catID=1&CatName=Sound+Blaster
Terratec	Soundkarte	ftp://ftp.terratec.net/Audio/
Guillemot	Soundkarte	www.guillemot.com/index.php?option=com_content&task=section&id=7&Itemid=32
Realtek	Soundkarte, NIC	www.realtek.com.tw/downloads

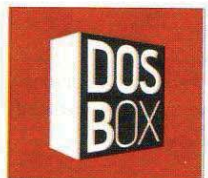
Retro-Spiele ohne Retro-PC

DOSBox

Die DOS-Klassiker liegen originalverpackt zu Hause, aber weit und breit ist kein tauglicher Rechner zu sehen? Kein Problem. Mit der Open-Source-Software DOSBox emulieren Sie auf moderner Hardware und unter Win 7 oder 8 eine DOS-Umgebung, mit der sich nahezu alle DOS-Spiele ausführen lassen. Individuelle Einstellungen lassen sich in einer Konfigurationsdatei vornehmen.

GOG.com

Das Spieleportal GOG.com mausert sich immer mehr zum Eldorado für Nostalgiker: Auf dem Retro-Pendant zu Steam, Origin & Co. tummeln sich zahlreiche Klassiker der letzten 20 Jahre für wenig Geld. Weiterer Vorteil: Die Spiele laufen nicht nur unter neuen Windows-Versionen – die Anbieter legen auch Goodies wie Soundtracks bei und verzichten auf DRM-Maßnahmen.



Quelle: GOG.com

Seasonic

X

SERIES

1050 / 1250W

X-1050 and X-1250 are now available

ALTERNATE ARLT

ATELCO

cyberport

d

digitec.ch

DiTech

Mindfactory

SNOGARD

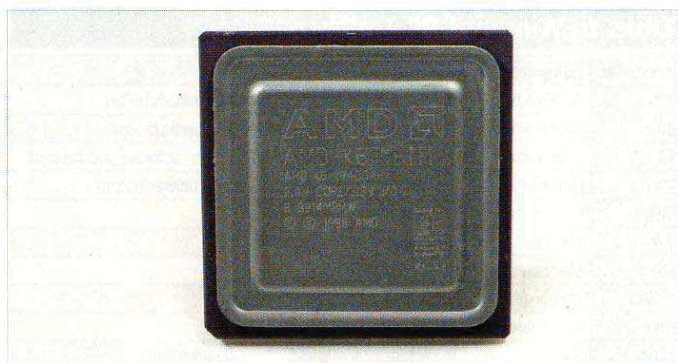
SCHWARTZ

COMPUTER

80 PLUS GOLD



Qual der Wahl: 3dfx, Matrox, ATI oder Nvidia? Wir entscheiden uns für die vielseitige Voodoo 5 5500. Ein gute Alternative ist eine Geforce 256 mit Voodoo-Add-on-Karte.



Zweiter wichtiger Leistungsfaktor ist der verbaute Prozessor. Mit dem AMD K6-III 400, den wir gleich auf 450 MHz übertakten, kommt echtes Sockel-7-Retro-Feeling auf.



Das Netzteil ist die einzige Komponente, bei der nicht unbedingt auf das Alter geachtet werden sollte. Hier zählt ausschließlich eine stabile Stromversorgung.



Echte Retro-Gehäuse sind schwer zu bekommen. Ein moderner Tower erfüllt natürlich ebenso seinen Zweck, dafür versprüht die Optik weniger Nostalgie.

nicht mehr direkt im Produktfolio der Homepage angezeigt, dennoch bieten auch diese Hersteller passende Windows-98-Treiber an.

CPU, RAM & Grafikkarte

Sollen ausschließlich Spiele unter DOS laufen, reicht schon ein 486DX2 mit 66 MHz und installiertem MS-DOS. Damit deckt man aber nicht annähernd das Potenzial eines ultimativen Retro-PCs ab. Da die Software-Grenze hinsichtlich der Spiele-Kompatibilität in etwa mit dem Release von Windows XP anno 2001 gezogen wurde, sollte auch die Hardware aus dieser Epoche stammen. Vom Methusalem Sockel 7 über den Slot 1 und A bis hin zum Sockel 370 und 462/A reicht die passende Auswahl. Als Prozessoren stehen dementsprechend AMD K6-III, Pentium II/III, Celeron sowie AMD Athlon und Duron zur Verfügung. Der Speicherausbau sollte maximal 512 Megabyte SDRAM betragen. Prüfen Sie vor dem Einbau die unterstützten SDRAM-Taktfrequenzen des Mainboard-Chipsatzes (66, 100 und 133 MHz). Je nach Leistung der CPU ist eine Kombination mit unterschiedlichen Grafikkarten sinnvoll. Nvidia-Jünger ziehen eine Riva TNT 2 oder Geforce 256 vor, Verfechter der brillanten 2D-Bildqualität von Matrox-Karten bauen sich eine Matrox Millennium G400 oder die neuere Parhelia in den Tower.

IDE-Laufwerke

Bevor SSD, Festplatte und optisches Laufwerk per SATA-Schnittstelle mit der Hauptplatine verbunden wurden, war der Anschluss über IDE (auch PATA genannt) und in Ausnahmefällen per SCSI-Schnittstelle üblich. SCSI-Geräte wurden aufgrund der höheren Übertragungsrate und dem damals möglichen Anschluss von bis zu 15 Geräten gleichzeitig bevorzugt in der professionellen IT oder bei gut betuchten Privatanwendern verwendet. In normalen Systemen waren aber die günstigeren IDE-Laufwerke üblich. Mit der Weiterentwicklung des verwendeten UDMA-Standards wurde die Transferrate von anfangs theoretischen 33 MByte/s (UDMA 33) auf bis zu 133 MByte/s (UDMA 133) angehoben. War der DMA-Modus (Direct Memory Access) des IDE-Controllers im Gerätemanager nicht aktiviert, lief Windows nur noch im Schneckentempo. Ältere Mainboards verfügen meist über zwei IDE-Anschlüsse, an denen je-

weils zwei Laufwerke angeschlossen werden können. Mit zusätzlichen Controller-Karten lässt sich die Zahl der Anschlüsse ausbauen. Werden zwei Laufwerke an einem IDE-Kabel betrieben, muss per Jumper jeweils ein Laufwerk als „Master“ und das andere als „Slave“ konfiguriert werden. Alternativ bleibt die Option „Cable Select“. Außerdem empfiehlt es sich, unterschiedlich schnelle Laufwerke an separaten IDE-Anschlüssen des Mainboards zu verwenden. Ansonsten wird das schnellere Laufwerk auf die Geschwindigkeit des langsameren gedrosselt.

Win 98, USB & Updates

Zu Zeiten von Windows 98 hatte sich zwar der „Universal Serial Bus“ bereits als zukünftige Peripherie-Schnittstelle durchgesetzt, die sofortige Erkennung und Funktion der angeschlossenen Geräte war aber auch beim USB reine Utopie. Sollten Sie vorhaben, Treiber und Spiele mit einem USB-Stick auf Ihren Retro-PC zu übertragen, könnte dies der erste Stolperstein werden. Brennen Sie lieber alle benötigten Dateien auf eine CD oder DVD. Damit ersparen Sie sich den Frust bei der Suche nach einem Treiber für Ihren Stick. Joysticks, Gamepads und Lenkräder von damals werden ohnehin bevorzugt über den Gameport an der Soundkarte angeschlossen. Eine beiliegende Treiber-CD entbindet Sie wiederum von der Suche im Internet. Steuern Sie lieber mit Maus und Tastatur, sind Sie auf der sicheren Seite. Gehen Sie für die Treibersuche aber bevorzugt über Ihren aktuellen Haupt-PC ins Internet: Windows 98 erhält weder neue Sicherheits-Updates von Microsoft noch gibt es aktuelle Antivirenprogramme, die sich installieren lassen. Ist Ihr Retro-PC im heimischen LAN angeschlossen, nutzen Sie ihn am besten nur zum lokalen Spiel oder für eine entspannte LAN-Session mit Freunden. (mh)

Fazit

Hardware

Nostalgie pur

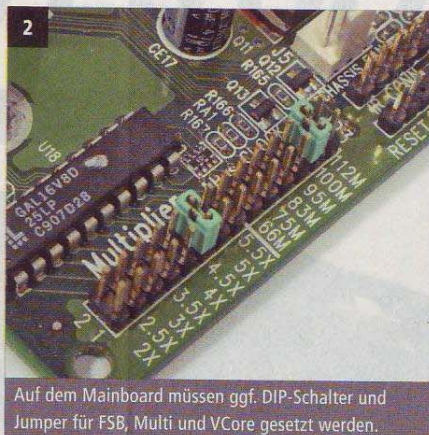
Die Arbeiten an einem Retro-PC machen unglaublich viel Spaß. Nicht nur das fertige Ergebnis, sondern der Weg zum letztendlich funktionierenden System lässt jedes Retro-Herz frohlocken. Wenn dann die Spieleklassiker unverfälscht auf der greisen Hardware laufen, weiß man, dass sich der Aufwand gelohnt hat. Unbedingt nachmachen!



Zusammenbau unseres Retro-PCs



Im ersten Schritt sollte das Netzteil montiert werden, um Beschädigungen der restlichen Hardware zu vermeiden.



Auf dem Mainboard müssen ggf. DIP-Schalter und Jumper für FSB, Multi und VCore gesetzt werden.



IDE-Laufwerke am selben Datenkabel (HDD, DVD-ROM) müssen auf Master und Slave gejumpert werden.



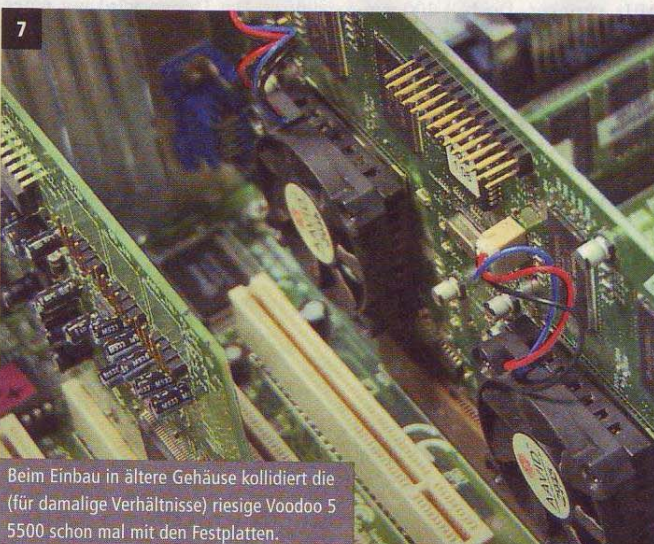
Gebrauchten Mainboards fehlt oft die I/O-Blende. Die Optik leidet darunter zwar etwas, auf die volle Funktion der Anschlüsse hat dies aber keinen Einfluss.



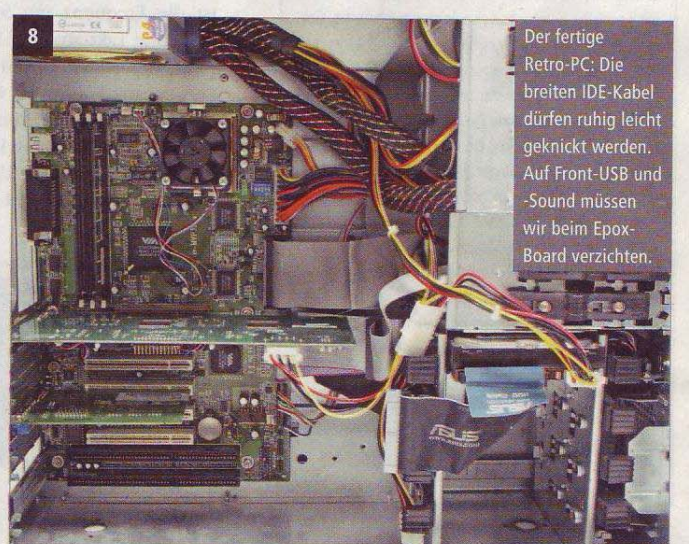
Für Musik-CDs müssen Sie ggf. ein Audiokabel am Laufwerk und dem CD_IN der Soundkarte anschließen.



Kein Retro-PC ohne Floppy: Die rote Markierung des Datenkabels muss zum Stromanschluss zeigen.



Beim Einbau in ältere Gehäuse kollidiert die (für damalige Verhältnisse) riesige Voodoo 5 5500 schon mal mit den Festplatten.



Der fertige Retro-PC: Die breiten IDE-Kabel dürfen ruhig leicht geknickt werden. Auf Front-USB und -Sound müssen wir beim Epox-Board verzichten.

Seasonic

PLATINUM
POWER SUPPLY SERIES

860W / 1000W

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

80
PLUS
PLATINUM

ALTERNATE ARLT

ATELCO Computer

cyberport

d

digitec.ch

DiTech

Mindfactory.de

SNOGARD

SCHWARTZHAAR COMPUTER

Grafikkarten

Grafikkarten, VGA-Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte

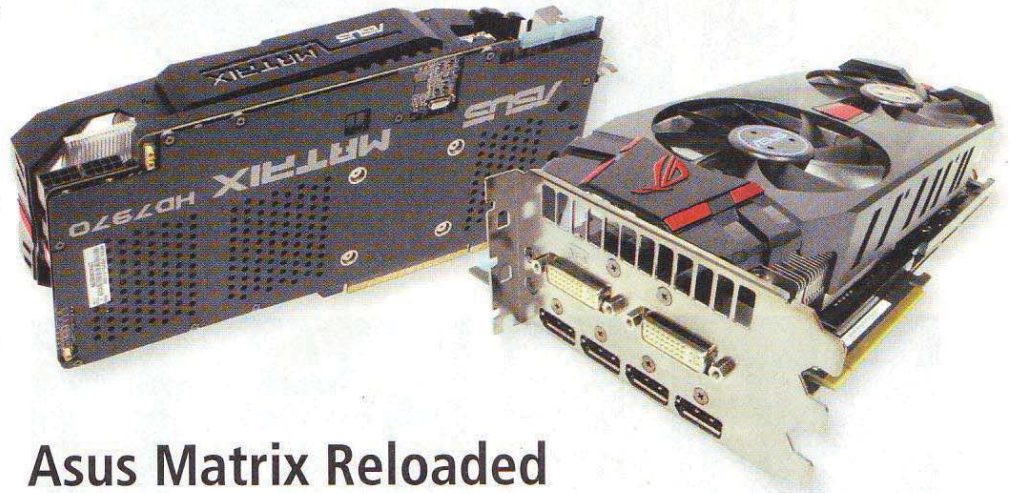


Carsten Spille
Fachbereich Grafikkarten
E-Mail: cs@pcgh.de

Kommentar

Prozessorgrafik ist im Kommen – und damit ist nicht (nur) Xeon Phi aka Larrabee gemeint.

Auf dem IDF gewährte Intel wie gewohnt Ausblicke auf kommende CPU-Modellreihen. Schon beim Schritt von Sandy auf Ivy Bridge galt das Hauptaugenmerk der integrierten Grafik – von Intel „Processor Graphics“, bei AMD in Kombination mit den x86-Kernen APU genannt. Für die 2013 kommende Haswell-Generation wurde zwar auch die CPU stark überarbeitet, aber die Grafik machte besonders in der höchsten Ausbaustufe „GT3“ erneut einen großen Sprung. *Skyrim* auf hohen Details flüssig spielbar – das ist schon nicht von schlechten Eltern. Und für AMD wie auch für Nvidia Anlass zur Sorge. Denn Intels x86-Konkurrent will sich künftig über die integrierte, auch zu Co-Prozessorzwecken nutzbare Radeon-Grafik definieren, während Nvidia nach wie vor spezielle, vergleichsweise leistungsschwache Grafikchips für den Einsteigermarkt entwickelt (oder aus alten Generationen übernimmt). Beide werden sich etwas einfallen lassen müssen, denn ab Mitte 2013 wird es für die wachsende Zielgruppe der Casual Gamer und auch für viele Zocker, die ohne Bildverbesserer wie Antialiasing oder anisotrope Filterung die üblichen Konsolenports spielen, kaum noch einen Grund geben, zu einer dedizierten Grafikkarte zu greifen – wie sich die APUs schlagen werden, hängt von AMDs Integration der GCN-Architektur und natürlich von CPU-Leistung und -Effizienz ab. Bestenfalls steigt das Leistungsniveau der Einsteigergrafik drastisch an, oder aber AMD und Nvidia werden zu Nischenherstellern für Hardcore-Gamer und Server-Bauteile. Dafür bräuchte Intel den Larrabee-Enkel Xeon Phi nicht mal als Grafikbeschleuniger vermarkten.



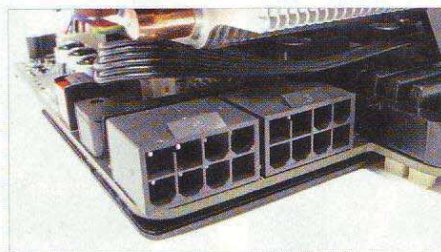
Asus Matrix Reloaded

Lange nach der mächtigen MSI R7970 Lightning ist Asus' Antwort erhältlich. Wir testen das Flaggschiff HD 7970 Matrix Platinum.

Das Power-Design aus den Asus-Laboren ist in zwei Versionen erhältlich: Als Matrix HD 7970 mit 1.050/3.300 MHz (GPU/VRAM) und als Matrix Platinum mit 1.100/3.300 MHz. Hierbei handelt es sich jeweils um die Boost-Taktraten; wird die GPU zu warm oder stark ausgelastet, ist die Frequenz um 50 MHz geringer. Doch der hohe Takt ab Werk ist nur ein Nebenschauplatz, denn Platine und Kühlung bieten einige Spezialfunktionen. Da wären die insgesamt 20 Wandlerphasen für die GPU nebst Hightech-Kondensatoren – Bauteile, die vor allem Extrem-Übertakter erfreuen. Um diesen Anspruch zu unterstreichen, verfügt die Karte wie ihre Ma-

trix-Vorgänger über einen roten „Panikknopf“ am Heck, welcher auf Druck 100 Prozent Lüfterdrehzahl aktiviert. Das ist nützlich, wenn es beim Übertakten mal heiß hergeht. Plus- und Minus-Buttons erlauben unmittelbare Änderungen der GPU-Spannung, alternativ führen Sie das Tuning mithilfe des Asus-Tools GPU-Tweak durch.

Auch für Hobby-Übertakter interessant ist der rund drei Slots breite Kühler inklusive zweier 100-mm-Axiallüfter. Das Design wird mit einer Backplate komplettiert und arbeitet im Kurztest hörbar leiser als andere GHz-Editionen der HD 7970, außerdem bleibt die GPU bei sehr guten 68 °C. Als besonderes Schmankerl stellt die Karte an ihrer Oberseite die Auslastung zur Schau. Den kompletten Test der Matrix HD 7970 Platinum lesen Sie in der kommenden PCGH. (ru)



CASEKING.de

präsentiert:

AMD Radeon™ GAMING Bundles

Ab sofort gibt es bei Caseking.de zu jeder Radeon™ Grafikkarte der HD 7800 und HD 7900 Serie **Sleeping Dogs** und drei weitere Spiele (**Dirt Showdown**, **Deus Ex 3** & **Nexuiz**) **GRATIS** dazu!

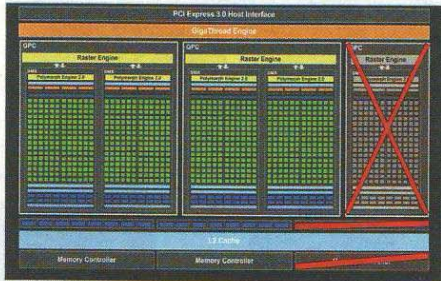
SLEEPING DOGS & DREI SPIELE GRATIS ZUR RADEON™ HD 7800 & 7900 SERIE



www.caseking.de

Geforce GTX 650 Ti am 9.10.?

In Nvidias Kepler-Portfolio klafft eine große Lücke zwischen circa 100 und 200 Euro, während AMD hier mit der HD 7850 die Masse bedient.



Am 9. Oktober soll es laut Internet-Gerüchten so weit sein und Nvidia mit der GeForce GTX 650 Ti die vorerst letzte Abrundung des Kepler-Portfolios vorstellen. Der Chip passt in die Lücke zwischen GTX 650 (GK107-Basis) und GTX 660 und basiert wie Letztere auf dem GK106 – eine niedrigere, letzte Stelle der Chipnummer bedeutet bei Nvidia eine höhere Performance. Von den 960 Shader-ALUs des Chips bleiben, so die Quellen, 768 aktiv, entsprechend auch 64 Textureinheiten. Der Grafikchip wird über 128 anstelle der 192 parallelen Leitungen mit dem GDDR5-Speicher verbunden und erreicht somit nur eine geringfügig bessere Speichertransferleistung als die ansonsten halb so schnelle GTX 650. Die Performance des 2,54-Mrd.-Transistoren-Chips, welche wie alle Kepler-GPUs in 28-nm-Technik gefertigt wird, liegt trotzdem dichter an der GeForce GTX 660 als an der namentlich enger verwandten GTX 650, welche nur über halb so viele Ausführungseinheiten verfügt. Dank des GK106-Chips kann die GTX 650 Ti sich im Gegensatz zur GTX 650 bei Bedarf selbst übertakten. (cs/rv)

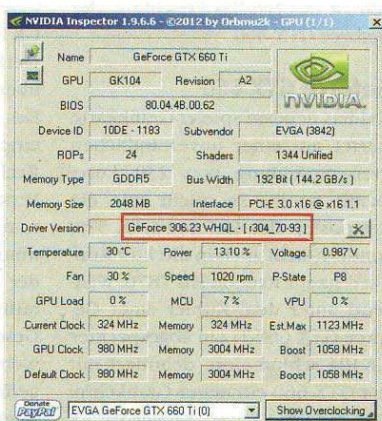
Geforce 6/7: Treiberunterstützung heruntergefahren

Nvidia stellt die Unterstützung für Geforce 6 und 7 nach dem aktuellen Treiber-Branch größtenteils ein.

Vor nunmehr fast sechs Jahren kamen die ersten Geforce-8-Karten auf den Markt. Nvidias Direct-X-9-Karten der Geforce-6- und -7-Reihe sind seit dieser Zeit veraltet und unterstützen – für Nvidia wichtig – auch nicht die hauseigene Programmierung CUDA. Trotzdem sind die offiziellen Treiber von Nvidia bis dato immer auch für die alten Modelle zertifiziert worden – doch damit ist nach dem aktuellen Treiber-Branch Schluss, so eines der neuesten Changelogs.

Einem Entwicklungszweig der Treiber, nichts anderes sind hier Branches, gehören immer mehrere Versionen an, die den Löwenanteil des Programmcodes gemein haben. Die zurzeit aktuellen 306.23er-Treiber gehören zum „Rel304“-Zweig und dieser wird der letzte sein, welcher offiziell noch die nötigen Befehle für Geforce 6 und 7 beherrscht. Ab der neuen Treibergeneration Rel310 konzentriert sich Nvidia dann auf die Unterstützung für CUDA-fähige Direct-X-10- und -11-Karten – vielleicht auch schon auf den Big-Kepler GK110, von dem erste Exemplare bereits laufen und wohl zu Testzwecken an Supercomputer-Einrichtungen ausgeliefert wurden.

Ob die Rel310-Treiber eventuell modifizierbar sind, werden wir zu gegebener Zeit ausprobieren. (cs)



PCGH-Leistungsindex Single-GPU

BESSER ► Normierte Leistung

■ Neu hinzugefügt

Radeon HD 7970 GHz-Edition	Anno 2070 63/55/32 Batman AC 59/54/39	Battlefield 3 54/50/35 Crysis 2 55/50/31	Crysis Warhead 55/49/30 Dirt Showdown 72/69/51	Max Payne 3 61/57/38 Metro 2033 48/43/23	Starcraft 2 41/38/29 TES 5: Skyrim 56/50/33	The Witcher 2 33/29/18 1.050/3.000 MHz 3 GiB GDDR5	100 %
Preis: € 390,- (-10 €)							
Geforce GTX 680	Anno 2070 54/48/27 Batman AC 61/56/38	Battlefield 3 57/52/34 Crysis 2 59/53/30	Crysis Warhead 53/48/29 Dirt Showdown 55/51/34	Max Payne 3 53/48/29 Metro 2033 39/35/20	Starcraft 2 51/49/35 TES 5: Skyrim 69/60/38	The Witcher 2 28/24/14 1.058/3.004 MHz 2 GiB GDDR5	94,6 %
Preis: € 440,- (-20 €)							
Radeon HD 7970	Anno 2070 56/49/29 Batman AC 53/48/35	Battlefield 3 49/45/32 Crysis 2 51/47/28	Crysis Warhead 49/44/27 Dirt Showdown 65/61/46	Max Payne 3 56/51/35 Metro 2033 46/41/22	Starcraft 2 38/35/25 TES 5: Skyrim 50/44/29	The Witcher 2 29/26/16 925/2.750 MHz 3 GiB GDDR5	90,9 %
Preis: € 350,- (-20 €)							
Geforce GTX 670	Anno 2070 44/38/21 Batman AC 52/48/33	Battlefield 3 52/47/27 Crysis 2 52/46/27	Crysis Warhead 48/42/29 Dirt Showdown 47/43/26	Max Payne 3 48/43/19 Metro 2033 37/32/19	Starcraft 2 51/49/33 TES 5: Skyrim 58/50/32	The Witcher 2 24/21/13 980/3.004 MHz 2 GiB GDDR5	83,9 %
Preis: € 340,- (-10 €)							
Radeon HD 7950 w/Boost	Anno 2070 48/42/25 Batman AC 50/45/32	Battlefield 3 45/41/28 Crysis 2 46/41/25	Crysis Warhead 44/39/24 Dirt Showdown 59/57/41	Max Payne 3 52/47/32 Metro 2033 41/36/21	Starcraft 2 36/33/22 TES 5: Skyrim 44/39/25	The Witcher 2 25/22/13 925/2.500 MHz 3 GiB GDDR5	81,4 %
Preis: € 270,- (Neu)							
Radeon HD 7950	Anno 2070 45/40/23 Batman AC 46/42/30	Battlefield 3 42/38/27 Crysis 2 43/39/23	Crysis Warhead 42/37/23 Dirt Showdown 55/51/38	Max Payne 3 48/45/30 Metro 2033 38/34/22	Starcraft 2 35/32/22 TES 5: Skyrim 41/36/24	The Witcher 2 24/21/13 800/2.500 MHz 3 GiB GDDR5	76,5 %
Preis: € 270,- (+/-0 €)							
Geforce GTX 580	Anno 2070 38/33/18 Batman AC 49/44/29	Battlefield 3 45/40/26 Crysis 2 43/37/21	Crysis Warhead 42/37/23 Dirt Showdown 41/37/25	Max Payne 3 50/45/27 Metro 2033 36/31/16	Starcraft 2 48/46/32 TES 5: Skyrim 47/40/24	The Witcher 2 21/18/10 772/2.004 MHz 1,5 GiB GDDR5	73,8 %
Preis: € 290,- (+/-0 €)							
Geforce GTX 660 Ti	Anno 2070 42/36/20 Batman AC 47/44/28	Battlefield 3 47/42/27 Crysis 2 44/40/22	Crysis Warhead 41/36/20 Dirt Showdown 44/40/27	Max Payne 3 47/37/22 Metro 2033 30/26/15	Starcraft 2 48/44/29 TES 5: Skyrim 53/47/30	The Witcher 2 20/18/10 980/3.004 MHz 2 GiB GDDR5	73,7 %
Preis: € 260,- (-20 €)							
Radeon HD 7870	Anno 2070 42/38/22 Batman AC 44/40/27	Battlefield 3 41/37/25 Crysis 2 39/35/20	Crysis Warhead 37/33/20 Dirt Showdown 55/51/37	Max Payne 3 48/43/28 Metro 2033 31/28/15	Starcraft 2 39/34/22 TES 5: Skyrim 39/34/22	The Witcher 2 22/19/11 1.000/2.400 MHz 2 GiB GDDR5	70,2 %
Preis: € 200,- (-20 €)							
Geforce GTX 660	Anno 2070 34/30/17 Batman AC 42/38/26	Battlefield 3 43/38/24 Crysis 2 39/35/19	Crysis Warhead 37/33/18 Dirt Showdown 37/34/23	Max Payne 3 37/33/19 Metro 2033 29/26/15	Starcraft 2 45/42/27 TES 5: Skyrim 46/40/26	The Witcher 2 19/16/10 1.033/3.004 MHz 2 GiB GDDR5	66,3 %
Preis: € 200,- (Neu)							
Geforce GTX 570	Anno 2070 33/29/16 Batman AC 43/39/25	Battlefield 3 40/35/23 Crysis 2 37/33/18	Crysis Warhead 34/29/17 Dirt Showdown 36/33/21	Max Payne 3 43/39/23 Metro 2033 30/27/15	Starcraft 2 44/41/26 TES 5: Skyrim 43/37/24	The Witcher 2 18/15/9 725/1.900 MHz 1,25 GiB GDDR5	63,2 %
Preis: € 230,- (+/-0 €)							
Radeon HD 7850	Anno 2070 33/28/16 Batman AC 38/34/23	Battlefield 3 34/31/20 Crysis 2 32/29/16	Crysis Warhead 31/27/16 Dirt Showdown 44/41/28	Max Payne 3 40/37/24 Metro 2033 26/23/13	Starcraft 2 29/26/16 TES 5: Skyrim 28/25/16	The Witcher 2 15/13/8 860/2.400 MHz 2 GiB GDDR5	57,3 %
Preis: € 180,- (-10 €)							
Radeon HD 6950	Anno 2070 31/27/16 Batman AC 37/34/23	Battlefield 3 31/28/18 Crysis 2 31/27/16	Crysis Warhead 33/29/17 Dirt Showdown 33/31/22	Max Payne 3 37/33/22 Metro 2033 25/23/13	Starcraft 2 27/25/16 TES 5: Skyrim 31/27/17	The Witcher 2 18/16/10 800/2.500 MHz 2 GiB GDDR5	55,2 %
Preis: € 190,- (+20 €)							
Radeon HD 7850/G	Anno 2070 32/28/16 Batman AC 38/34/23	Battlefield 3 34/31/15 Crysis 2 32/29/16	Crysis Warhead 31/27/14 Dirt Showdown 44/41/28	Max Payne 3 37/33/17 Metro 2033 26/22/17	Starcraft 2 29/26/16 TES 5: Skyrim 30/26/17	The Witcher 2 17/15/9 860/2.400 MHz 1 GiB GDDR5	54,9 %
Preis: € 160,- (Neu)							
Geforce GTX 560 Ti	Anno 2070 25/22/15 Batman AC 31/28/18	Battlefield 3 35/31/18 Crysis 2 31/27/15	Crysis Warhead 30/26/13 Dirt Showdown 30/28/18	Max Payne 3 31/28/17 Metro 2033 24/19/9	Starcraft 2 40/35/22 TES 5: Skyrim 40/36/23	The Witcher 2 15/13/7 822/2.004 MHz 1 GiB GDDR5	51,7 %
Preis: € 190,- (+/-0 €)							
Geforce GTX 560	Anno 2070 22/19/11 Batman AC 27/24/15	Battlefield 3 32/28/16 Crysis 2 27/24/14	Crysis Warhead 27/23/12 Dirt Showdown 26/24/15	Max Payne 3 29/26/16 Metro 2033 21/18/3	Starcraft 2 38/34/21 TES 5: Skyrim 35/31/19	The Witcher 2 13/11/6 810/2.004 MHz 1 GiB GDDR5	46,4 %
Preis: € 150,- (+10 €)							
Radeon HD 6870	Anno 2070 27/24/13 Batman AC 35/32/21	Battlefield 3 29/26/16 Crysis 2 28/24/14	Crysis Warhead 28/25/12 Dirt Showdown 26/24/17	Max Payne 3 32/29/18 Metro 2033 16/15/1	Starcraft 2 25/22/13 TES 5: Skyrim 25/22/13	The Witcher 2 15/13/8 900/2.100 MHz 1 GiB GDDR5	44,5 %
Preis: € 140,- (+/-0 €)							
Geforce GTX 460	Anno 2070 18/16/9 Batman AC 23/21/14	Battlefield 3 27/25/14 Crysis 2 23/20/12	Crysis Warhead 23/20/10 Dirt Showdown 22/20/13	Max Payne 3 24/22/13 Metro 2033 18/16/3	Starcraft 2 33/30/19 TES 5: Skyrim 30/27/16	The Witcher 2 11/10/5 675/1.800 MHz 1 GiB GDDR5	39,8 %
Preis: € 160,- (+10 €)							
Radeon HD 7770 v2.0	Anno 2070 24/21/12 Batman AC 26/23/15	Battlefield 3 26/23/12 Crysis 2 23/20/11	Crysis Warhead 21/18/11 Dirt Showdown 35/32/22	Max Payne 3 25/23/14 Metro 2033 17/15/5	Starcraft 2 16/14/5 TES 5: Skyrim 22/19/12	The Witcher 2 12/10/6 1.100/2.250 MHz 1 GiB GDDR5	38,1 %
Preis: € 105,- (-5 €)							
Geforce GTX 650	Anno 2070 14/12/7 Batman AC 23/21/13	Battlefield 3 23/20/11 Crysis 2 18/16/9	Crysis Warhead 18/16/9 (Abstr.) Dirt Showdown 17/15/10	Max Payne 3 18/16/10 Metro 2033 14/13/5	Starcraft 2 26/24/15 TES 5: Skyrim 21/18/11	The Witcher 2 9/8/4 1.058/2.501 MHz 1 GiB GDDR5	31,1 %
Preis: € 100,- (Neu)							

Legende: Preis: Änderung gegenüber Vormonat in Klammern; Index: Prozent der schnellsten Karte; durchschnittliche Fps-Werte: 4x MSAA (außer: Anno 2070 (Ingame-FXAA), Crysis 2 (Ingame-AA), Max Payne 3 (zus. max. FXAA), The Witcher 2 (Ingame-AA + „Upsampling“) in 1.680 x 1.050/1.920 x 1.080/2.560 x 1.600

System: Core i7-3770K (4,5 GHz), 777, 8 GiB DDR3-1866, Win7 x64 SP1, Texturfilter „Hohe Qualität“, VSync aus



Die neuen Preis-Leistungs-Knaller

Geforce GTX 660 vs. Radeon HD 7800 und GTX 650 vs. HD 7700

Nvidia greift an: Mit der Geforce GTX 660 und GTX 650 besiedeln die Kalifornier den gefragten Preisbereich zwischen 100 und 200 Euro neu. Ist AMDs Radeon-Phalanx geschlagen?

Die 28-Nanometer-Ära ist endlich in allen für Spieler relevanten Preisbereichen angebrochen: Nachdem AMD monatelang allein auf weiter Flur war, hat nun auch Nvidia zwei günstige Grafikkarten mit moderner Fertigungstechnik auf den Markt gebracht. Doch was können die Geforce GTX 660 und GTX 650 wirklich? Muss AMD an den Qualitäten seiner Radeon-HD-7800- und -HD-7700-Karten feilen? Alle Details klären wir auf den folgenden acht Seiten. Zunächst fühlen wir der GTX 660 und GTX

650 als solchen auf den Kern, im Anschluss vergleichen wir 16 Herstellerkarten und klären, wann sich das Aufrüsten lohnt.

Preiskampf im Gange

Zum Start der Radeon HD 7870 und HD 7850 im März dieses Jahres war sich der Hersteller AMD seines Pionierstatus bewusst. Ohne aktuelle Konkurrenz seitens Nvidia debütierten die Gebrüder Pitcairn (Codename der GPU) relativ hochpreisig: 350 respektive 250 Euro wurden fällig. Im Laufe der Zeit

sank der Marktpreis beider Modelle kontinuierlich, bis die psychologisch wirksamen Schwellen von 300 beziehungsweise 200 Euro unterschritten wurden. Doch das war erst der Anfang: Bei Redaktionsschluss trat die letzte mehrerer Preissenkungen in Kraft, sodass eine Radeon HD 7870 für rund 200 und eine HD 7850 für knapp 180 Euro erhältlich war – jeweils mit 2 GiByte Grafikspeicher. Zu verdanken ist das Nvidias Frischling, der Geforce GTX 660.

Geforce GTX 660

Nvidias neueste Spieler-Grafikkarte startet mit einer unverbindlichen Preisempfehlung von 230 Euro. Damit beerbt sie nicht nur die Restposten der Geforce GTX 570, sondern steht auch in direkter Konkurrenz zur Radeon HD 7870. Während unter dem Kühler einer Geforce GTX 660 Ti ein abgespeckter GK104 schlummert, debütiert mit der GTX 660 ein neuer Grafikchip: der GK106. Jener Kepler-Spross

verfügt über drei Graphics Processing Clusters (GPCs), welche fünf SMX-Bausteine beherbergen. Laut Nvidia handelt es sich trotz der ungeraden Zahl um den GK106-Vollausbau mit 2,54 Milliarden Transistoren auf 214 Quadratmillimetern Kernfläche. Zum Vergleich: AMD packt satte 2,8 Milliarden Schaltungen in nur 212 mm² (Pitcairn XT alias Radeon HD 7870).

Jeder einzelne SMX-Block des GK106 beherbergt 192 Rechenwerke, sodass die Geforce GTX 660 über insgesamt 960 ALUs verfügt. Das entspricht bei Taktgleichheit einer um 29 Prozent reduzierten Rechenleistung gegenüber der Ti-Version – bei gleicher Speichersendefrequenz, das Interface übernimmt die GTX 660 nämlich von der GTX 660 Ti. Insgesamt 2.048 MiByte GDDR5-RAM mit einer Geschwindigkeit von 3.004 MHz werden über 192 Datenleitungen gefüttert. Die GTX 660 arbeitet folglich wie ihre große Schwester

Aufrüstmatrix: Wann lohnt sich ein Upgrade?

Von → auf	GTX 650	HD 7770	HD 7850	GTX 660	HD 7870
Geforce GTS 450	+22%	+49%	+125%	+160%	+175%
Radeon HD 5770	+17%	+44%	+116%	+150%	+165%
Geforce GTX 460	-22%	-4%	+44%	+67%	+76%
Radeon HD 6870	-30%	-14%	+29%	+49%	+58%
Geforce GTX 560 Ti	-40%	-26%	+11%	+28%	+36%
Radeon HD 6950	-44%	-31%	+4%	+20%	+27%
Geforce GTX 570	-51%	-40%	-9%	+5%	+11%
■ Über 50 Prozent ■ Plus 30-50 Prozent ■ Plus 0-30 Prozent ■ Leistungsverlust					



Spezifikationen populärer Grafikkarten (Auswahl)

	Nvidia GeForce					AMD Radeon				
Modell	GTX 660	GTX 570	GTX 650	GTX 460	GTS 450	HD 7870	HD 7850	HD 6950	HD 7770**	HD 7750***
Architektur/Familie	Kepler	Fermi	Kepler	Fermi	Fermi	GCN	GCN	Northern Islands	GCN	GCN
Codename	GK106	GF110	GK107	GF104	GF106	Pitcairn XT	Pitcairn Pro	Cayman Pro	Cape Verde XT	Cape Verde Pro
Fertigungstechnik	28 nm	40 nm	28 nm	40 nm	40 nm	28 nm	28 nm	40 nm	28 nm	28 nm
Transistoren Grafikchip (in Millionen)	2.540	3.000	1.300	1.950	1.170	2.800	2.800	2.640	1.500	1.500
Rechenleistung GFLOPS, SP	1.882	1.405	813	907	601	2.560	1.761	2.253	1.408	819
Polygondurchsatz (Mio. Dreiecke/s)	2.450	2.745	1.058	1.181	783	2.000	1.720	1.600	1.100	800
Durchsatz (Mrd. Pixel/Sekunde)	19,6	22,0	8,5	9,5	6,3	32,0	27,5	25,6	17,6	12,8
Durchsatz (Mrd. Texel/Sekunde)	76,8	43,9	33,9	37,8	25,1	80,0	55,0	70,4	44	25,6
Speichertransferrate (Gigabyte/s)	144	152	80	115,2	57,6	153,6	153,6	160	72	72
Takt Grafikchip/Shader (Megahertz)	980/980*	732/1.464	1.058/1.058	675/1.350	783/1.566	1.000/1.000	860/860	800/800	1.100/1.100	800/800
Takt Grafikspeicher (Megahertz)	3.004	1.900	2.500	1.800	1.800	2.400	2.400	2.500	2.250	2.250
Anzahl Shader („ALUs“)	960	480	384	336	192	1.280	1.024	1.408	640	512
Anzahl Textureinheiten („TMUs“)	80	60	32	56	32	80	64	88	40	32
Anzahl Raster-Endstufen („ROPs“)	24	40	16	32	16	32	32	32	16	16
Speicheranbindung (parallele Bits)	192	320	128	256	128	256	256	256	128	128
Übliche Speichermenge (MiByte)	2.048	1.280	1.024/2.048	1.024	1.024	2.048	1.024/2.048	1.024/2.048	1.024	1.024
Stromanschlüsse (üblich)	1x 6-polig	2x 6-polig	1x 6-polig	2x 6-polig	1x 6-polig	2x 6-polig	1x 6-polig	2x 6-polig	1x 6-polig	keiner
TDP/TGP laut Hersteller	140 Watt	219 Watt	64 Watt	160 Watt	106 Watt	175 Watt	130 Watt	140 Watt TGP	80 Watt TGP	55 Watt TGP

*Plus GPU Boost **Erste Version rechnet mit 1.000 MHz Kerntakt. ***Revision rechnet mit 900 MHz Kerntakt. TDP: Thermal Design Power (max. Leistungsaufnahme), TGP: Typical Gaming Power

mit einem krummen Verhältnis aus Speicher (2.048) und Datenpfaden (192). Jeder der acht Speicherbausteine verfügt über eine Kapazität von 256 MiByte (8 x 256 = 2.048), das Interface erlaubt es aber nicht, jeden einzelnen an einen 32-Bit-Kanal zu klemmen (8 x 32 = 256 Bit). Das bedeutet: Die GTX 660 (Ti) verfügt bis zu einer Speicherbelegung von 1.536 MiByte über die volle 192-Bit-Transferrate mit einem Durchsatz von 144 GByte/Sek. (bei 3.004 MHz GDDR5).

Belegt eine Applikation Grafikspeicher jenseits dieser Grenze, bricht der Durchsatz auf 48 GByte/Sek. ein. Das ist zwar drastisch und stellt den Sinn der „oberen“ 512 MiByte infrage, ergibt jedoch Sinn: Hätte die GTX 660 (Ti) nur 1,5 GiB an Bord, müsste sie über den PCI-Express auslagern. Im Falle eines modernen Steckplatzes gemäß 3.0-Spezifikation stünde ihr dort eine Transfer rate von 16 GByte/Sek. zur Verfügung, im verbreiteten PCI-E-2.0-Slot aber nur die Hälfte. Sie sehen: Das größere Speicherpolster ist keine reine Marketing-Entscheidung.

Der GPU Boost

Wie ihre Vorgänger verfügt auch die GTX 660 über die automatische Übertaktungsfunktion „GPU Boost“. In Abhängigkeit zum im BIOS hinterlegten Power Target hievt sie die GPU-Frequenz von 980 (Basistakt) auf 1.033 MHz. Dabei handelt es sich laut Nvidia um den üblichen Wert bei Referenzkar-

ten. Um diese Leistung abzubilden, haben wir uns dazu entschieden, den Boost via Nvidia-Inspector-Tool auf 1.033 MHz zu fixieren. Im Test stellte sich heraus, dass besagte 1.033 MHz nicht überall erreicht werden: Während in *BF: Bad Company 2* nach einigen Minuten nur noch 993 MHz zu verzeichnen sind, rechnet die GTX 660 in *Anno 2070* mit 1.006 bis 1.019 MHz. Spiele mit geringerer Gesamtlast, wie *BF3* und *Metro 2033*, legen meist höhere Boost-Frequenzen als 1.033 MHz an. Diese Beobachtungen bestärken uns darin, die Schwankungen mithilfe eines Limits zu glätten.

GeForce GTX 650

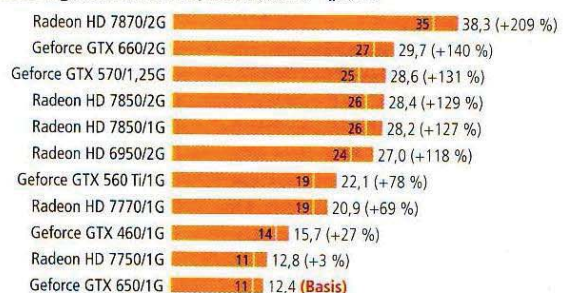
Mit 384 Shader-ALUs und 32 Textureinheiten entspricht das Herz der GTX 650, der GK107, einem Viertel des GK104. Einzig das Speicherinterface ist halbiert, anstelle von 256 wird der GK107 mit 128 Bits gefüttert – wie bei der GeForce GT 640. Letztere ist das erste und langsamste Desktop-Produkt auf GK107-Basis, ausgestattet mit magerem DDR3-RAM @ 891 MHz. Hier findet sich der markante Unterschied zwischen GT 640 und GTX 650: Dank ihres 2.500 MHz schnellen GDDR5-RAMs verfügt die GTX 650 über eine Speichertransferrate von 80 GByte pro Sekunde – Faktor 2,81 gegenüber 28,5 GByte/Sek. auf der GT 640. Um das Paket abzurunden, arbeitet der GK107 mit 1.058 anstelle von 901 MHz (+17 Prozent) – konstant, denn als einzigem Kepler fehlt dem GK107 der GPU Boost.

Fps-Leistung in Full-HD

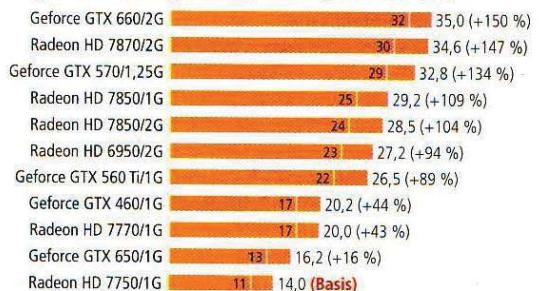
Max Payne 3: 4x MSAA + FXAA/16:1 AF, max. Details – „Disco“



Anno 2070: Ingame-AA/16:1 AF, max. Details – „Bäm!“



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



System: Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GeForce 306.23 WHQL (HQ), Catalyst 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks von BF3 und Metro 2033 mit 32 Grafikkarten finden Sie ein paar Seiten weiter.

Min. ∅ Fps
Besser

Leistung: Günstige/alte Grafikkarten

Diablo 3, 1.920 x 1.080: Ingame-FXAA/16:1 AF – „Tore Neu Tristrans“

Radeon HD 7770/1G	46	51,5 (+74 %)
Geforce GTX 650/1G	47	50,9 (+72 %)
Radeon HD 5770/1G	40	44,4 (+50 %)
Geforce GTX 260-216/896M	38	43,2 (+46 %)
Radeon HD 4870/512M	37	41,3 (+40 %)
Geforce GTS 450/1G	35	38,9 (+31 %)
Geforce 9800 GT/512M	28	29,6 (Basis)

WoW Cataclysm, 1.680 x 1.050: 4x MSAA/16:1 AF – „Heulender Fjord“

Radeon HD 7770/1G	30	36,1 (+67 %)
Geforce GTX 650/1G	25	31,3 (+45 %)
Radeon HD 4870/512M	24	28,8 (+33 %)
Radeon HD 5770/1G	23	27,7 (+28 %)
Geforce GTX 260-216/896M	22	26,6 (+23 %)
Geforce GTS 450/1G	20	25,5 (+18 %)
Geforce 9800 GT/512M	18	21,6 (Basis)

Starcraft 2, 1.680 x 1.050: 4x MSAA/16:1 AF, max. Details – „2on2 MP-Worstcase“

Geforce GTX 460/1G	11	32,6 (+181 %)
Geforce GTX 650/1G	9	26,3 (+127 %)
Geforce GTS 450/1G	7	18,9 (+63 %)
Radeon HD 7770/1G	4	15,6 (+34 %)
Geforce 9800 GT/512M	5	12,7 (+9 %)
Radeon HD 7750/1G	2	11,6 (Basis)

Batman AC, 1.680 x 1.050: 4x MSAA/16:1 AF, max. Details – „Park Row“

Radeon HD 7770/1G	19	25,9 (+60 %)
Geforce GTX 460/1G	17	23,9 (+48 %)
Geforce GTX 650/1G	16	22,8 (+41 %)
Radeon HD 7750/1G	14	19,5 (+20 %)
Geforce GTS 450/1G	12	16,2 (Basis)

System: Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.23 WHQL (HQ), Catalyst 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Die Radeon HD 7770 mit 1,1 GHz Chiptakt führt das Feld meistens an.

Min. 1 Ø Fps
➤ Besser

GTX 660: Kühlung, Lautstärke und Leistungsaufnahme

Wie bei Nvidia-Karten der Oberklasse üblich, basiert das Referenzdesign der Geforce GTX 660 auf dem DHE-Prinzip: Bei einem Direct-Heat-Exhaust-Kühler sitzt ein Radiallüfter am Heck – in diesem Fall mit 65 Millimetern Durchmesser –, welcher Frischluft durch die Lamellen des Kühlblocks und schließlich durch die Slotblende aus dem Gehäuse pustet. Wie bei der GTX 660 Ti entspricht das Leerlauf-Geräusch einem tiefen, gemäß unserer Messung 0,8 Sone lauten Brummen, das durch die Kombination aus Radialbelüftung und der Kunststoffabdeckung erzeugt wird. Blu-ray-Wiedergabe oder der Betrieb mehrerer Bildschirme ändert nichts an der Lüfterdrehzahl und damit auch nichts an der Lautheit. Unter (Spiele-)Last schwenkt das Geräusch in ein Rauschen um, das höchstens 2,2 Sone erzeugt.

Bei der Leistungsaufnahme zeigt sich die Geforce GTX 660 genügend: Wir messen schlimmstenfalls 118 Watt unter Spielelast (BF: Bad Company 2). Dabei berechnet die GTX 660 in 1.920 x 1.200 mit 4x MSAA/16:1 AF rund 86 Fps. Eine Radeon HD stemmt 82 Fps bei einer Leistungsaufnahme von 114 Watt – das entspricht Augenhöhe. Zum Vergleich: Eine Geforce GTX 560 Ti verbraucht an derselben Stelle 152

Watt und gibt nur 68 Fps aus. Diese Werte demonstrieren einmal mehr den großen Effizienz-Schritt von Fermi (GTX 400/500) auf Kepler. Die theoretische Spezifikation der GTX 660 von 150 Watt – 75 Watt aus dem PCI-E-Slot und nochmals 75 aus dem 6-Pol-Stromstecker auf der Referenzplatine – wird zu keiner Zeit ausgefahren. Vergleichswerte zahlreicher Grafikkarten finden Sie in der großen Tabelle.

GTX 660: Spieleleistung

Im PCGH-Leistungsindex (siehe Grafik-Startseite) erzielt die Geforce GTX 660 einen Wert von 66,3 – rund drei Prozentpunkte über der GTX 570. Die GTX 660 mit Ti-Anhängsel rangiert bei 73,7 Punkten, während AMDs HD 7870 mit 70,2 Prozent dazwischen liegt. Spielabhängig kann sich die GTX 660 Ti um bis zu 23 Prozent von der Non-Ti-Version absetzen (Anno 2070), in anderen Fällen ist der Vorsprung aber nur minimal (Starcraft 2, Metro 2033). Die Diagnose: Die GTX 660 Ti verhungert, wie auch die GTX 680/670, oft an der Speichertransferrate und kann ihre Rechenkraft nur ausspielen, wenn der RAM-Durchsatz nicht limitiert.

Damit ist die Geforce GTX 660 zwar ein starkes Produkt, für Besitzer einer GTX 560 Ti oder Radeon HD 6950 aber keine sinnvolle Upgrade-Option. Anders sieht das für Nutzer eines DX10-Dinosauriers wie der Geforce 8800/9800 GT oder Radeon HD 3870 aus, hier explodiert die Leistung im Vergleich förmlich. Welches GTX-660- oder HD-7800-Modell Sie kaufen sollten, klären wir im Anschluss.

GTX 650: Flinker Mini-Kepler

Mangels Referenz-Muster führen wir die Leistungstests der Geforce GTX 650 anhand der Palit GTX 650 OC durch – selbstverständlich auf die Vorgabe untertakten. Damit erreicht die GTX 650 einen Indexwert von respektablem 31,1 Prozentpunkten. Die hüftlahme GT 640 mit ihren 20,6 Punkten lässt sie deutlich hinter sich und auch an der HD 7750 mit 800 MHz kommt die GTX 650 spielend vorbei (27,2). An der HD 7770 mit 1.100 MHz beißt sich die GTX 650 jedoch selbst als OC-Version die Transistoren aus; zumindest für einen Gleichstand mit der HD 7750 900M reicht es. Das Fps/Watt-Verhältnis der neuen Nvidia-Karte ist dabei stets sehr gut, wie die Tabelle zeigt.

Lautheit und Leistungsaufnahme

Oberklasse-Grafikkarten

Lautstärke	GTX 660	GTX 580	GTX 570	GTX 560 Ti	GTX 460	HD 7870	HD 7850	HD 6950
Leerlauf (Win-7-Desktop)	0,9 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	1,4 Sone
Zwei untersch. Monitore	0,9 Sone	0,8 Sone	1,3 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	1,4 Sone
Blu-ray (The Dark Knight)	0,9 Sone	0,8 Sone	1,1 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	0,8 Sone	1,4 Sone
BF: Bad Company 2	2,2 Sone	3,4 Sone	3,4 Sone	1,1 Sone	2,0 Sone	3,1 Sone	2,6 Sone	3,8 Sone
Leistungsaufnahme	GTX 660	GTX 570	GTX 570	GTX 560 Ti	GTX 460	HD 7870	HD 7850	HD 6950
Leerlauf (Win-7-Desktop)	10 Watt	32 Watt	28 Watt	16 Watt	14 Watt	11 Watt	10 Watt	19 Watt
Zwei untersch. Monitore	13 Watt	91 Watt	85 Watt	23 Watt	22 Watt	31 Watt	30 Watt	56 Watt
Blu-ray (The Dark Knight)	11 Watt	42 Watt	37 Watt	34 Watt	28 Watt	46 Watt	45 Watt	54 Watt
BF: Bad Company 2	147 Watt	221 Watt	194 Watt	152 Watt	125 Watt	114 Watt	98 Watt	117 Watt

Einsteiger- & Mittelklasse-Grafikkarten

Lautstärke	GTX 650*	GTX 550 Ti**	GTS 450	GT 640***	HD 6850	HD 7770	HD 7750	HD 5770
Leerlauf (Win-7-Desktop)	0,7 Sone	0,5 Sone	0,3 Sone	0,3 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	2,0 Sone	0,9 Sone
Zwei untersch. Monitore	0,7 Sone	0,7 Sone	0,3 Sone	0,3 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	2,0 Sone	0,9 Sone
Blu-ray (The Dark Knight)	0,7 Sone	0,6 Sone	0,3 Sone	0,3 Sone	0,9 Sone	0,8 Sone	2,0 Sone	0,9 Sone
BF: Bad Company 2	0,9 Sone	0,9 Sone	0,4 Sone	0,3 Sone	3,3 Sone	1,3 Sone	2,5 Sone	2,3 Sone
Leistungsaufnahme	GTX 650*	GTX 550 Ti**	GTS 450	GT 640***	HD 6850	HD 7770	HD 7750	HD 5770
Leerlauf (Win-7-Desktop)	11,5 Watt	15 Watt	15 Watt	9 Watt	25 Watt	10 Watt	9 Watt	18 Watt
Zwei untersch. Monitore	12 Watt	49 Watt	33 Watt	10 Watt	47 Watt	19 Watt	18 Watt	36 Watt
Blu-ray (The Dark Knight)	15,5 Watt	21 Watt	19 Watt	13 Watt	48 Watt	30 Watt	24 Watt	37 Watt
BF: Bad Company 2	60 Watt	120 Watt	89 Watt	36 Watt	97 Watt	64 Watt	45 Watt	78 Watt

Bei allen Karten gilt die Standardeinstellung für Powertune und Power Target. Sofern nicht anders angegeben, wurden die Referenzdesigns getestet. Keine Referenzdesigns mit Sternchen: *Palit Geforce GTX 650 OC; **Palit Geforce GTX 550 Ti Sonic; ***Asus GT640-GD3

Test: 16 erschwingliche Spieler-Grafikkarten

Sie möchten Ihre alte Grafikkarte durch ein neues Modell ersetzen? Dann ist nun der richtige Zeitpunkt, denn die Vielfalt stromsparender 28-Nanometer-Grafikkarten ist erstmals richtig günstig. Welche Modelle zwischen 100 und 220 Euro am besten abschneiden, ist Thema der folgenden Seiten.

Vorsicht, falls Sie in Online-Preisvergleichsmaschinen (wie www.pcg.de/preisvergleich) unterwegs sind: Oft werden die Taktraten, Maße und weitere Werte falsch angegeben – bei der Masse unterschiedlicher Versionen ist das nicht verwunderlich. Im Zweifel stimmen die von uns angegebenen Zahlen; lassen Sie sich das vor dem Kauf vom Händler bestätigen.

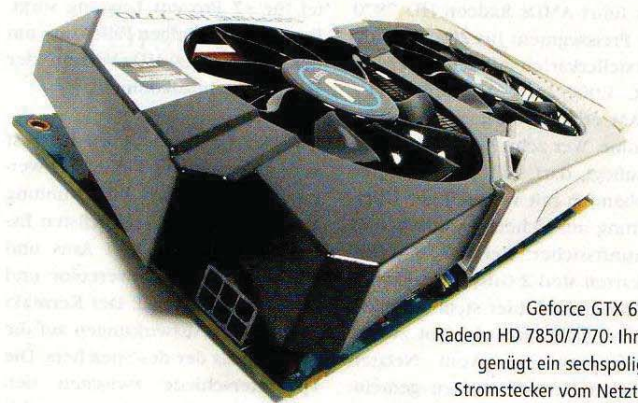
Preis-Leistung: die Sieger

Die meisten Spieler verspüren einen Aufrüstzwang, wenn die installierte Grafikkarte nur noch Ruckeln produziert. Daher sehen wir uns zunächst an, welche Modelle die meisten Fps pro Euro liefern. Zur Orientierung seien Sie einerseits an die hier platzierte Grafik und andererseits an die GPU-Startseite mit dem PCGH-Leistungsindex verwiesen. Beachten Sie, dass lediglich die abgebildete Leistung eine Konstante ist – die Preise für Grafikkarten schwanken beinahe minütlich und stellen daher nur eine Momentaufnahme dar. Die hier aufgestellten Fps/Euro-Rechnungen galten bei Redaktionsschluss, wir gehen jedoch davon aus, dass die Preise im Laufe des Oktobers modellabhängig noch um fünf bis zehn Euro nachgeben werden. Doch schon jetzt gilt: Wer eine Grafikkarte um 200 Euro kauft, erhält sehr viel Leistung für sein Geld.

Falls Sie schon immer eine GeForce GTX 580 haben, aber nur die Hälfte des aufgerufenen Preises ausgeben wollten, dann greifen Sie jetzt zu – nicht zu 580-Restbeständen, sondern zu OC-Versionen der Radeon HD 7870. Die AMD-Grafikkarte wird von vielen Herstellern als 1.100-MHz-Version angeboten, womit sie im PCGH-Index über 75 Prozentpunkte erreicht – die GeForce GTX 580 und GTX 660 Ti landen bei rund 74 Punkten. Die Aufrüstmatrix auf Seite 22 verrät, dass sich eine Radeon HD 7870 sogar für

Nutzer einer HD 6950 und GTX 560 Ti OC lohnt: Im Mittel aller PCGH-Indexspiele wartet ein Leistungsplus von einem Drittel. Richtig interessant wird's für Besitzer einer GeForce GTX 460 oder Radeon HD 6850: Kaufen Sie eine Radeon HD 7850 mit 2 GiByte Speicher, sinkt nicht nur der Energieverbrauch Ihres PCs, die Leistung steigt außerdem im Mittel um 45 Prozent; beim Kauf einer stark überakteten GTX 660 oder Standard-HD-7870 sogar um mindestens 70 Prozent.

Eine Radeon HD 7770 mit 1.100 MHz Chiptakt war bei Redaktionsschluss schon für weniger als 105 Euro erhältlich, was ihr den Fps/Euro-Thron sichert. Die AMD-Karte mag flink und sparsam sein, kommt für Besitzer einer GeForce GTX 460 respektive Radeon HD 6850 aber nicht infrage, da sie im Schnitt etwas langsamer ist. Nutzer einer GeForce GTS 450 oder Radeon HD 57x0/67x0 dürfen bei gleichbleibender Leistungsaufnahme zugreifen: Hier wartet ein mittleres Fps-Plus von 50 Prozent.



GeForce GTX 660, Radeon HD 7850/7770: Ihnen genügt ein sechspoliger Stromstecker vom Netzteil.

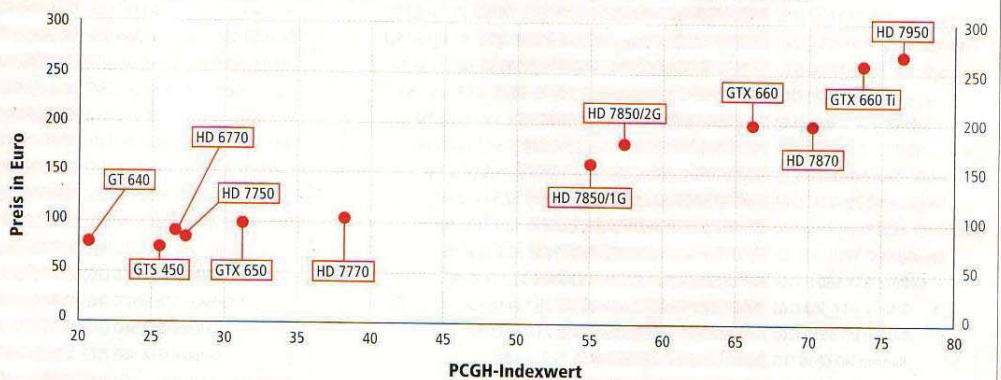
Finger weg vom Rest

Fakt ist: Der Kauf einer aktuellen Grafikkarte der Serien GeForce 600 (Kepler) und Radeon HD 7000 (GCN) bringt weitere Vorteile abseits schnöder Bildraten. Während Umrüster von Fermi (GeForce 400/500) auf Kepler in erster Linie Strom sparen, erhalten Besitzer einer HD 5000/6000 neue Funktionen: Neben einem stark verbesserten anisotropen Filter (AF) lockt die Möglichkeit zu hochwertigem

Supersample-AA (SGSSAA) auch unter DX10/11 sowie das „Zero Core Power“-Feature: Schaltet der Monitor an einer Radeon HD 7000 in den Stand-by-Modus, legt sich die Grafikkarte ebenfalls schlafen, schaltet ihren Lüfter ab und verbraucht in diesem Zustand weniger als drei Watt. Eine Benutzereingabe weckt das Gespann wieder auf. Nach anfänglichen, sporadischen Treiberproblemen läuft die Funktion mittlerweile einwandfrei.

Preis-Leistungs-Verhältnis aktueller Grafikkarten

AMD beherrscht die Top 5. Ideal für Spieler: Radeon HD 7870. Ideal für Sparfüchse: Radeon HD 7770



Normierter PCGH-Leistungsindex (11 Spiele, 3 Auflösungen); 100 % = Radeon HD 7970 GHz Edition

Grafikkarte	Index (Prozentpunkte)	Circa-Preis in Euro	Euro pro Fps (weniger ist besser)
AMD Radeon HD 7770 (1,1 GHz; 1 GiB)	38,1	105	2,76
AMD Radeon HD 7870 (2 GiByte)	70,2	200	2,85
AMD Radeon HD 7850 (1 GiByte)	54,9	160	2,91
Nvidia GeForce GTS 450 (1 GiB GDDR5)	25,5	75	2,94
Nvidia GeForce GTX 660 (2 GiByte)	66,3	200	3,02
AMD Radeon HD 7750 (800 MHz; 1 GiB)	27,2	85	3,13
AMD Radeon HD 7850 (2 GiByte)	57,3	180	3,14
Nvidia GeForce GTX 650 (1 GiByte)	31,1	100	3,22
AMD Radeon HD 6770 (1 GiByte)	26,5	90	3,40
Nvidia GeForce GTX 660 Ti (2 GiByte)	73,7	260	3,53
AMD Radeon HD 7950 (3 GiByte)	76,5	270	3,53
Nvidia GeForce GT 640 (1 GiByte)	20,6	80	3,88

Basis: PCGH-Leistungsindex (siehe Grafikkarten-Startseite für Details) in Relation zum bei Redaktionsschluss aktuellen Marktpreis

Radeon HD 7870 (2 GiByte): Viel Leistung pro Euro, wahlweise moderat übertaktet und leise gekühlt. Mit 70,2 Prozent im PCGH-LeistungsindeX führt AMDs Radeon HD 7870 das Preissegment bis 200 Euro an. Herstellerkarten mit dem Referenztakt, 1.000/2.400 MHz für GPU/VRAM, erhalten Sie knapp für diese Summe. Wer zehn bis dreißig Euro drauflegt, darf sich einen unserer Probanden mit werkseitiger Übertaktung aussuchen. Praktisch und zukunftssicher: Bei HD-7870-Grafikkarten sind 2 GiByte Grafikspeicher Standard, hier stehen Sie vor keiner Wahl. Auch die Not zweier 6-Pol-Stromstecker vom Netzteil ist allen Herstellerkarten gemein. Während moderne Netzteile damit kein Problem haben, sollten sich Besitzer betagter Stromspender auf eine Hürde einstellen: Nicht jeder Karte liegen zwei Adapterkabel von Molex (vierpolig, weiß) bei, oft findet sich nur eines oder keines in der Packung (siehe Testtabelle).

Die schnellsten Modelle arbeiten mit 1.100/2.500 MHz, was einer zehn- respektive vierprozentigen Übertaktung entspricht und im Mittel für +7 Prozent Leistung sorgt. Das reicht in einigen Fällen aus, um der älteren 800-MHz-Version der HD 7950 nahezukommen.

Die vier HD-7870-Karten im Test setzen unterschiedliche Schwerpunkte hinsichtlich Takt, Kühlung und Beigaben. Die schnellsten Exemplare stammen von Asus und HIS, gefolgt von Powercolor und Sapphire. Faustregel: Der Kerntakt hat größere Auswirkungen auf die Leistung als der des Speichers. Die Fps-Unterschiede zwischen den aufgeführten Karten bewegen sich im Drei-Prozent-Rahmen und fallen somit nicht auf – im Gegensatz zur Lautstärke der Kühler. Hier kann sich vor allem das ideal gekühlte Sapphire-Modell absetzen: Neben der GPU werden auch die Spannungswandler und der Speicher

mit einer Kühlplatte versehen. Das ist speziell für Übertakter ein Pluspunkt, der den anderen HD-7870-Karten im Test fehlt. Die Lautheit des Sapphire-Kühlers ist in jeder Lage sehr gut, angefangen bei kaum wahrnehmbaren 0,4 Sone im Leerlauf bis 0,9 Sone beim Spielen. Übrigens bietet Sapphire die gleiche Karte auch mit Referenztakt an, bei der Sie 30 Euro einsparen können, um anschließend – auf Kosten der Garantie – selbst zu übertakten.

Etwas lauter, aber nach wie vor angenehm arbeiten Asus' Direct Cu II TOP in der V2-Version (die V1 wird laut!) sowie HIS' Iceq X Turbo mit 0,3/0,4 (2D) respektive 1,5/1,6 Sone (Spiel). Zum Ausgleich rechnen beide Karten mit dem HD-7870-Höchsttakt von 1.100/2.500 MHz (Sapphire: 1.050 MHz). Die Powercolor HD 7870 PCS+ fällt im Vergleich mit der illustren Konkurrenz etwas zurück; sie surrt beim Spielen mit bis zu 2,2 Sone. Beach-

ten Sie auch die in der Testtabelle angegebenen Temperaturwerte.

Geforce GTX 660 (2 GiByte): Die neue Nvidia-Grafikkarte arbeitet sparsam und wird bei den meisten Herstellern sehr leise gekühlt. Mit einem PCGH-Indexwert von 66,3 platziert sich die Geforce GTX 660 in der Referenzversion genau zwischen der GTX 660 Ti (73,7) und der Radeon HD 7850/2G (57,3), die Preise ab 200 Euro orientierten sich bei Testschluss aber noch an der schnelleren HD 7870. Unsere fünf Kandidaten verfügen über unterschiedliche Kühl designs, darunter sitzt in drei Fällen, bei Evga, Palit und Zotac, die 17,3 Zentimeter kurze Referenzplatine. Asus und MSI vertrauen auf hauseigene Ingenieurskunst und setzen größere PCBs ein. In unserem Test ergaben sich dadurch keine messbaren Vorteile hinsichtlich OC-Potenzial oder Fiepnegung. Wie bei den anderen Kepler-Grafikkarten steht es den

Battlefield 3 (DX11 mit Ultra-Details)

1.920 x 1.080: 4x MSAA/FXAA/16:1 HQ-AF – „Swordbreaker“

Asus GTX660-DC2T-2GD5 (2G)	38	42,4 (+72 %)
MSI N660 TF 2GD5/OC (2G)	37	41,4 (+68 %)
Evga GTX 660 Superlocked (2G)	37	41,4 (+68 %)
Palit Geforce GTX 660 OC (2G)	37	40,8 (+65 %)
Zotac Geforce GTX 660 (2G)	36	40,4 (+64 %)
Geforce GTX 580 (1,5G)	36	40,2 (+63 %)
HIS HD 7870 Iceq X Turbo (2G)	37	39,7 (+61 %)
Asus HD 7870 DC2T V2 (2G)	37	39,7 (+61 %)
Powercolor HD 7870 PCS+ (2G)	37	39,4 (+60 %)
Sapphire HD 7870 OC (2G)	36	38,6 (+56 %)
Radeon HD 7870 (2G)	35	37,3 (+51 %)
Geforce GTX 570 (1,25G)	31	35,2 (+43 %)
VTX3D HD 7850 X-Edition (1G)	33	34,8 (+41 %)
XFX HD 7850 Black Edition DD (2G)	31	33,9 (+37 %)
Sapphire HD 7850 OC (2G)	30	32,5 (+32 %)
Club 3D HD 7850 Royal King (1G)	30	32,3 (+31 %)
Sapphire HD 7850 OC (1G)	30	32,0 (+30 %)
Geforce GTX 560 Ti (1G)	28	31,2 (+26 %)
Geforce GTX 560 (1G)	25	28,1 (+14 %)
Radeon HD 6950 (2G)	26	28,0 (+13 %)
Radeon HD 6870 (1G)	24	25,7 (+4 %)
Geforce GTX 460 (1G)	22	24,7 (Basis)
Sapphire HD 7770 Vapor-X OC (2G)	22	23,9 (-3 %)
Radeon HD 5850 (1G)	21	23,7 (-4 %)
Radeon HD 7770 (1G)	21	22,9 (-7 %)
Palit Geforce GTX 650 OC (1G)	18	21,0 (-15 %)
Radeon HD 7750 „v2“ (1G)	17	18,7 (-24 %)
Radeon HD 7750 „v1“ (1G)	15	16,9 (-32 %)
Radeon HD 5770 (1G)	15	16,6 (-33 %)
Geforce GTS 450 (1G)	14	16,5 (-33 %)
Geforce GTX 260 (896M) *	14	17,1 (-31 %)
Radeon HD 4870 (1G) *	11	13,2 (-47 %)

Bedingt spielbar von 40 – 60 Fps · Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 306.23 WHQL (HQ), Cat. 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** BF3 ist neben Starcraft 2 eines der wenigen Spiele, bei der selbst übertaktete 7870-Karten der GTX 660 unterliegen.

Min. Ø Fps
➤ Besser

Metro 2033 (DX11 ohne erw. Physx-Effekte)

1.920 x 1.080: 4x MSAA/16:1 HQ-AF – „Verfluchte Station“

Geforce GTX 580 (1,5G)	27	31,4 (+95 %)
HIS HD 7870 Iceq X Turbo (2G)	26	29,3 (+82 %)
Asus HD 7870 DC2T V2 (2G)	26	29,3 (+82 %)
Powercolor HD 7870 PCS+ (2G)	26	28,7 (+78 %)
Sapphire HD 7870 OC (2G)	26	28,5 (+77 %)
Radeon HD 7870 (2G)	25	27,4 (+70 %)
Asus GTX660-DC2T-2GD5 (2G)	23	27,3 (+70 %)
MSI N660 TF 2GD5/OC (2G)	23	27,0 (+68 %)
Evga GTX 660 Superlocked (2G)	23	26,9 (+67 %)
Palit Geforce GTX 660 OC (2G)	23	26,8 (+66 %)
Geforce GTX 570 (1,25G)	23	26,7 (+66 %)
Zotac Geforce GTX 660 (2G)	22	26,5 (+65 %)
XFX HD 7850 Black Edition DD (2G)	22	25,1 (+56 %)
VTX3D HD 7850 X-Edition (1G)	21	24,7 (+53 %)
Sapphire HD 7850 OC (2G)	21	24,3 (+51 %)
Club 3D HD 7850 Royal King (1G)	21	24,2 (+50 %)
Sapphire HD 7850 OC (1G)	21	24,0 (+49 %)
Radeon HD 6950 (2G)	20	22,7 (+41 %)
Geforce GTX 560 Ti (1G)	16	18,8 (+17 %)
Geforce GTX 560 (1G)	15	18,1 (+12 %)
Geforce GTX 460 (1G)	13	16,1 (Basis)
Sapphire HD 7770 Vapor-X OC (2G)	14	15,8 (-2 %)
Radeon HD 7770 (1G)	13	14,8 (-8 %)
Radeon HD 6870 (1G)	12	14,8 (-8 %)
Radeon HD 5850 (1G)	12	13,9 (-14 %)
Palit Geforce GTX 650 OC (1G)	11	12,6 (-22 %)
Radeon HD 7750 „v2“ (1G)	10	12,1 (-25 %)
Radeon HD 5770 (1G)	10	11,3 (-30 %)
Radeon HD 7750 „v1“ (1G)	9	11,2 (-30 %)
Geforce GTS 450 (1G)	7	8,3 (-48 %)
Radeon HD 4870 (1G) *	15	17,2 (+7 %)
Geforce GTX 260 (896M) *	12	15,2 (-6 %)

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

System: Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 306.23 WHQL (HQ), Cat. 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Mit Speicherschnittstelle zum Sieg – Nvidias Ex-Flaggschiff GTX 580 hat genug davon, dahinter folgen die 7870-Karten.

Min. Ø Fps
➤ Besser

* Nur DX10-Details



Herstellern innerhalb eines abgesteckten Rahmens offen, die Takt-raten und das Power Target werk-seitig zu erhöhen. Letzteres wirkt sich in Kombination mit mächtiger Kühlung positiv auf den GPU Boost aus: Bleibt der GK106 unter 70 Grad Celsius und erlaubt es die Aus-lastung, übertaktet er sich höher als bei schwacher Kühlung. Die stärksten Designs kommen auf Asus' Di-rect Cu II TOP (DC2T) und MSIs N660 Twin Frozr/OC zum Einsatz. Löblich: Beide Karten verfügen über Kühlelemente für Wandler und Speicher – Letzterer wird bei den anderen Probanden nur durch einen Luftstrom gekühlt.

Alle GTX-660-Modelle im Test blei-ben unter Last leise bis sehr leise und verbrauchen beim Spielen zwischen 110 (Palit) und 131 Watt (Asus) – das ist vergleichbar mit den HD-7870-Karten. Den Unhör-barkeits-Award verdient sich erneut Asus mit 0,7 Sone unter Vollast, gefolgt von MSI mit 0,9 Sone und Palit mit 1,3 Sone – alle drei fallen in typischen Spiele-PCs nicht auf. Etwas lauter arbeiten Zotacs GTX 660 (1,8 Sone beim Spielen) und Evgas GTX 660 Superclocked (2,2 Sone); störend ist das aber nicht. Die Evga-Karte basiert als einziges Modell auf dem Referenzdesign mit DHE-Kühlung. Die Abwärme landet hier nicht im Gehäuse – interessant für schlecht belüftete PCs.

Bedingt durch den Basistakt von 1.071 MHz und das höhere Power Target – gleichbedeutend mit der Leistungsaufnahme – erreicht die Asus-Karte im Mittel die höchsten Bildraten im Test, gefolgt von MSI (1.032 MHz Basis). Bewerten Sie diese Unterschiede aber nicht zu stark, denn zwischen der Zotac Ge-force GTX 660 mit Fast-Referenz-takt (993 anstelle von 980 MHz) und der Asus DC2T liegen besten-falls fünf Prozent Leistungs-differenz. Im Mittel erreicht eine stark übertaktete GTX 660 knapp eine Radeon HD 7870 mit Referenztakt, deren OC-Versionen sind entspre-chend flinker unterwegs.

Radeon HD 7850 (1 oder 2 GiByte): Attraktive Mittelklasse-Karte für Sparfüchse, obwohl die HD 7870 das bessere Preis-Leistungs-Verhältnis bietet. AMDs Mittelklasse ist nun auch mit halbiertem Grafikspeicher erhältlich. Unsere Benchmarks belegen, dass 1 GiByte Grafikspeicher ausreichend ist, sofern Sie höchst-

tens in 1.920 x 1.200 mit 4x MSAA spielen. Der PCGH-Leistungsindex attestiert der HD 7850/1G den Wert 54,9, während die rund 20 Euro teurere HD 7850/2G auf 57,3 Punkte kommt. Die Differenz ergibt sich lediglich durch den Ein-fluss der Auflösung 2.560 x 1.600, bei der die 1-GiB-Karte mitunter verhungert (*Crysis Warhead*, *Battlefield 3*, *Metro 2033*, *Max Payne 3*). Einige Partner werten die HD 7850/1G durch hohen Takt auf, etwa Vertex 3D (VTX3D): Die von uns getestete X-Edition arbeitet mit satten 1.000/2.450 MHz (+16/2 % OC) und legt damit zwischen 12 und 14 Prozent an Fps zu. Die Lüftersteuerung arbeitet jedoch viel zu aggressiv, wir messen beim Spielen eine Lautheit von bis zu 3,7 Sone. Tipp: Mit 40 Prozent PWM-Drehkraft verharrt die Karte bei 1,8 Sone, ohne zu überhitzen.

Die HD 7850/2G ist natürlich ebenfalls übertaktet zu haben, wo-bei speziell die XFX Black Edition mit Double-Dissipation-Kühler po-sitiv heraussticht: +13/4 OC-Takt sowie nahezu unhörbare Kühlung (schlimmstenfalls 0,6 Sone) stehen auf der Habenseite, nur der relativ hohe Preis um 200 Euro dämpft die Freude – zu diesem Kurs ist die Sapphire HD 7870 Non-OC die bes-sere Wahl. Weitere Top-Karten fin-den Sie in der Testtabelle.

Sapphire HD 7770 Vapor-X OC ge-gen Palit GeForce GTX 650 OC: Sehr sparsam, aber keineswegs spaßarm. Die Leistungswerte der Palit GTX 650 OC finden Sie bereits ein paar Seiten zuvor. Die Karte punktet mit Sparsamkeit, geringer Lautheit und kompakter Bauweise – ideal für HT-PCs. Die Sapphire HD 7770 Vapor-X OC rechnet gute 30 Prozent schnel-ler und ist daher auch für Spieler interessant – der Preisunterschied zwischen den Karten passt zu ihrer Leistung. (rv)

Fazit

Hardware

Grafikkarten bis 220 Euro

Die Durststrecke ist vorbei, nach vielen Hochpreismonaten locken endlich wie-der schnelle Grafikkarten zu vernünf-tigen Kursen. Wer 200 Euro investieren möchte, greift entweder zu einer Rade-on HD 7870 oder zu einer GTX 660. Im Bereich um 150 Euro führt kein Weg an einer HD 7850 mit 1 GiB VRAM vorbei – wer gerne 8x AA einschaltet, sollte jedoch zur 2-GiB-Version greifen.

Wussten Sie, dass ...

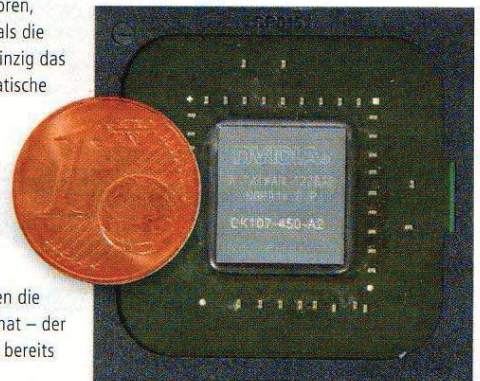


- ... der **GK107** (GTX 650/GT 640) nur 118 und Cape Verde (HD 7700) nur 123 mm² klein sind (siehe unten). Eine 1-Eurocent-Münze bringt es auf einen Flächeninhalt von 207 mm². AMDs Pitcairn (HD 7800) und Nvidias GK106 (GTX 660) liegen mit 212 respektive 214 mm² knapp darüber.
- ... die **GTX 660** standardmäßig Samsung-RAM trägt, während die GTX 650 mit Elpida-Chips bestückt wird? Die GTX 680, 670 und 660 Ti verfügen allesamt über Hynix-RAM, einzig die GTX 690 wurde schon zuvor mit Samsung-Chips bestückt.
- ... jeder **Radeon-Grafikkarte** eine Crossfire-Brücke beiliegt, aber nur ganz wenigen Geforces eine SLI-Brücke? Letztere finden sich vorwiegend beim Zubehör einer Hauptplatine.
- ... der **Lüfter** einer Grafikkarte bei gleicher PWM-Drehstärke unter absoluter Vollast leiser wird als im Leerlauf? Im PCGH VGA-Tool respektive Furmark hören sich beispielsweise 50 Prozent lauter an als im Leerlauf oder bei einer Runde BF3.

Größenvergleich: Chip vs. Cent

Um die oben angestellte Rechnung mit Bildern zu unterstreichen, haben wir den Kühler einer GeForce GTX 650 entfernt.

AMDs und Nvidias kleinste Grafikchips des Jahres 2012 verlieren gegen eine Eurocent-Münze – nicht in Sachen Gewicht und Wert, aber wenn es um den Flächeninhalt geht. Der sogenannte Die, Fachterminus für den eigentlichen Grafikchip mit seinen Logik- und Cache-Transistoren, ist sichtbar kleiner als die Währungseinheit. Einzig das Package, die quadratische Leiterplatte unter dem Die, verhilft dem GK107 zu einem Sieg im Größenduell. „A2“ bedeutet übrigens, dass der Chip erst nach zwei Revisionen die Marktreife erreicht hat – der GK106 schaffte das bereits als A1-Silizium.



Pro & Contra

Kaufen Sie eine Radeon ...

- ... HD 7870, wenn Sie die höchst-ten Bildraten innerhalb der 200-Euro-Klasse haben möchten (gilt auch für OC-Versionen).
- ... HD 7850/1G, wenn Sie nur 150 Euro zur Verfügung haben und gern selbst übertakten – GTX-660-Leistung ist möglich.



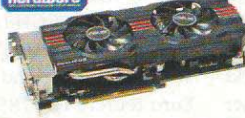
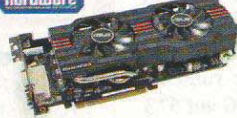
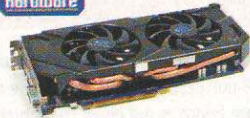
Kaufen Sie eine GTX 660, wenn Sie ...

- ... Wert auf Sparsamkeit in jeder Lage legen – speziell die 2D-Leistungsauf-nahme (Blu-ray & Co.) ist sehr gering.
- ... die Nvidia-Gimmicks um GPU-Physx (etwa für *Borderlands 2*), Ambient Occlusion und AA-Bits wertschätzen.



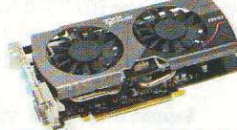


GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	Radeon HD 7870 OC	HD 7870 Direct Cu II TOP V2	GTX660-DC2T-2GD5	Radeon HD 7870 Iceq X Turbo
Hersteller/Webseite	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Asus (www.asus.de)	Asus (www.asus.de)	HIS (www.hisdigital.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/751973	www.pcgh.de/preis/798287	www.pcgh.de/preis/838003	www.pcgh.de/preis/751967
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Geforce GTX 660; GK106 (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.280/80/32	1.280/80/32	960/80/24	1.280/80/32
2D-Takt (GPU/VRAM)	300/300 MHz (0,825 VGPU)	300/300 MHz (0,822 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)	300/300 MHz (0,822 VGPU)
3D-Takt (GPU/VRAM)	1.050/2.500 MHz (1,176 VGPU; +5/4 % OC)	1.100/2.500 MHz (1,218 VGPU; +10/4 % OC)	1.071 (Boost: ~1.163/3.054 MHz (+9/2 % OC)	1.100/2.500 MHz (1,218 VGPU; +10/4 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,77	2,78	2,78	2,93
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (192 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GGDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GGDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GGDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	GGDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)
Monitoranschlüsse	1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	2x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 1x Displayport	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayport	1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport
Kühlung	„Dual-Fan“, Dual-Slot, Kupferkern, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte	„Direct Cu II“ (V2), Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Direct Cu II“, Dual-Slot, 3 DT-Heatpipes à 8 mm, 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühler	„Iceq X“, Dual-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 85-mm-Axiallüfter, keine VRM-/RAM-Kühler
Software/Tools/Spiele	Treiber-CD	GPU Tweak (Tweak-Tool), Treiber	GPU Tweak (Tweak-Tool), Treiber	Iturbo (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre
Kabel/Adapter	HDMI-DVI, HDMI-Kabel, DVI-VGA, 2x Strom	1 x Strom; Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA	DVI-VGA-Adapter	DVI-VGA-Adapter; Crossfire-Brücke
Sonstiges	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke	Asus-Custom-Platine	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Kartenhalter
Eigenschaften (20 %)	1,87	2,08	1,73	2,06
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	30/59/66 Grad Celsius	29/68/85 Grad Celsius	28/63/64 Grad Celsius	29/63/68 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,4 (20 %)/0,9 (36 %)/1,8 (44 %) Sone	0,3 (30 %)/1,5 (47 %)/5,1 (81 %) Sone	0,2 (10 %)/0,6 (45 %)/0,7 (48 %) Sone	0,4 (28 %)/1,6 (45 %)/1,9 (50 %) Sone
Spulenpeifen/-zirpen	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab sehr hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. 2D/Blu-ray/Dual-Monitoring	20/44/41 Watt	18/47/45 Watt	17,5/23/18 Watt	16/39/37 Watt
Leistungsaufn. 8C 2/Anno 2070/VGA-Tool	108/111/139 Watt (Powertune: Standard)	132/134/151 Watt (Powertune: Standard)	131/130/140 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	140/142/163 Watt (Powertune: Standard)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (1.155)/ja (1.210)/nein (1.260 MHz)	Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Nein (1.180)/nein (1.230)/nein (1.285 MHz)	Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)	Ja (3.360)/nein (3.510)/nein (3.665 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)
Spannung in Tools einstellbar?	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt, TDP 110 % mgl.)	Ja (GPU; via Iturbo bis 1,337 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	25,5 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	26,8 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	25,8 (PCB: 25,1)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)	24,5 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	2,09	2,04	2,16	2,04
FAZIT	- Flüsterleise und kühl - OC @ 1,25 GHz leise möglich - Viel Zubehör (als Full Retail)	- Sehr leiser, starker Kühler - Hoher Takt ab Werk - Keine VRM- & RAM-Kühlelemente	- HD-7870-Leistungsniveau - Nähezu unhörbare Kühlung - Relativ (!) hoher 2D-Verbrauch	- Mit die schnellste HD 7870 - Kühler arbeitet leise und kraftvoll - Wenig Zubehör
	Wertung: 2,18	Wertung: 2,19	Wertung: 2,20	Wertung: 2,22

GRAFIKKARTEN

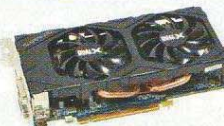
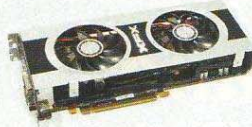
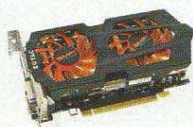
Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	Geforce GTX 660 OC	Radeon HD 7870 PCS+	N660 TF 2GD5/OC	GTX 660 Superclocked (SC)
Hersteller/Webseite	Palit (www.palit.biz)	Powercolor (www.powercolor.com/de)	MSI (www.msi-computer.de)	Evga (eu.evga.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/836721	www.pcgh.de/preis/751978	www.pcgh.de/preis/836893	www.pcgh.de/preis/837797
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 660; GK106 (28 nm)	Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)	Geforce GTX 660; GK106 (28 nm)	Geforce GTX 660; GK106 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	960/80/24	1.280/80/32	960/80/24	960/80/24
2D-Takt (GPU/VRAM)	324/324 MHz (0,875 VGPU)	300/300 MHz (0,824 VGPU)	324/324 MHz (0,887 VGPU)	324/324 MHz (0,862 VGPU)
3D-Takt (GPU/VRAM)	1.006 (Boost: ~1.019/3.054 MHz (+3/2 % OC)	1.100/2.450 MHz (1,218 VGPU; +10/2 % OC)	1.032 (Boost: ~1.124/3.004 MHz (+5/0 % OC)	1.045 (Boost: ~1.097/3.004 MHz (+7/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,93	2,88	2,83	2,78
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (192 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (192 Bit)	2.048 MiByte (192 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GGDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	GGDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GGDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	GGDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)
Monitoranschlüsse	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayport	2x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayport	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 85 mm axial, VRM-Kühler (RAM: blank)	„Prof. Cooling System“, Dual-Slot, 3 HP (1x 8, 2x 6 mm), 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Twin Frozr III“, Dual-Slot, 3 HP (1x 8, 2x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-Kühler (RAM: blank)	Referenzdesign (Direct Heat Exhaust), Dual-Slot, Vollbedeckung inkl. 65-mm-Radiallüfter
Software/Tools/Spiele	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber-CD	Treiber-CD	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber	Precision X (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 3 Jahre	Handbuch (multilingual); 3 Jahre
Kabel/Adapter	1 x Strom; Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA	Mini-DP-DVI-Adapterkabel, DVI-VGA	1 x Strom; Molex-auf-6-Pol, 1 x DVI-VGA	1 x Strom (Molex auf 6-Pol); Molex-auf-6-Pol
Sonstiges	Palit-Custom-Platine (ähnlich der Referenz)	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke	MSI-Custom-Platine	Referenzplatine; Kühler wie bei GTX 660 Ti
Eigenschaften (20 %)	1,58	2,15	1,66	1,95
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	31/70/78 Grad Celsius	28/70/73 Grad Celsius	29/58/61 Grad Celsius	33/74/78 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,3 (30 %)/1,0 (46 %)/1,3 (49 %) Sone	0,5 (20 %)/2,2 (41 %)/2,8 (46 %) Sone	0,4 (30 %)/0,9 (40 %)/0,9 (42 %) Sone	0,8 (30 %)/2,1 (48 %)/2,3 (50 %) Sone
Spulenpeifen/-zirpen	Unauffällig (erst ab sehr hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab sehr hohen vierstelligen Fps)	Überdurchschnittlich (lastabhängig Zirpen)
Leistungsaufn. 2D/Blu-ray/Dual-Monitoring	10/17/11 Watt	17/45/43 Watt	9,5/16/12 Watt	10/17/11 Watt
Leistungsaufn. 8C 2/Anno 2070/VGA-Tool	110/110/138 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	123/125/136 Watt (Powertune: Standard)	117/116/138 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	130/127/143 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)	Nein (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Nein (1.135)/nein (1.185)/nein (1.240 MHz)	Nein (1.150)/nein (1.200)/nein (1.255 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.360)/ja (3.510)/ja (3.665 MHz)	Ja (2.695)/ja (2.820)/ja (2.940 MHz)	Ja (3.305)/nein (3.455)/nein (3.605 MHz)	Ja (3.305)/nein (3.455)/nein (3.605 MHz)
Spannung in Tools einstellbar?	Ja (GPU bis 1,175 Volt, TDP 109 % mgl.)	Ja (GPU, bis 1,3 Volt)	Ja (GPU bis 1,175 Volt, TDP 110 % mgl.)	Ja (GPU bis 1,175 Volt, TDP 110 % mgl.)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	19,8 (PCB: 17,3)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)	24,3/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	22,0/3,4 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)	24,2 (PCB: 17,3)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	2,21	2,06	2,24	2,19
FAZIT	- Leise in jeder Lage - Geringe Leistungsaufnahme - Nur Mindestgewährleistung	- Hohe werkseitige Übertaktung - Unauffälliger Kühler - Keine VRM-/RAM-Kühler	- Sehr leiser, starker Kühler 3 Jahre Garantie - Kaum OC-Potenzial	- Direct-Exhaust-Kühler 3 Jahre Garantie - Kaum Tuning-Potenzial
	Wertung: 2,22	Wertung: 2,23	Wertung: 2,24	Wertung: 2,26

WERBUNG



GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	Geforce GTX 660	HD 7850 Black Edition Double D.	Radeon HD 7850 OC (2GB)	Radeon HD 7850 OC (1GB)
Hersteller/Webseite	Zotac (www.zotac.com)	XFX (xfxforce.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 180,-/gut	Ca. € 170,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcggh.de/preis/837783	www.pcggh.de/preis/751985	www.pcggh.de/preis/805045	www.pcggh.de/preis/829148
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 660; GK106 (28 nm)	Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)	Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)	Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	960/80/24	1.024/64/32	1.024/64/32	1.024/64/32
2D-Takt (GPU/VRAM)	324/324 MHz (0,875 VGPU)	300/300 MHz (0,822 VGPU)	300/300 MHz (0,825 VGPU)	300/300 MHz (0,825 VGPU)
3D-Takt (GPU/VRAM)	993 (Boost: ~1.033)/3.004 MHz (+1/0 % OC)	975/2.500 MHz (1,100 VGPU; +13/4 % OC)	920/2.500 MHz (1,075 VGPU; +7/4 % OC)	900/2.400 MHz (1,210 VGPU; +5/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,83	2,93	2,78	2,80
Speichermenge/Anbindung	2.048 MiByte (192 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (Samsung K4G20325FD-FC03)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)
Monitoranschlüsse	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayp.	2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 2x Mini-Displayp.	1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport	2 x DVI (1x DL, 1x SL), 1 x HDMI, 1 x Displayport
Kühlung	„Dual Silencer“, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, VRM-Kühler (RAM: blank)	„Ghost“, Dual-Slot, Kupferkern + 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, RAM-Kühler	„Dual-Fan“, Dual-Slot, Kupferkern + 2 Heatp. à 6 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Dual-X“, Dual-Slot, Kupferkern + 2 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler
Software/Tools/Spiele	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber-CD	Treiber-CD	Treiber-CD	Treiber; Downloads im Sapphire Select Club
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (englisch); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre
Kabel/Adapter	1 x Strom: Molex-auf-6-Pol, 1 x DVI-VGA	DVI-VGA, Crossfire-Brücke; keine Stromadapter	HDMI-DVI, HDMI-Kabel, DVI-VGA, Mini-DP-DP	HDMI-Kabel, DVI-VGA, 1 x Stromadapter
Sonstiges	Nachbau der GTX-660-Referenzplatine	Kein Dual-BIOS; „Zero Core Power“-Feature	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke	„Zero Core Power“-Feature; CF-Brücke
Eigenschaften (20 %)	1,78	1,89	2,01	2,04
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	30/66/73 Grad Celsius	31/72/72 Grad Celsius	29/57/63 Grad Celsius	29/58/62 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,4 (30 %)/1,8 (44 %)/2,2 (47 %) Sone	0,2 (20 %)/0,5 (29 %)/0,6 (32 %) Sone	0,3 (20 %)/1,1 (34 %)/1,7 (39 %) Sone	0,3 (20 %)/1,6 (36 %)/1,8 (39 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen	Überdurchschnittlich (lastabhängig Zirpen)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Überdurchschnittlich (lastabhängig Zirpen)
Leistungsaufn. 2D/Blu-ray/Dual-Monitoring	8/12/9,5 Watt	12/4/42 Watt	19/48/43 Watt	12/35/32 Watt
Leistungsaufn. BC 2/Anno 2070/VGA-Tool	121/120/139 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)	109/110/111 Watt (Powertune: Standard)	95/99/106 Watt (Powertune: Standard)	97/107/119 Watt (Powertune: Standard)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (1.090)/nein (1.140)/nein (1.190 MHz)	Ja (1.070)/nein (1.120)/nein (1.170 MHz)	Ja (1.010)/nein (1.060)/nein (1.105 MHz)	Ja (990)/ja (1.035)/ja (1.080 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)	Ja (2.640)/nein (2.760)/nein (2.880 MHz)
Spannung in Tools einstellbar?	Ja (GPU bis 1,175 Volt, TDP 110 % mgl.)	Nein	Nein	Nein
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	19,2 (PCB: 17,3)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)	25,0 (PCB 24,2)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	21,0 (PCB 19,9)/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)	21,0 (PCB 20,9)/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	2,27	2,39	2,44	2,59
FAZIT	⬢ Leerlauf: sehr sparsam ⬢ Kompakte Ausmaße ⬢ Geringe Übertaktung	⬢ Hohe Übertaktung & 2 GiB VRAM ⬢ Fast unhörbare Kühlung ⬢ GPU-Spannung nicht per Tool wählbar	⬢ Sehr kompakte Bauform ⬢ Sparsam & spiegeltauglich ⬢ OC durch fixe Spannung limitiert	⬢ Leiser, starker Kühler ⬢ Geringer Verbrauch beim Spielen ⬢ Nur 1 GiByte Grafikspeicher
	Wertung: 2,28	Wertung: 2,40	Wertung: 2,42	Wertung: 2,52

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Produkt	Radeon HD 7850 X-Edition (1GB)	Radeon HD 7850 Royal King (1GB)	Radeon HD 7770 Vapor-X OC	Geforce GTX 650 OC
Hersteller/Webseite	VTX3D; Bezugsquelle: Caseking.de	Club 3D (www.club-3d.com)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Palit (www.palit.biz)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 160,-/gut	Ca. € 180,-/befriedigend	Ca. € 130,-/ausreichend	Ca. € 110,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcggh.de/preis/804869	www.pcggh.de/preis/829011	www.pcggh.de/preis/758751	www.pcggh.de/preis/836716
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)	Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)	Radeon HD 7770; Cape Verde XT (28 nm)	Geforce GTX 650; GK107 (28 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.024/64/32	1.024/64/32	640/40/16	384/32/16
2D-Takt (GPU/VRAM)	300/300 MHz (0,825 VGPU)	300/300 MHz (0,825 VGPU)	300/300 MHz (0,825 VGPU)	324/324 MHz (0,975 VGPU)
3D-Takt (GPU/VRAM)	1.000/2.450 MHz (1,210 VGPU; +16/2 % OC)	910/2.400 MHz (1,210 VGPU; +6/0 % OC)	1.100/2.600 MHz (1,275 VGPU; +0/16 % OC)	1.071/2.600 MHz (1,112V; +1/+4 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,93	3,20	2,75	3,25
Speichermenge/Anbindung	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (128 Bit)	1.024 MiByte (128 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 40-F)
Monitoranschlüsse	2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 2x Mini-Displayp.	1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport	2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 1x Displayport	1 x DL-DVI-D, 1 x Mini-HDMI, 1 x D-Sub (VGA)
Kühlung	Eigendesign, Dual-Slot, eine Heatpipe à 8 mm, 90-mm-Axiallüfter, keine VRM-/RAM-Kühler	„Coolstream“, Dual-Slot, Direct-Touch-Heatpipe mit 8 mm, 90 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	„Vapor-X“, Dual-Slot, Vapor-Chamber + 2 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, RAM-Kühler	Eigendesign, Dual-Slot, Alu-Profil mit 65-mm-Axiallüfter, keine besondere VRM-/RAM-Kühlung
Software/Tools/Spiele	Treiber-CD	Treiber-CD	Treiber-CD	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber-CD
Handbuch; Garantie	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre	Faltblatt (multilingual); 2 Jahre
Kabel/Adapter	Displayport: Mini auf groß; DVI-VGA	Crossfire-Brücke	HDMI-Kabel, DVI-VGA, 1x Molex-auf-6-Pol	-
Sonstiges	„Zero Core Power“-Feature, keine Stromkabel!	„Zero Core Power“-Feature, keine Stromkabel!	Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke	-
Eigenschaften (20 %)	2,37	2,18	1,84	1,66
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	33/63/64 Grad Celsius	30/64/67 Grad Celsius	32/63/67 Grad Celsius	28/62/69 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,3 (20 %)/3,7 (51 %)/4,7 (57 %) Sone	0,5 (20 %)/2,2 (38 %)/2,5 (41 %) Sone	0,3 (20 %)/0,6 (37 %)/0,8 (41 %) Sone	0,7 (30 %)/0,8 (36 %)/0,8 (37 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab sehr hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. 2D/Blu-ray/Dual-Monitoring	13/50/45 Watt	10,5/34/31 Watt	8/21/14 Watt	11,5/15,5/12 Watt
Leistungsaufn. BC 2/Anno 2070/VGA-Tool	122/125/125 Watt (Powertune: Standard)	106/109/123 Watt (Powertune: Standard)	83/88/102 Watt (Powertune: Standard)	60/55/69 Watt
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (1.100)/nein (1.150)/nein (1.200 MHz)	Ja (1.000)/ja (1.045)/ja (1.090 MHz)	Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)	Ja (1.180)/ja (1.230)/nein (1.285 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (2.695)/nein (2.820)/nein (2.940 MHz)	Ja (2.640)/ja (2.760)/nein (2.880 MHz)	Ja (2.860)/ja (2.990)/nein (3.120 MHz)	Ja (2.860)/nein (2.990)/nein (3.120 MHz)
Spannung in Tools einstellbar?	Nein	Nein	Ja (GPU, bis 1,25 Volt)	Ja (GPU bis 1,138 Volt)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	20,2/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)	20,2 (PCB 19,9)/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)	22,5 (PCB 21,0)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)	15,3 (PCB: 14,6)/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	2,44	2,54	3,03	3,29
FAZIT	⬢ GTX-660/570-Leistungsniveau	⬢ Relativ kompaktes Design	⬢ Fast unhörbare Kühlung	⬢ Kaum hörbar und sparsam
	⬢ Hohe Lautheit beim Spielen	⬢ Großes OC-Potenzial	⬢ Sparsam in jeder Lage	⬢ Sehr kurz (HTPC-Eignung)
	⬢ Fast kein OC-Potenzial	⬢ Spartanisches Zubehör	⬢ So teuer wie die schnellere HD 6870	⬢ Kein Zubehör
	Wertung: 2,52	Wertung: 2,60	Wertung: 2,74	Wertung: 2,96

WERBUNG



Grafik-BIOS-Tuning

Übertakter kennen das: Damit die Grafikkarte mit erhöhter Geschwindigkeit arbeitet, muss stets ein OC-Tool mitlaufen. Das stört Sie? Dann brennen Sie die Wunschleistung doch einfach dauerhaft ein!

Zum Übertakten einer Grafikkarte nimmt man ein OC-Tool wie den MSI Afterburner oder Evga Precision – stimmt! Ein paar Klicks später arbeitet Ihr Pixelschubser schneller. Ein Klick an anderer Stelle macht Ihre Einstellungen rückgängig, als wäre nie etwas gewesen. Aber sind Sie es nicht auch leid, jedes Mal ein Tool zu bemühen, damit Ihre Grafikkarte optimal arbeitet? Dann sind Sie ein Kandidat für eine BIOS-Modifikation (Mod), bei der Ihre Wunschwerte dauerhaft in die Grafikkarte gebrannt und fortan beim Rechnerstart aktiviert werden. PC Games Hardware weist Ihnen den Weg.

Persönlichkeitsstörung

Stellen Sie sich das BIOS wie den Charakter Ihrer Grafikkarte vor: Das Basic Input Output System bestimmt die Taktraten verschiedener Lastszenarien (Power States), die dabei genutzten Spannungen,

das Temperament der Belüftung und Weiteres. Abhängig von Grafikkartenmodell und -generation dürfen Sie mal mehr und mal weniger Einfluss auf diese Parameter nehmen. Derartige Eingriffe haben neben gewollten Effekten – beispielsweise dauerhaft höherer Takt oder geringere Lautheit und Leistungsaufnahme – unangenehme Nebenwirkungen: Sie vernichten Ihren Gewährleistungs- respektive Garantieanspruch. Darüber sollten Sie sich im Klaren sein – und erst dann weiterlesen.

Risiken & Nebenwirkungen

Im Gegensatz zu Eingriffen per Tool, die sinnbildlich auf der Oberfläche von Grafikkarte und Betriebssystem stattfinden, handelt es sich bei einer BIOS-Modifikation um einen Low-Level-Tweak: Sie verändern die hierarchisch tief gelegenen Grundfunktionen. Kommt es hier zu Störungen, kann das fa-

tale Folgen haben. Keine Sorge, damit ist weder Feuer noch Rauch gemeint – aber fahrlässige Einstellungen im Eigenbau-BIOS können dazu führen, dass Ihre Grafikkarte kein Bild mehr ausgibt oder den 3D-Dienst quittiert. Die gute Nachricht: Während der Versuche für diesen Praxisartikel mit insgesamt etwa 30 durchgeführten Mods und Flash-Vorgängen passierte nichts, das sich nicht reparieren ließe – sofern Sie nicht deutlich von den hier skizzierten Mods abweichen.

Kenne deinen Freund

Bevor Sie eine Modifikation durchführen, sollten Sie Ihre Grafikkarte gut kennen. Das gilt vor allem, wenn Sie den Klassiker unter den BIOS-Mods durchführen möchten: der Grafikkarte höhere Taktraten einrichten. Im Optimalfall haben Sie Ihre Wunschfrequenzen zuvor per Overclocking-Tool und mit mehreren Spielen getestet, denn

dann ist das Risiko der Instabilität gering. Unsere Erfahrungswerte besagen beispielsweise, dass jede GeForce GTX 460 (675/1.350/1.800 MHz) mit kleiner Spannungszugabe als GTX 560 laufen kann (810/1.620/2.004 MHz) – bei guter Kühlung noch deutlich mehr. Kennen Sie die Limits Ihres Exemplars, dürfen Sie diese im BIOS-Editor eintragen. Wir empfehlen jedoch einen kleinen Puffer in Form eines geringeren Takts oder einer Spannungsstufe darüber. Wie das im Detail abläuft, klären wir später.

Eine Alternative zum Eigenbau stellen die originalen Overclocking-BIOS-Versionen der Grafikkartenhersteller dar. Hintergrund: Meistens basiert die OC-Version einer Grafikkarte auf der gleichen Hardware wie das Pendant mit Referenztakt (kein OC). Wenn das BIOS den einzigen Unterschied darstellt, liegt es nahe, diesen mithilfe eines BIOS-Flashes zu



beseitigen und eine Standardkarte in eine OC-Version zu verwandeln – natürlich wieder auf Kosten der Garantie und ohne die Sicherheit, dass die erhöhten Frequenzen mit jeder Karte stabil nutzbar sind. Bei jeglicher Übertaktung gilt: Jede Grafikkarte ist ein Unikat mit eigenen elektrischen Eigenschaften, daher gibt es keine Taktgarantie.

Bootmedium erstellen

Sicher haben wir nun Ihr Interesse geweckt, doch bevor es endlich ans „Modden“ gehen kann, gilt es noch eines zu erledigen. Da sich ein Grafikkarten-BIOS am sichersten in einer DOS-Umgebung aufspielen lässt, müssen Sie zunächst ein bootfähiges Medium einrichten, das diese Art der Zeitreise beherrscht. Das klingt trivial, stellte sich im Test aber als schwieriger heraus, als gedacht. Immerhin: Der Vorgang muss nur einmal durchgeführt werden. Wir empfehlen einen USB-Stick beliebiger Ausführung.

Bei uns hat sich die Kombination aus dem HP USB Disk Storage Format Tool und Win Image 8.5 (Google hilft weiter) in Kombination mit den Dateien von www.bootdisk.com bewährt. Laden Sie hier eines der Windows-98-SE-Pakete herunter und öffnen Sie es mithilfe von Win Image – 7-Zip und Co. schlagen fehl. Die enthaltenen Dateien extrahieren Sie nun in einen beliebigen Ordner und geben diesen anschließend im HP Format Tool an, welches Ihren (oben im Programm ausgewählten) Stick damit befüllt. Meldet das Tool einen Schreibschutz, formatieren Sie den USB-Stick zunächst unter Windows mit dem FAT32-Dateisystem: „Computer“ – Rechtsklick auf den Stick – „Formatieren...“.

Den frischen Boot-Stick bestücken Sie anschließend noch mit Atiflash (für Radeon-Grafikkarten) respektive Nvflash (für GeForce-Grafikkarten), jeweils in den Versionen für DOS – auch hier hilft eine Internet-Suchmaschine. Daneben existieren auch Tool-Versionen für Windows, allerdings raten wir aufgrund von mehreren damit „zerflashten“ Radeon-Karten ausdrücklich davon ab.

BIOS auslesen und sichern

Da sich ein BIOS nicht on-the-fly modifizieren lässt, müssen Sie es nun aus dem ROM der Grafikkarte extrahieren. GPU-Z ist dazu bei vielen Grafikkarten in der Lage,

schlägt aber beispielsweise bei allen Kepler-Modellen (GeForce 600) fehl. Nutzen Sie besser Ihren neuen Boot-Stick und lesen Sie das BIOS via Nvflash/Atiflash aus. Um in den DOS-Modus zu gelangen, stellen Sie die Boot-Reihenfolge Ihres Mainboards im BIOS/UEFI auf den Stick ein, woraufhin er in die Eingabeaufforderung bootet. Nun gilt:

```
■ nvflash --save Original.rom
■ atiflash -s 0 Original.rom
```

Vergessen Sie bei Atiflash die „0“ nicht. Den bei beiden Tools nötigen Strich ziehen Sie übrigens mit der **B**-Taste (rechts neben der **Null**). „Original“ dürfen Sie auch anders benennen; es steht für das Standard-BIOS, das nun auf dem USB-Stick gespeichert wird.

Alternative: BIOS-Sammlung aus dem Internet

Die eingangs erwähnte Methode, ein OC-BIOS auf eine Standard-Grafikkarte zu flashen, bedingt natürlich, dass Sie ein OC-BIOS aufreiben können. Ein solches finden Sie entweder auf der Webseite des Grafikkartenherstellers oder in einer der Sammlungen im Internet:

```
■ www.techpowerup.com/vgabios
■ www.mvktch.net
```

Werden Sie nirgends fündig, dann fragen Sie doch im PCGH-Extreme-Forum, ob jemand seine Dateien ausliest: <http://extreme.pcgameshardware.de>.

Flash-Vorgang

Möchten Sie ein BIOS flashen, dann geben Sie der Datei einen eindeutigen, prägnanten Namen und kopieren Sie es einfach auf den USB-Boot-Stick – ohne neue Ordner zu erstellen. Die Flash-Befehle lauten:

```
■ nvflash BIOS.rom
■ atiflash -p 0 BIOS.rom
```

Verlangt das Tool eine Bestätigung, drücken Sie die **Z**-Taste – sie miment im amerikanischen Tastaturlayout das **Y** für „Yes“. Nun wird das ROM programmiert. Einen Neustart später bootet die Grafikkarte mit dem neuen BIOS. Flashen Sie ein fremdes BIOS (anderer Hersteller, anderes Modell), müssen Sie das Update forcieren – aber nur, wenn Sie sicher sind, dass das korrekt ist:

```
■ nvflash -4 -5 -6 BIOS.rom
■ atiflash -f -p 0 BIOS.rom
```

Modden in drei Schritten

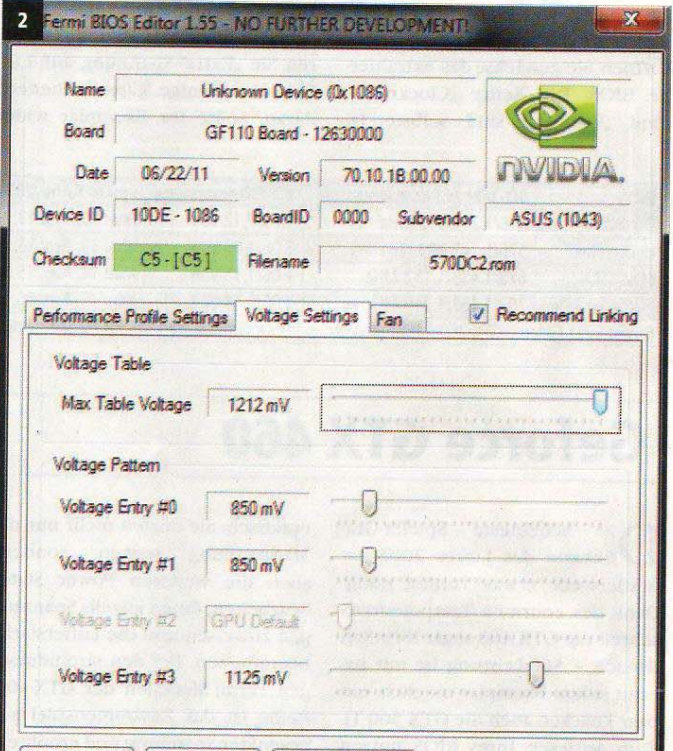
```
1 C:\>nvflash --save 580GS.rom

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.1)

Adapter: GeForce GTX 580 (10DE,1080,0000)

The display may go *BLANK* on and off for up
EEPROM depending on your display adapter and
```

Sicherung: Bevor Sie das BIOS modifizieren, sollten Sie eine Sicherheitskopie erstellen – etwa unter DOS mit NV Flash und dem obigen Save-Befehl plus Dateiname.rom. Bei einigen Karten lässt sich das BIOS auch mit GPU-Z auslesen.



Modding per FBE: So sieht eine GTX 570 aus, die nun im 3D-Modus mit 1,125 Volt und im Leerlauf nur noch mit 850 mV arbeitet. Unter „Performance Profile Settings“ geben Sie die Taktraten ein und weisen je einen Voltage Entry zu (wichtig!).

```
3 C:\>nvflash Mod.rom

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.117)

Checking for matches between display adapter(s) and image(s)

Adapter: GeForce GTX 580 (10DE,1080,1462,2550) H:--:NRM

Current - Version:70.10.17.00.01 ID:10DE:1080:1462:2550
          GF110 Board - 12610002 (Normal Board)
Replace with - Version:70.10.17.00.01 ID:10DE:1080:1462:2550
              GF110 Board - 12610002 (Normal Board)
Update display adapter firmware?
Press 'y' to confirm (any other key to abort): -
```

Flashen: Nachdem Sie das Mod-BIOS gespeichert haben, flashen Sie es mit dem obigen Befehl. Meldet das Programm einen Schreibschutz, müssen Sie diesen zunächst per „nvflash -r Test.rom“ knacken. Anschließend gilt „nvflash Name.rom“ (s. oben).



Geforce GTX-200-Reihe

Besitzer einer Geforce GTX 200 dürfen Ihr BIOS entweder per GPU-Z unter Windows oder via Nvflash unter DOS auslesen. Die Modifikation der Datei nehmen Sie anschließend mit dem Nvidia BIOS Editor (Nibitor) vor (Download bei www.mvktech.net). Den größten Spielraum haben dabei die GTX-200-Karten der 65-Nanometer-Ära (GTX 280, GTX 260 mit Backplate); bei den neueren Modellen 285 und 275 sind Spannungsänderungen nur eingeschränkt möglich – das Setzen anderer Taktraten funktioniert aber tadellos.

Modding per Nibitor

Öffnen Sie zunächst das extrahierte BIOS. Die Reiter „Clockrates“ und „Voltages“ sind selbsterklä-

rend, deren Unterpunkte nicht zwangsläufig. „Extra“ verkörpert den Spiele-Powerstate, „3D“ hingegen ist ein Zwischenschritt, den Sie ignorieren können. Unter „2D“ stehen die Einstellungen für den 2D-Leerlauf. Viele Karten arbeiten hier mit unnötig hoher Spannung; unsere Tests mit mehreren Exemplaren haben ergeben, dass sie alle mit 1,05/1,06 Volt (modellabhängig) funktionieren. Ihre Karte erlaubt minimal 1,06 Volt, nicht aber 1,03? Hier schafft eventuell ein anderes BIOS von Mvktech Abhilfe.

Unsere Empfehlung: Starten Sie mit dem Standardtakt und reduzieren Sie „Extra“-Spannung auf 1,06 Volt. Nur wenige Karten scheitern daran. Sollte Ihr Exemplar wider-

Erwarten unter 3D abstürzen oder Bildfehler zeigen, benötigt sie 1,12 Volt, 1,18 sind jedoch nie zwingend nötig. Das Undervolting spart bis zu 30 Watt im Spielbetrieb und die Belüftung wird leiser. Übrigens: Eine GTX 275/285 verliert mit 1,05 statt 1,15 Volt 3D-Spannung viel von ihrem zweifelhaften Fiep- und Zirp-Potenzial – nur wenige Karten stemmen das jedoch ohne gleichzeitiges Underclocking.

Unter „Temperatures“, „Fanspeed IC“ dürfen Sie auch das Lüfterverhalten verändern, außerdem lässt sich festlegen, mit welcher Drehzahl das Gebläse im Leerlauf arbeitet. Standardmäßig arbeiten



alle GTX-200-Karten mit 40 Prozent Drehkraft (Lautheit: rund 1,5 Sone). Senken Sie die Drehzahl auf 25 Prozent, erreicht der Grafikchip knapp 60 Grad Celsius, ist mit nur 0,3 Sone jedoch fast unhörbar.

Obwohl der Weg des Eigenbau-BIOS mit Anpassung an die eigene Grafikkarte ideal ist, können Sie auch Hersteller-OC-Dateien flashen, etwa um höhere Spannungen zu erhalten. Wir haben es mit dem Super-Super-Clocked-BIOS (SSC) von Evga ausprobiert: Verbrauch und Lautstärke explodieren – das lohnt sich nur, wenn Sie höchstmöglich übertakten möchten.

BIOS	3D-Takt (GPU/ALU/VRAM)	2D-/3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Belüftung & Temperatur Anno	Verbrauch in Anno	Verbrauch Windows-Desktop
Original	576/1.242/999 MHz	1,06/1,12 Volt	Min: 12, Avg: 13,2	46 %, 76 °Celsius	148 Watt	50 Watt
Undervolted	576/1.242/999 MHz	1,06/1,06 Volt	Min: 12, Avg: 13,2	42 %, 74 °Celsius	129 Watt	50 Watt
Evga SSC	675/1.453/1.152 MHz	1,06/1,18 Volt	Min: 14, Avg: 15,5	55 %, 81 °Celsius	172 Watt	50 Watt
Höchstleistung	702/1.453/1.215 MHz	1,06/1,18 Volt	Min: 15, Avg: 16,1	58 %, 82 °Celsius	177 Watt	50 Watt

Basis: Evga Geforce GTX 260-216 (Referenzdesign). Optional dürfen Sie die 2D-Spannung senken, sofern Ihre Karte mehr als 1,06 Volt einstellt.



Geforce GTX 460

Die beliebteste Spieler-Grafikkarte des Jahres 2010 hat mittlerweile etwas Tuning nötig. Dank des enormen Taktpotenzials schreitet die GTX 460 sogar förmlich danach – 560-Leistung ist mit nahezu jedem Exemplar möglich, ein paar knacken auch die GTX 560 Ti. Zum Auslesen Ihres BIOS nutzen Sie entweder GPU-Z oder Nvflash.

Der Fermi BIOS Editor (FBE)

Der Fermi BIOS Editor (auf DVD) stammt aus demselben Hause wie der Nvidia Inspector und ist ideal zum BIOS-Modden jeder Geforce 400/500 – mit Ausnahme der jüngsten Modelle GTX 560 Ti, Ti-448 und GTX 580/3G. Da der Autor das Programm nicht weiterentwickelt, wird sich daran nichts ändern.

Praktisch: Sie dürfen nicht nur die 3D-Spannung senken, sondern auch die weiteren Power States bearbeiten, ihnen jeweils Spannungen zuweisen und die Lüfterstärke beeinflussen. Bei den stromdurstigen Fermi-Modellen der GTX-400-Reihe ist das Zusammenspiel aus gesenkter Spannung und erhöhtem Takt sowohl lohnenswert als auch realistisch.

Nehmen wir unser Testobjekt, eine Geforce GTX 460 Windforce von Gigabyte: Die Karte arbeitet als OC-Version mit 729/1.458/1.800 MHz (GPU/ALU/VRAM) bei 0,975 Volt; die maximale in OC-Tools zugelassene Kernspannung beträgt wie bei jeder GTX 460 1,087 Volt. Im Reiter „Voltage Settings“ dürfen Sie

die „Max. Table Voltage“ auf bis zu 1,212 Volt erweitern – diese Spannung steht nach dem BIOS-Flash in OC-Tools zur Wahl.

Die Voltage Entries #0 bis #3 sind den einzelnen Power States zugewiesen, die Sie unter „Performance Profile Settings“ finden. Under- und Overvolting ist sowohl für die Modi 2D (P12-Profil), Video (P8) als auch 3D (P0) möglich. Im PCGH-Testlabor hat keine Fermi-Grafikkarte Probleme mit nur 825 Millivolt 2D-Spannung anstelle der üblichen 875 bis 912 mV, die Leistungsaufnahme sinkt jedoch messbar. Wichtig ist, dass Sie diese Spannung nicht nur im Voltage-Reiter einstellen, sondern Sie auch bei den Performance

Profile Settings verknüpfen!

Aprópos: Im P0-Profil ist erst der mittlere Wert veränderbar; hierbei handelt es sich um den Takt der ALU-Domäne (Shader). Dieser ist immer doppelt so hoch wie der eigentliche Chiptakt. Tragen Sie hier 1.700 MHz ein, arbeitet Ihre Grafikkarte mit 850/1.700 MHz (GPU/ALU). Rechts daneben wartet der Speicher auf Ihren Eingriff. Vorsicht bei den ersten Fermis (GTX 480/470): Das RAM-OC-Potenzial ist gering und hängt zudem stark von der Kernspannung ab, die beste GTX 480 erreicht nur knapp 2.100 MHz (470: 1.800). Besser und deutlich hörbar ist, die GPU-Spannung kräftig zu senken.

BIOS	3D-Takt (GPU/ALU/VRAM)	2D-/3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Belüftung & Temperatur Anno	Verbrauch in Anno	Verbrauch Windows-Desktop
Referenztakt	675/1.350/1.800 MHz	0,875/0,975 Volt	Min: 14, Avg: 15,8	44 %, 1.700 U/Min., 62 °Celsius	125 Watt	14 Watt
Undervolted	675/1.350/1.800 MHz	0,825/0,925 Volt	Min: 14, Avg: 15,8	41 %, 1.500 U/Min., 60 °Celsius	111 Watt	13 Watt
Optimiert	850/1.700/2.300 MHz	0,825/1,050 Volt	Min: 18, Avg: 20,1	60 %, 2.350 U/Min., 69 °Celsius	173 Watt	13 Watt
Höchstleistung	900/1.800/2.300 MHz	0,825/1,125 Volt	Min: 19, Avg: 21,2	75 %, 2.900 U/Min., 77 °Celsius	212 Watt	13 Watt

Basis: Gigabyte GTX 460/1G Windforce. GTX-560-Werte (810/1.620/2.004 MHz) auf einer GTX 460 sind fast immer drin – die Leistungsaufnahme explodiert jedoch bei hoher Spannung.



Geforce GTX 570/580

Fermi-Grafikkarten, die bis Ende 2010 veröffentlicht wurden, lassen sich bequem mit dem Fermi BIOS Editor (FBE) verfeinern – Besitzern einer GTX 560 Ti und Ti-448 schmettert das Tool leider eine Fehlermeldung entgegen. Auch relativ exotische 570- und 580-Versionen mit 2,5 respektive 3 GiByte Speicher werden vom FBE nicht erkannt.

Großes Potenzial – nach oben wie unten

Fermi-Grafikkarten sind für ihren Stromdurst berühmt-berüchtigt geworden. Die gute Nachricht: Senken Sie die Spannungen per BIOS, verbraucht Ihre High-End-Grafikkarte der 40-Nanometer-Ära deutlich weniger Strom als im Aus-

lieferungszustand und bleibt dabei außerdem hörbar leiser. Die Vorgehensweise im FBE ist die gleiche wie bei der Geforce GTX 460 auf der vorigen Seite.

Bevor Sie emsig Werte in den BIOS Editor schreiben, sollten Sie die in OC-Tools gesetzten Takt-/Volt-Einstellungen ausgiebig testen. Im Praxisalltag mit BIOS-Mod-Grafikkarten kam es schon öfter vor, dass vermeintlich stabile Einstellungen unter ungünstigen Bedingungen doch zum Absturz führten. Faustregel: Laufen anspruchsvolle Spiele wie *Battlefield 3*, *Crysis 2*, *Anno 2070*, *The Witcher 2* & Co. stundenlang ohne Probleme, dürfen Sie Ihre Einstellungen ins BIOS übernehmen. Ideal: Auch wenn

Ihre Grafikkarte zahlreiche Gefechte mit 1,05 Volt Kernspannung und 2.250 MHz Speichertakt überstanden hat, nehmen Sie besser 1,062 Volt und 2.200 MHz. Diese Knautschzone für den Ernstfall kann sich gerade bei zukünftigen Spielen auszahlen. Andererseits: Ein BIOS-ROM lässt sich unzählige Male beschreiben und im Falle des Absturzes helfen auch die bewährten Overclocking-Tools wie der MSI Afterburner und Nvidia Inspector kurzfristig aus.

So verlockend es ist, mehr als 1,1 Volt ins BIOS zu bannen und die Maximalspannung auf 1,21 Volt freizuschalten: Ohne einen



kräftigen Kühler werden Sie keinen Spaß mit derartigen Einstellungen haben. Unsere Erfahrungswerte besagen: Sehr gute GTX-580/-570-Grafikkarten stemmen 900/1.800 MHz Chiptakt schon mit weniger als 1,1 Volt, viele benötigen etwas mehr Saft und werden dadurch enorm heiß. Die unten stehende Tabelle demonstriert die Explosion des Verbrauchs, obwohl es sich um ein sehr gut gekühltes Testobjekt handelt. 1.000/2.000 MHz sind nur mit einer Wasserkühlung möglich. Der Vorschlag „Optimiert“ stellt einen guten Kompromiss dar.

BIOS	3D-Takt (GPU/ALU/VRAM)	2D-/3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Max. Lüfterdrehzahl Anno	Verbrauch in Anno	Verbrauch Windows-Desktop
Original	742/1.484/1.900 MHz	0,912/0,988 Volt	Min: 26, Avg: 28,2	27 %, 1.440 U/Min., 68 °Celsius	198 Watt	26 Watt
Undervolted	742/1.484/1.900 MHz	0,850/0,950 Volt	Min: 26, Avg: 28,2	26 %, 1.380 U/Min., 65 °Celsius	181 Watt	23 Watt
Optimiert	850/1.700/2.300 MHz	0,850/1,050 Volt	Min: 29, Avg: 32,4	31 %, 1.590 U/Min., 77 °Celsius	256 Watt	23 Watt
Höchstleistung	900/1.800/2.300 MHz	0,850/1,125 Volt	Min: 31, Avg: 34,2	35 %, 1.740 U/Min., 86 °Celsius	322 Watt	23 Watt

Basis: Asus N570GTX Direct Cu II. Gesenkter Verbrauch im Leerlauf ist immer möglich, optional drehen Sie an den 3D-Werten – mit deutlichen Auswirkungen.

Geforce GTX 670

Ein paar Monate lang sah es so aus, als gäbe es keinerlei Overvolting-Möglichkeit für Kepler-Grafikkarten (Geforce GTX 600). Für tuningfreudige Nutzer, die sich ein angepasstes BIOS zimmern möchten, sieht es nach wie vor düster aus, denn der Fermi BIOS Editor wird nicht weiterentwickelt und auch der Nibitor ist nicht mit der neuen Nvidia-Serie kompatibel.

Ein Licht im Dunkel findet sich im Overclock.net-Forum – zumindest für Besitzer einiger GTX-670-Grafikkarten: Ein Nutzer hat sich daran gemacht, sogenannte Unlocked-BIOS-Versionen zu erstellen. Die Veränderungen erhöhen den Overclocking-Spielraum durch Heraufsetzen der Maximalspannung auf 1,21 Volt (Standard: 1,175) und ein erweitertes Power Target

(bis zu 250 anstelle von 170 Watt). Den Downloadlink finden Sie unter www.pcg.de/aid.1016325.

Unleash the beast

Bei Redaktionsschluss bot der Mod-Autor nicht nur „aufgeschlossene“ BIOS-Versionen für Referenzkarten (etwa von Evga) an, sondern auch für Custom-Designs wie Asus' Direct Cu II und MSIs N670GTX Power Edition/OC. Wir haben unser Testmuster der letztgenannten Karte erfolgreich modifiziert: Nachdem Nvflash das BIOS ohne Konflikte aufspielte, melden GPU-Z, Evga Precision X und der MSI Afterburner eine Maximalspannung von 1,21 Volt. Die Boost-Freudigkeit ändert sich nicht, unser Testmuster verharrt wie zuvor bei konstant 1.202 MHz beim Spielen, während die Leistungsaufnahme nur ge-

ringfügig ansteigt. Der positive Effekt des Unlocked-BIOS zeigt sich erst bei manueller Übertaktung: Dank der höheren Spannung schultert unsere GTX 670 PE in *Battlefield 3* den „elitären“ Kerntakt von 1.337 MHz – zuvor war bei 1.262 MHz Schluss. Das funktioniert aber nur wegen der starken Kühlung.

OC-BIOS auf Standardkarte

Möchten Sie Ihrer Non-OC-Grafikkarte mit geringerem Defektrisiko Beine machen, bietet es sich an, sie mit einem passenden OC-BIOS zu bespielen. Asus, Evga & Co. führen jeweils Standard- und übertaktete Versionen der gleichen Grafikkarte – „gleich“ im Sinne der Hardware, das BIOS ist verschieden. Mangels entsprechender Karten haben wir dieses Unterfangen nicht getestet,



aber wie bei vorigen Generationen spricht nichts gegen den Erfolg dieser Idee. So können Besitzer einer Evga Geforce GTX 660 Ti es wagen, das „Superclocked“-BIOS (SC) zu flashen – bedingt durch das moderate Overclocking von 915 auf 980 MHz Basistakt ist das Risiko der Instabilität gering. Nutzer einer Asus GTX 670 DC2 probieren das BIOS der DC2T (TOP) aus, wobei hier ein größeres Risiko besteht: Die Takt-raten inklusive Boost werden bei gleichbleibender Spannung (maximal 1,175 Volt) angehoben, da Nvidia offiziell keine höheren Werte zulässt.

BIOS	3D-Takt (GPU/VRAM)	3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Max. Lüfterdrehzahl Anno	Verbrauch in Anno	Max-OC in BF3
Original	1.019 (Boost: 1.202)/3.004 MHz	max. 1,175 Volt	Min: 42, Avg: 46,4	48 %, 2.160 U/Min., 66 °Celsius	181 Watt	1.252/3.649 MHz
Unlocked-BIOS	1.019 (Boost: 1.202)/3.004 MHz	max. 1,212 Volt	Min: 42, Avg: 46,6	49 %, 2.190 U/Min., 66 °Celsius	185 Watt	1.337/3.649 MHz

Basis: MSI N670GTX Power Edition/OC. Das Mod-BIOS steigert primär das OC-Potenzial – ohne Änderungen am Takt verhält sich die Karte fast wie zuvor.



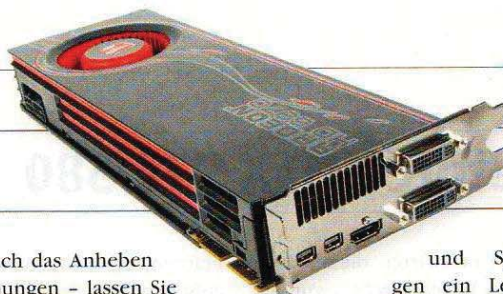
Radeon HD 6950

Mit der HD-6900-Reihe führte AMD das Dual-BIOS ein: Ein kleiner Schalter an der Oberseite der Karte vollzieht den Wechsel, nach einem Neustart ist das schreibgeschützte Backup-BIOS aktiv. Das andere dürfen Sie folglich ohne großes Risiko modifizieren. Die schlechte Nachricht: AMD untersagt seit der HD 5000 höhere

Taktraten per BIOS – der Treiber schiebt einen Riegel vor. Wohl aber ist es möglich, die Spannungen (geringfügig) zu erhöhen und im Falle einer Radeon HD 6950 die deaktivierten Rechenwerke freizuschalten. Das tun Sie entweder mit einem Shader-Unlock-BIOS aus dem Internet oder per Radeon BIOS-Editor, kurz RBE. Letzterer

erlaubt auch das Anheben der Spannungen – lassen Sie aber die Finger von den Taktraten, wenn Ihre Grafikkarte ordnungsgemäß arbeiten soll! Wir haben ein HD-6950-Referenzdesign der ersten Charge schrittweise zur HD 6970 verwandelt: Die Shader-Mod funktioniert nicht immer, bringt aber dank gleichbleibender Taktraten

und Spannungen ein Leistungsplus, ohne den Verbrauch nennenswert zu erhöhen. Flashen Sie ein echtes HD-6970-BIOS (Einstellung 3 in der Tabelle), werden Versorgung und Taktraten angehoben, sodass die Leistungsaufnahme insgesamt um 25 Prozent ansteigt. Beachten Sie hierbei, dass Ihre HD 6950 den Speichertakt einer HD 6970 verkräften muss – wir hatten im Testlabor bereits Ausreißer, die mit Grafikfehlern ausstiegen. Mehr zum RBE unter www.techpowerup.com/downloads/Utilities/RBE.



BIOS	3D-Takt (GPU/VRAM)	3D-Spannung	Fps in Anno 2070	GPU-Temp. in Anno	Verbrauch in Anno
AMD Original	800/2.500 MHz	1,100 Volt	Min: 24, Avg: 26,9	56 Grad Celsius	128 Watt
ALUs freigeschaltet	800/2.500 MHz	1,100 Volt	Min: 26, Avg: 28,2	57 Grad Celsius	132 Watt
HD-6970-BIOS	880/2.750 MHz	1,175 Volt	Min: 29, Avg: 31,0	62 Grad Celsius	161 Watt

Basis: Sapphire Radeon HD 6950/2G + Alpenföhn Peter. Fazit: Ausprobieren, denn dank Dual-BIOS ist das Risiko gering.

Radeon HD 7950/7970

Besitzer einer Radeon HD 7970 oder HD 7950 können standardmäßig auf ein Dual-BIOS zurückgreifen. Überprüfen Sie das vorher, einige Nutzer berichten bei neueren Revisionen, dass der Schalter dem Rotstift zum Opfer fiel (etwa bei XFX). Bei einer HD 7800 und kleiner fehlt das zweite BIOS bereits beim AMD-Referenzdesign. Das BIOS extrahieren Sie am besten per Atiflash (Seite 2 des Artikels).

HD 7970 wird GHz Edition

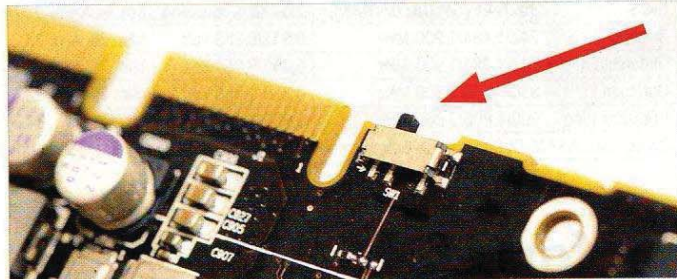
Da auch bei der HD 7000 keine ausufernden Modifikationen möglich sind, müssen Sie sich mit Overclocking-BIOS-Versionen aus dem Internet behelfen. Wir haben ein Referenzdesign der Radeon HD 7970 mit einigen Herstellerversionen bespielt. Tun Sie das ebenfalls, ist Ihnen Widerstand seitens Atiflash sicher: Wer ein BIOS mit abweichender Device ID flashen

möchte und gar noch der Hersteller ein anderer ist, muss den Vorgang forcieren – untermalt von mehreren Warnungen. In diesem Fall füttern Sie Atiflash unter DOS mit dem folgenden Kommando und bestätigen Rückfragen mit der Z-Taste:

■ atiflash -f -p 0 BIOS.rom

Das „f“ steht wenig überraschend für „force“ (zwingen).

Wie Sie an unseren Ergebnissen in der Tabelle sehen, kommen die Warnungen nicht von ungefähr, denn natürlich funktioniert nicht jedes BIOS mit jeder Grafikkarte. Das gilt speziell dann, wenn ein Hersteller Änderungen an der Hardware vorgenommen hat und sie dementsprechend anders ansteuert. Nur eines können wir nahezu sicher sagen, basierend auf zahlreichen



Tests mit unterschiedlichen Karten: Das Black-Edition-BIOS von XFX funktioniert auf jeder Radeon HD 7970 im Referenzdesign. Haben Sie dieses geflasht, arbeitet Ihre Grafikkarte mit 1.000/2.850 anstelle von 925/2.750 MHz. Das von AMD publizierte GHz-Edition-BIOS ist störrischer, bei zwei Testkarten funktionierte der 3D-Modus nicht. Abhilfe schafft ein (auf unbekannte Weise) bearbeitetes GHz-Edition-BIOS, das Sie auf der Heft-DVD finden.

HD 7950 bekommt Boost

Auch bei der HD 7950 lockt ein neues BIOS aus dem Hause AMD, das theoretisch jeder HD 7950 zum sogenannten Powertune Boost verhilft, einer dynamischen Über-taktungsfunktion. Auf unserer Referenzkarte funktionierte das bestens, allerdings raten wir eher zu einem Hersteller-OC-BIOS, das konstant 880 oder 900 MHz Kerntakt anlegt – damit ist die Leistung konstant und im Mittel höher. (rv)

BIOS	3D-Takt (GPU/VRAM)	3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Belüftung & Temp. Anno	Verbrauch in Anno
AMD Original	800/2.500 MHz	1,093 Volt	Min: 35, Avg: 39,2	35 %, 1.950 U/Min., 70 °C	148 Watt
AMD Boost-BIOS	Bis zu 925/2.500 MHz	1,125 Volt	Min: 38, Avg: 41,5	36 %, 2.000 U/Min., 72 °C	169 Watt
Sapphire OC	900/2.500 MHz	1,093 Volt	Min: 39, Avg: 43,8	43 %, 2.470 U/Min., 61 °C	147 Watt
XFX Black Edition	900/2.750 MHz	Fehlfunktion	Fehlfunktion	Fehlfunktion	Fehlfunktion

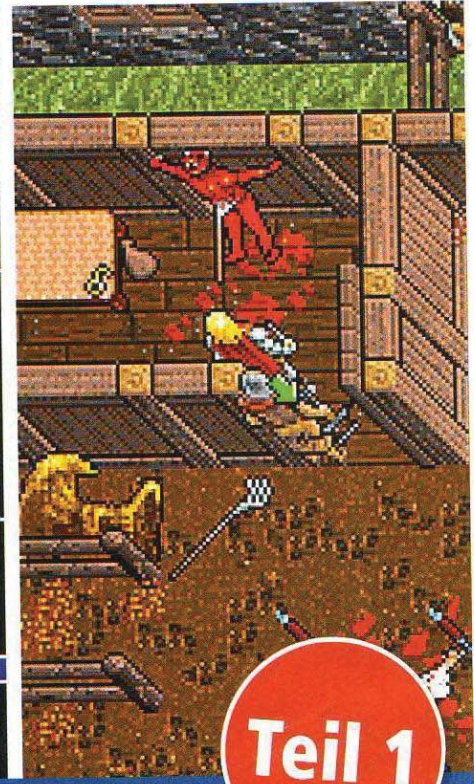
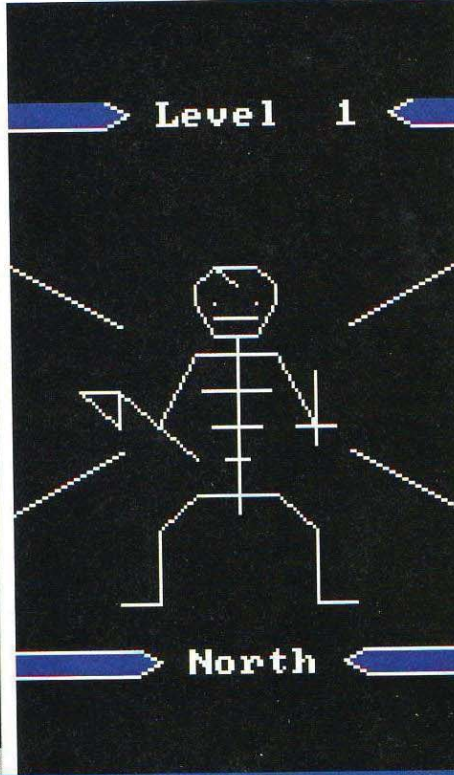
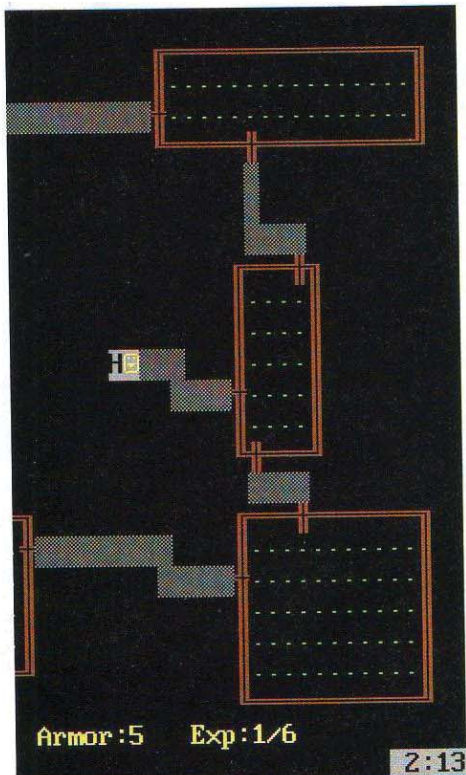
Basis: AMD Radeon HD 7950 (Referenzdesign). Das Sapphire-OC-BIOS bringt eine aggressivere Lüftersteuerung mit.

BIOS	3D-Takt (GPU/VRAM)	3D-Spannung	Fps in Anno 2070	Belüftung & Temp. Anno	Verbrauch in Anno
MSI Original	925/2.750 MHz	1,175 Volt	Min: 44, Avg: 47,5	46 %, 2.640 U/Min., 80 °C	232 Watt
XFX Black Edition	1.000/2.850 MHz	1,175 Volt	Min: 48, Avg: 52,0	47 %, 2.700 U/Min., 81 °C	239 Watt
AMD GHz Edition	1.000-1.050/3.000 MHz	1,20-1,25 Volt	Min: 50, Avg: 53,6	49 %, 2.900 U/Min., 81 °C	258 Watt
VTX3D X-Edition	1.050/2.850 MHz	–	Absturz	Absturz	Absturz
Sapphire OC	1.000/2.900 MHz	–	Absturz	Absturz	Absturz

Basis: MSI HD 7970 (Referenzdesign). Die VTX3D-/Sapphire-BIOS-erlauben auf der Referenzkarte nur 2D-Betrieb.



WERBUNG



Vom ASCII-Zeichen bis zur Global Illumination

Spielegrafik im Wandel

Am Anfang war der ASCII-Zeichensatz ... So könnte man die Geburt des PC-Spiels beschreiben. PCGH wirft einen Blick zurück auf die Anfänge und auf wichtige Entwicklungen der Spielegrafik.

Rea-Time Global Illumination, Photon-Mapping, Ray-Tracing und ein gutes Dutzend weiterer, zumeist anglophil anmutender Schlagwörter bestimmen derzeit, ob ein 3D-Spiel (möglicherweise) über eine gute Grafik verfügt. Dabei fallen die Verbesserungen zunehmend geringer aus – eben weil die PC-Grafik die bedeutendsten Schritte schon hinter sich hat. Bei manchen Werbe-Screenshots kommender Spiele fragt man sich trotzdem unwillkürlich, ob es sich bei den Bildern um Computergrafik oder stark nachbearbeitete Fotos handelt. Wir zeichnen den langen Weg der Computergrafik nach – von den ASCII-Anfängen bis zum Fernziel „Holodeck“.

Von der Schreib- zur Spielmaschine

Der IBM-PC war in seiner Urform alles andere als spieletauglich – selbst im Vergleich zu anderen

Computern seiner Zeit. Allein die Ausgabemöglichkeiten mit einer Zweifarb-Palette in einem Raster von 80 Zeichen in 25 Zeilen waren arg begrenzt, von Geräuschuntermalung abseits der Pieptöne des PC-Speakers und anderen heute üblichen Annehmlichkeiten ganz zu schweigen. Über die Jahre wurden allerdings verschiedene neue Grafikstandards wie EGA oder VGA geschaffen, die neben pixelgenauer Ansteuerung des Monitors auch die gleichzeitige Verwendung verschiedener – erst vier, später 16 oder gar 256 – Farben erlaubten und somit auch die erkennbare Darstellung von Bildern. Weitere Details entnehmen Sie bitte der Tabelle auf der rechten Seite.

Von ASCII zu Grafik

Bei den ersten Spielen handelte es sich um Rollenspiele und reine Text-Adventures oder sogenannte „Interactive Fiction“: Geschichten-

erzählung mit der Möglichkeit, den Handlungsverlauf zu beeinflussen. Eine grafische Darstellung im heute üblichen Sinne gab es nicht, vielmehr wurde der übliche Zeichensatz, der American Standard Code of Information Interchange, kurz ASCII, dazu zweckentfremdet. Der Spielercharakter war in *Rogue* zum Beispiel ein ASCII-Smile, Gegner wurden durch ihre Anfangsbuchstaben gekennzeichnet – ein „S“ steht etwa für eine Schlange, ein „H“ für einen Hobgoblin (wie oben links zu sehen).

Um das Jahr 1980 herum begannen Spieleentwickler wie das Ehepaar Williams (u. a. bekannt für *King's Quest*), grobe Skizzen zur visuellen Unterstützung der textgetragenen Handlung in Adventures einzuführen. Allerdings handelte es sich bei dieser Art von Grafik nicht um etwas, das auch nur annähernd etwas mit den bunten Bildern aus der

späten DOS-Zeit zu tun hatte. Auch hier waren es eher Strichzeichnungen, wenngleich sie schon deutlich mehr mit erkennbarer Grafik zu tun hatten als die ASCII-Wüsten. Das Adventure *Mystery House* (1980, Apple II) gilt als das erste, das diese Art von Grafik einsetzt. Später, mit den vergleichsweise fortschrittlicheren Farbstandards EGA und VGA, entwickelte sich die Grafik sowohl in Sachen Animation als auch hinsichtlich des Detailgrades der Bilder deutlich weiter, obwohl bereits *Ultima I* eine 3D-Ansicht in Vektor-/Liniengrafik (siehe mittleres Bild oben) bot.

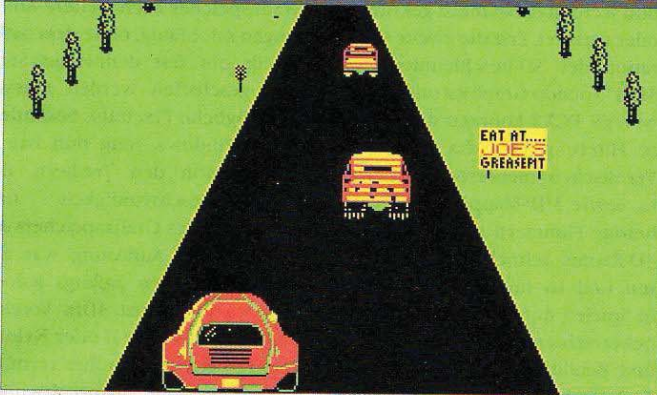
Zenit der DOS-Grafik

Dank trickreicher Ausnutzung des VGA-Standards inklusive cleverer Mode-X-Hacks, welche höhere Auflösungen mit 256 Farben kombinierten, erreichte die reine DOS-Grafik Anfang bis Mitte der Neunzigerjahre ihren Höhepunkt.

Prähistorische Grafik

Neben zwei von drei Beispielen im Aufmacher hatte auch das Assembler-Rennspiel *Turbo* von 1987 (linkes Bild unten) eine für moderne Verhältnisse ziemlich bescheidene Grafik. Dagegen sah das unbeschleunigte, DOS-basierte *The Need for Speed* (rechtes Bild unten) schon eher nach einem richtigen Rennspiel aus – inklusive räumlicher Ansicht.

Turbo (IBM-PC, 1987)



The Need for Speed (VGA-Grafik, 1995)



Auch schnelle Jump&Run-Spiele wie *Commander Keen* waren dank schneller Grafikkarten mit einem Grafikspeicherausbau von einem Megabyte und mehr möglich. Hinzu kam der Sprung in die dritte Dimension, welche nach den Anfängen der (unausgefüllten) Vektorgrafik nun mit gefärbten Polygonen nicht nur in Spielen wie der Flugsimulation *Falcon 3.0*, sondern auch *Indycar Racing* oder der populären *X-Wing* Reihe Verbreitung fand. Mittels Gouraud-Shading wurde ein Farbverlauf auf dem ansonsten einfarbigen Vieleck („Flat Shading“) erzeugt, der Ansätze einer Beleuchtungstechnik darstellte. Grafikbeschleuniger wie die Matrox Millennium und Mystique boten sogar eine Beschleunigungsfunktion für diese Art von 3D-Grafik.

Shooter wie *Catacombs 3D*, eines der dreidimensionalen Erstlingswerke von id Software, bedienten sich eines Raytracing-Verfahrens, um eine zumindest in Grundzügen dreidimensionale Grafik von der CPU berechnen zu lassen. Boden und Decken in den Räumen waren noch einfarbig – die Rechenleistung genügte einfach nicht, um alle Oberflächen mit Texturen zu bekleben, und Wände waren für die räumliche Orientierung am wichtigsten. Wie auch im Nachfolger *Doom* bestanden Gegner und Objekte aus skalierten und gedrehten Sprites, also starren Texturen, und trübten so den Realismus.

Auf diese Art von Einsparung setzte zum Teil auch Interplays Weltraumspiel *Descent*, das ansonsten eine

dreidimensionale Welt inklusive Sechsensteuerung bot. Eines der ersten komplett dreidimensionalen Spiele war *Quake* von id Software. Nicht nur die Levelgrafik, auch der Aufbau der einzelnen Spielabschnitte und die Gegner sowie Partikeleffekte verzichteten auf Sprite-basierte Animationen. Das Spiel bildete gleichsam den Höhepunkt der konventionellen DOS-basierten Grafik, bevor sich die 3D-Beschleunigung durchsetzte. Ein Software-Renderer war trotz der nochmals deutlich besseren Grafik wie zum Beispiel in *Epics Unreal* nur noch Beiwerk aus Gründen der Kompatibilität.

Von DOS-Grafik zur 3D-Beschleunigung

Obwohl Intels Pentium-Prozessor bei entsprechender FPU-Optimierung ein mächtiges Werkzeug war, konnten die Spiele-Entwickler mit weiterer Unterstützung durch die Hardware zunehmend fortschrittliche Effekte einbauen, die der Optik zugutekamen. Musste die CPU ursprünglich noch eine Vielzahl an Funktionen übernehmen, konnte sie sich mit dem Aufkommen der 3D-Beschleuniger auf das Zusammensetzen der 3D-Welt und Aufgaben wie die Kollisionsabfrage, Spielmechanik oder künstliche Intelligenz konzentrieren. Die Grafikbeschleuniger übernahmen hingegen Funktionen wie das bereits angesprochene Gouraud-Shading, eine lineare Lichtverteilung über eine Polygonoberfläche. Auch das Aufbringen von Oberflächentexturen konnten die Pixelbeschleuniger aufgrund spezialisierter

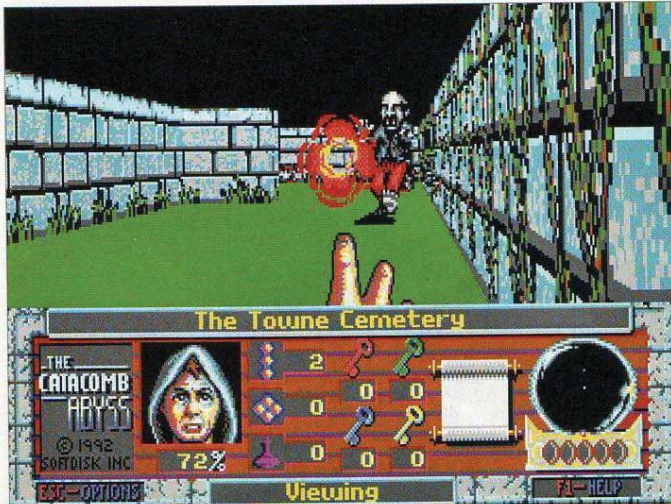
Farbstandards bei IBM-PCs (und kompatiblen)

Name	Kürzel	Jahr	Auflösung	Farben (gleichzeitig darstellbar)	Farbpalette
Monochrome Display Adapter	MDA	1981	720 x 350 Pixel 80 Spalten, 25 Zeilen	2 (schwarz, weiß/grün/gelb)	1 Bit (2 Farben)
Color Graphics Adapter	CGA	1981	640 x 200, 320 x 200, 160 x 100	4 (in 160 x 100 auch 16 Farben möglich)	1, 2 oder 4 Bit (2, 4, 16 Farben)
Hercules Graphics Card	HGC	1982	720 x 348 Pixel, einzeln adressierbar	2 (schwarz, weiß/grün/gelb)	1 Bit (2 Farben)
Enhanced Graphics Adapter	EGA	1984	640 x 350, 640 x 200, 320 x 200	16	2 Bit pro RGB-Kanal, 64 insgesamt, davon 16 gleichzeitig
Video Graphics Array	VGA	1987	640 x 480*, 640 x 350, 320 x 200	256 (320 x 200, sonst: 16)	6 Bit pro RGB-Kanal, 262.144 insgesamt, davon 256 gleichzeitig

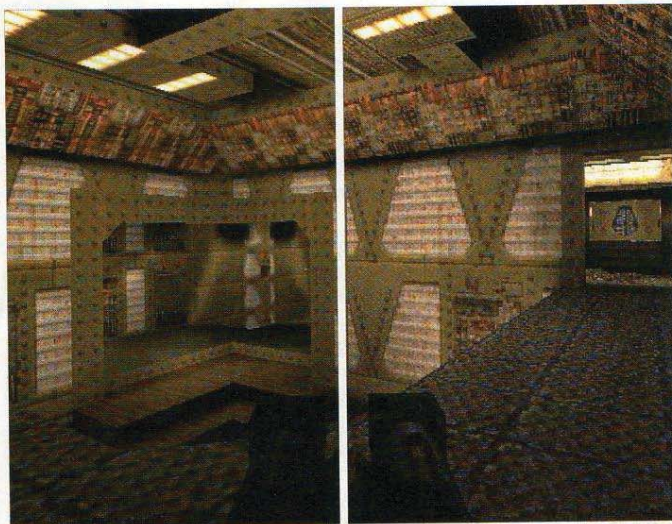
* Mit Programmierticks („Mode X“) auch höhere Auflösungen und Farbtiefen möglich, zum Beispiel 640 x 400 mit 256 Farben.



Falcon 3.0 steht stellvertretend für das Genre der Flugsimulatoren, die bei Erscheinen des Spiels bereits seit geraumer Zeit polygonbasierte 3D-Grafik einsetzten – wenn auch mit teils sehr niedriger Auflösung oder Drahtgittergrafik.



Der Shooter Catacombs 3D war das erste Spiel von id Software in einer halbwegs realistischen 3D-Umgebung und der Vorläufer unter anderem für die Doom-Reihe.



Quake führte starke Pentium-Optimierungen, eine dreidimensionale Spielwelt und erst mit v-, später mit GL-Quake (im Bild links) 3D-Beschleunigung im Shooter-Genre ein.

Schaltkreise schneller erledigen, ebenso die Perspektivenkorrektur von Texturen. Diese werden von ihrer Ausgangsform, einer zweidimensionalen, also glatten Oberfläche, in den World-Space überführt und werden dabei meist gekrümmt oder verzerrt. Erst die zweite Generation der 3D-Beschleuniger wie 3Dfx' Voodoo Graphics und der Power VR PCX2 konnten die bilineare Filterung, also das gewichtete Vermischen mehrerer Texturwerte, sowie MIP-Mapping gegen das heftige Flimmern in der Tiefe des 3D-Raums schnell genug ausführen und so für die Verwendung in Spielen nutzbar machen – zwar beherrschten schon die S3 Virge- und Renditions Verité-Chips diese Techniken, lieferten dabei jedoch Fps-Raten, die deutlich unterhalb der nicht „beschleunigten“ (aber eben auch nicht aufgehübschten) Spiele lagen. Insbesondere die ersten Virge-Karten – deren Name übrigens für Virtual Reality Graphics Engine steht – verdienten sich so den Ruf eines „3D-Entschleunigers“ (3D-Decelerator).

Zarte Fortschritte

Mit steigender Leistung der 3D-Karten fanden weitere Effekte und Techniken nach und nach ihren Weg in die Spiele. In dieser Zeit waren sogenannte Lens Flares modern, welche zum Beispiel in Psygnosis' *Formula 1 '97* 3D-beschleunigt zum Einsatz kamen und die Lichtreflexionen in Kameralinsen simulierten. Alpha-Blending erlaubte sanfte(re) Farbübergänge gegenüber dem Alpha-Stippling,

welches grob (und artefaktreich) zwei Texturen übereinanderlegte (s. *Unreal*-Screenshot unten links).

Zusätzlich machte der Schritt zu 3D in Verbindung mit immer mehr Grafikspeicher auch weitere Auflösungen salonfähig, ohne dass dafür jeweils ein fest definierter Standard geschaffen werden musste. Die mögliche Pixelzahl, besonders unter Windows, hing nun hauptsächlich von den Treibern, der RAMDAC-Geschwindigkeit und der Menge des Grafikspeichers ab. Die sinnvolle Auflösung war aus Leistungsgründen anfangs jedoch noch stark begrenzt, 3Dfx' Voodoo Graphics, Atis Rage II oder Nvidias Riva 128 etwa hatten ihre vernünftige Grenze in anspruchsvollen Spielen bei 512 x 384 oder 640 x 480 Bildpunkten (die Voodoo konnte nur unter Verzicht auf den Z-Buffer überhaupt 800 x 600 Pixel darstellen). Erst schnellere Karten der nächsten Generation machten Spiele wie *Unreal*, *Tomb Raider* und Co. auch in 800 x 600 und darüber hinaus möglich. (cs)

Fazit

Hardware

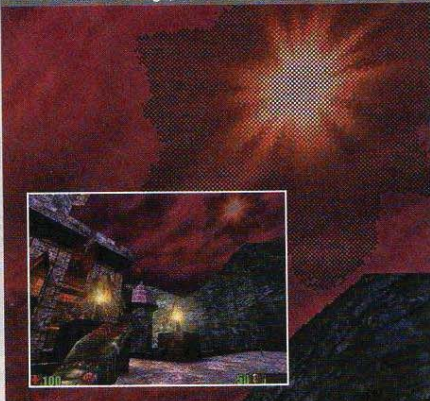
Entwicklung der Computergrafik

Einige der ersten Spiele, die im Jahr 1998 die neu gewonnene Effektivität wirklich umfassend nutzten, waren das bereits genannte *Unreal* und Acclaims quietschbuntes, aber sehr ansehnliches *Forsaken*. Der nächste größere Umbruch kam mit 32 Bit, Hardware-TnL und Shadern – damit beschäftigen wir uns in der nächsten Ausgabe.

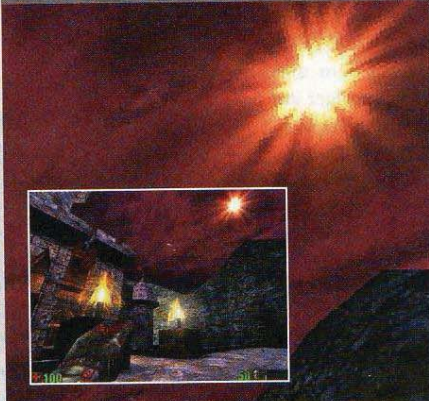
CPU gegen Grafikkarte: 3D-Beschleunigung in Unreal

Der 3D-Shooter *Unreal* zieht 1998 alle Register der 3D-Technik. Ein flotter Software-Renderer zeigt die bis dahin beste Grafik ohne Beschleunigung (links, Mitte), kommt aber gegen die beschleunigte Optik (rechts) mit Multi-Texturing, Alpha-Blending, Spiegelungen und Texturen nicht an. Achten Sie auf die Flamme im Vordergrund!

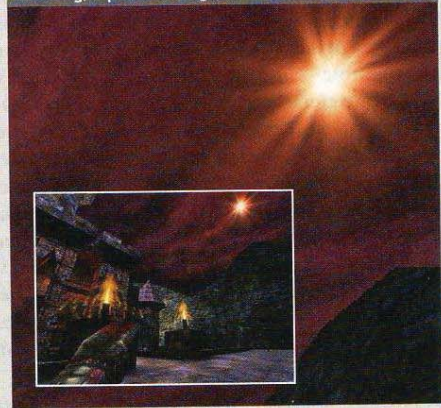
Software-Rendering („Fast Translucency“ aktiv)



Software-Rendering (maximale Qualität)



Filterung, Alpha-Blending (Direct 3D-Version)



WERBUNG

Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten

www.pcgameshardware.de/cpu



Marc Sauter
Fachbereich Prozessoren
E-Mail: ms@pcgh.de

Kommentar

Laut AMD ist das reine Geschwindigkeitsrennen vorbei – ich meine, es fängt gerade erst an.

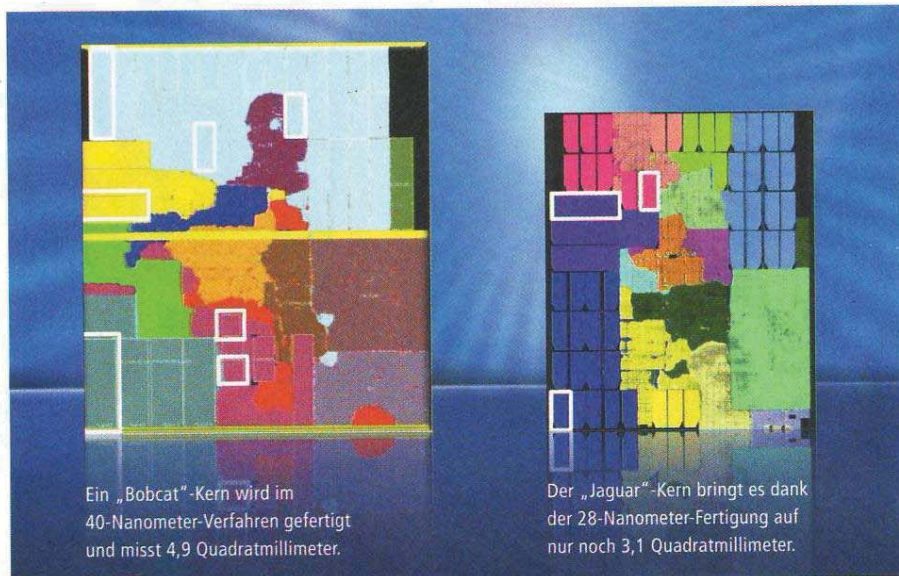
Bei Präsentation der „Steamroller“-Architektur auf dem 24. Hot-Chips-Symposium titelte AMD „The pure speed and feeds race is over – it's about the solution“ (Das reine Geschwindigkeitsrennen ist vorbei, auf das Konzept kommt es an). Auf der einen Seite ist dies natürlich ein Eingeständnis, dass der Hersteller mit Intel schon lange nicht mehr mithalten kann – zumindest, wenn es nur um die CPU geht. Abseits von Kernmonstern für den Server-Markt steckt jedoch in praktisch jedem aktuellen Prozessor eine integrierte Grafikeinheit und die soll in Zukunft weit mehr bewerkstelligen als nur ein bisschen Flash im Internet zu beschleunigen oder Blu-rays zu dekodieren. AMDs „Heterogeneous System Architecture“ (HSA) zielt darauf ab, als offener Industriestandard die Compute-Fähigkeiten der GPU mit den Möglichkeiten einer CPU zu kreuzen und so aus einem Chip maximale Leistung und Effizienz herauszukitzeln.

Los geht's mit „Kabini“ und „Kaveri“, also Kombiprozessoren mit „Graphics Core Next“-Grafikeinheiten. Nicht umsonst gibt Intel mit den „Haswell“-Chip mächtig Gas im Bereich Grafik-Leistung und -Features, denn auch wenn AMD das Geschwindigkeitsrennen offiziell für tot erklärt: Die letzte Dekade war nur die Qualifikation, auf die Strecke geht's erst jetzt. Und die Athlon-Macher starten meiner Ansicht nach von der Pole-Position.



Vishera kommt

AMDs nächster FX hat es nicht mehr in diese Ausgabe geschafft, soll aber noch im Oktober kommen. Das Flaggschiff wird der FX-8350 mit vier Modulen (acht „Kernen“) und 4,0/4,2 GHz (Standard/Turbo) sein. Der FX-6350 bietet sechs Kerne und arbeitet mit 3,9/4,2 GHz. Das Quadcore-Modell FX-4320 hat 4,0/4,2 GHz. Alle Chips laufen nach einem BIOS-Update in Boards mit dem Sockel AM3+, die TDP beträgt 95 respektive 125 Watt.



Klein, aber oho – der Jaguar kommt

AMDs kommende Prozessor-Architektur „Jaguar“ für sparsame Systeme und Notebooks zeigt auf der 24. Hot Chips seine überarbeiteten Krallen.

Im Bereich der sogenannten Low-Power-Geräte bietet AMD derzeit die populäre Brazos-2.0-Plattform an, diese basiert auf Chips mit „Bobcat“-Prozessor-Kernen und einer integrierten Grafikeinheit der „Evergreen“-Generation (HD 5000/6000). Die neuen Chips nennen sich „Kabini“ und kombinieren eine „Graphics Core Next“-Grafikeinheit (HD 7000) mit „Jaguar“-Kernen. In einem Kabini-Prozessor stecken davon zwei oder vier Stück, welche sich zwei MiByte gemeinsamen L2-Cache teilen, welcher mit Chiptakt betrieben wird. Die Frequenzen möchte AMD gegenüber Bobcat um bis zu zehn Prozent steigern, die Leistung pro Takt zudem

um bis zu 15 Prozent. Möglich wird dies durch beschleunigte Caches, eine Divisionseinheit sowie weitere Verbesserungen am Design und der Gleitkomma-Einheit (darunter Befehlssatz-Erweiterungen wie AVX, AES und SSE4.2). Zu den Neuerungen zählt auch die Option, jeden Kern einzeln schlafen zu legen, wodurch die Energie-Effizienz sowie die Singlethread-Leistung steigen (je weniger Kerne, desto mehr L2 steht den restlichen zur Verfügung). Der Kabini-Chip samt den Jaguar-Kernen wird im 28-Nanometer-Verfahren gefertigt, ein solches Kätzchen bringt es ohne den L2-Cache auf winzige drei Quadratmillimeter Die-Fläche. Der Jaguar steckt übrigens auch im „Temash“-Chip, der für Tablets gedacht ist und wie Kabini 2013 antreten soll. Alles in allem hinterlässt die Jaguar-Technik einen exzellenten Eindruck. (ms)

CPU- und APU-Roadmap *

Zweites Halbjahr 2012

- **AMD Vishera:** Der „FX Next“ erscheint für den bekannten Sockel AM3+ und wird für Oktober erwartet, die Plattform nennt der Hersteller „Volan“. Die TDP der CPUs beläuft sich auf 95 und 125 Watt.
- **AMD Trinity:** Die Desktop-APUs samt DX11-Grafikeinheit wurden am 02. Oktober veröffentlicht, allerdings erreichten uns die Testexplare zu spät. Den Test von Trinity finden Sie daher auf www.pcgameshardware.de.

2013

- **Intel Haswell DT:** Der „Ivy Bridge DT“-Nachfolger mit neuer Architektur, wie gehabt im 22-nm-Prozess
- **Intel Ivy Bridge EP:** High-End-CPUs für den Sockel 2011 im 22-Nanometer-Verfahren; bis zu zehn Kerne
- **AMD Kaveri und Kabini:** APUs mit „Steamroller“- und „Jaguar“-Kernen, dazu eine „Graphics Core Next“-Grafikeinheit und ein gemeinsamer Adressraum

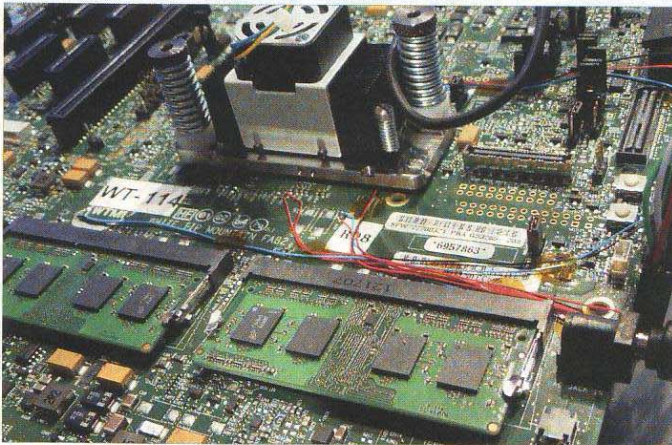
* Angaben beruhen auf Schätzungen der Redaktion oder offiziellen Herstellerangaben

Intel spricht über Haswell

Auf dem hauseigenen Intel Developer Forum gab der Hersteller Details zu „Haswell“ bekannt.

Abseits umfangreicher technischer Ausführungen wurde die kommende vierte Core-Prozessor-Generation auch live vorgeführt: Ein mobiles Modell mit nur rund acht Watt Leistungsaufnahme berechnete den Heaven-DX11-Benchmark sichtlich flüssiger als ein mit 17 Watt TDP gekennzeichnetes „Ivy Bridge“-Chip. Entsprechend sparsame Haswell-Prozessoren sind für eine weitere Generation von Ultrabooks gedacht, die geringere TDP wird unter anderem durch die integrierte Northbridge erreicht – diese sitzt jedoch nicht im Die, sondern

wird auf dem gleichen Träger untergebracht (MCM-Verfahren). Zur Grafikeinheit konkretisierte Intel, dass diese bei gleicher Leistungsaufnahme doppelt so schnell werden soll (bis zu 40 Ausführungseinheiten und extrem flotter ED-RAM sowie Detailverbesserungen). Weiterhin sprach der Hersteller ausführlich über die neue CPU-Architektur: Diese bietet wie gehabt bis zu vier Kerne, die Bandbreite des L1- und L2-Caches aber wurde verdoppelt. Dank einer zusätzlichen arithmetischen Einheit wird AVX2-Code um den Faktor zwei beschleunigt, neue sowie verbesserte C-States sorgen für einen geringeren Stromverbrauch und eine höhere Energie-Effizienz. (ms)



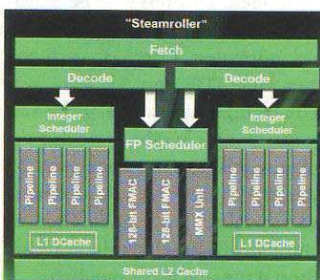
Intel Vorführsystem basiert auf einem mobilen Haswell-Chip, der unter Last nur acht Watt an elektrischer Energie benötigt. Als Mainboard diente eine Prototyp-Platine.

Details zu AMDs Steamroller

Hinter „Steamroller“ verbirgt sich die nächste Prozessor-Architektur-Stufe von AMDs Modul-Technik.

Im Rahmen der Hot-Chips-Messe erläuterte der Hersteller die Verbesserungen: Die weitreichendste Änderung stellt die Aufweichung des Modulprinzips dar, in welchem bisher zwei Integer-Cluster (von

AMD als Kerne bezeichnet) von einem gemeinsamen Dekoder mit Instruktionen versorgt wurden – nun sind es zwei. Das komplette Frontend, welches die Recheneinheiten mit Daten „füttert“, ist breiter ausgelegt, der L1-Instruktion-Cache wird größer und die Sprungvorhersage verbessert – AMD spricht von 30 Prozent mehr Operationen pro Takt, die Recheneinheiten haben somit weniger Leerlauf. Hierdurch steigen Leistung und Energie-Effizienz (bis zu 15 Prozent laut AMD). Die bisher schwache Singlethread-Performance möchte der Hersteller durch einen flotteren Scheduler und geringere Latenzen erhöhen. Die „Steamroller“-Technik wird 2013 in den Kaveri-APUs sowie in Server-CPUs stecken. (ms)



PCGH-Leistungsindex CPUs

BESSER ► Normierte Leistung

Core i7-3960X (3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 15 MiB L3) Preis: € 900,-	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: € 520,-	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: € 265,-	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 %
Xeon E3-1230 v2 (3,30 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 200,-	Anno: 45,9 BF3: 75,3	Dirt: 92,1 Shogun: 27,2	SC2: 42,1 Sky: 88,8	CB11.5: 7,09 / 1,56 Paint: 12,1	Truecrypt: 214 x264: 38,9	85,9 %
Core i7-2700K (3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 285,-	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: € 195,-	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 %
Core i3-3240 (3,40 GHz, 4 x 256 KiB L2, 3 MiB L3) Preis: € 130,-	Anno: 33,6 BF3: 66,0	Dirt: 82,0 Shogun: 22,6	SC2: 36,7 Sky: 71,6	CB11.5: 3,38 / 1,40 Paint: 24,3	Truecrypt: 84 x264: 19,3	63,2 %
FX-8150 (3,60 GHz, 4 x 2.048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 165,-	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, 4 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, 8 MiB L3) Preis: € 190,-	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: € 120,-	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 %
FX-4170 (4,20 GHz, 2 x 2.048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 110,-	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 %
Phenom II X4 960T BE (3,20 GHz, 4 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: nicht lieferbar	Anno: 20,7 BF3: 54,2	Dirt: 71,8 Shogun: 13,9	SC2: 22,7 Sky: 50,3	CB11.5: 3,51 / 1,01 Paint: 23,3	Truecrypt: 105 x264: 20,6	49,1 %
Core 2 Quad Q9550 (2,83 GHz, 2 x 6 MiB L2) Preis: nicht lieferbar	Anno: 22,8 BF3: 53,8	Dirt: 66,9 Shogun: 15,7	SC2: 22,3 Sky: 47,0	CB11.5: 3,43 / 0,87 Paint: 22,4	Truecrypt: 95 x264: 19,5	48,4 %

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, CB11.5 = Cinebench R11.5 x64



Bild: Intel

Core i3 und Pentium mit Ivy-Bridge-Architektur getestet

Herbstlicher Efeu

Intels Herbst-Offensive sorgt für frische Prozessoren in den unteren Preisklassen: Neben Core-i3- und Pentium-Modellen schickt der Hersteller neue Celerons in den Handel, AMD kontert mit dem FX-4130.

Mit der am 02. September veröffentlichten neuen Preisliste hat der Prozessor-Entwickler einen ganzen Schwung an neuen Modellen vorgestellt und einige ältere Chips aufgrunddessen im Preis gesenkt. Da AMDs Trinity-APUs wieder von uns bereits getestete A8-5500 erst im Oktober in den Handel kommen, kontern die Phenom-Macher Intels Angebot mit dem FX-4130, welcher gegenüber dem FX-4100 um 200 MHz beschleunigt wurde – die thermische Verlustleistung liegt wie gehabt bei 95 Watt.

Alle guten Dinge sind zwei

Im März dieses Jahres schickte Intel die vierkernigen Ivy-Bridge-Modelle in den Markt, beispielsweise den beliebten Core i5-3570K. Prozessoren auf Basis der aktuellen Architektur sowie mit der 22-Nanometer-Fertigung blieben dem mobilen Segment vorbehalten, insbesondere für die Ultrabooks

benötigt der Chippigant viele Dualcores. Einzig Server-Versionen wie der sparsame Xeon E3-1225L oder der eigentlich für Großhändler gedachte Core i5-3470T schafften es in den Desktop-Handel.

Damit ist nun Schluss, denn mit den Core i3 sowie den Pentium sind die Zweikerner seit Anfang September in vielfältiger Ausführung verfügbar. Diese basieren nicht auf einem teildeaktivierten Quadcore, denn Intel gönnt sich den Luxus und fertigt insgesamt vier verschiedene Siliziumplättchen. Aus der Hälfte davon entstehen Dualcores.

Die größere Variante misst 118 Quadratmillimeter und beinhaltet neben bis zu vier MiByte L3-Cache auch die integrierte HD Graphics 4000 mit sechzehn Ausführungseinheiten (Executions Units, EUs). Das kleinere Die bringt es auf nur 94 Quadratmillimeter, muss sich

dafür aber mit maximal drei MiByte L3-Cache sowie der HD Graphics 2500 (sechs EUs) begnügen. Falls Sie nun anmerken, in der Tabelle auf der rechten Seite würde gar kein Zweikerner mit vier MiByte L3-Cache zu sehen sein, haben Sie recht. Intel bietet solche Modelle nur in Form von teuren Core-i7-Prozessoren für Note- und Ultrabooks an, etwa den i7-3472U.

Die neuen Core i3

Das neue Zweikern-Flaggschiff ist der Core i3-3240, welcher den Core i3-2130 ablöst. Beide Chips takten mit 3,4 GHz – einen Turbo bieten nur die i5-Modelle. Dafür steht Hyperthreading parat, welches vier Threads erlaubt und gerade bei parallelisierter Software die Leistung um rund ein Viertel steigert. Der Core i3-3240 kostet laut Intels Preisliste 138 US-Dollar und damit so viel wie zuvor der Core i3-2130. In Euro sieht die Situation prak-

tisch genauso aus, womit der Core i3-3240 zu teuer ist – wir raten daher zum Core i3-3220 (3,3 GHz) für 110 Euro. Für 165 Euro gibt es den ebenfalls neuen Core i5-3350P mit vier Kernen und 3,1 GHz. Das „P“ kennzeichnet, dass die Grafikeinheit deaktiviert ist.

Der Core i3-3225 hingegen ist mit der HD Graphics 4000 ausgestattet und somit der einzige Desktop-Zweikern-Chip mit diesem Pixelbeschleuniger. Mit 3,3 GHz läuft er nur minimal langsamer als das Topmodell, der Preis liegt bei etwas über 130 Euro [Stand: 06.09.2012]. Die normalen Core i3 verfügen über eine TDP von 55 Watt, was zehn weniger sind als bei ihren Vorgängern. Zudem gibt es noch zwei stromsparende T-Versionen mit 35 Watt TDP, welche jedoch auch niedriger getaktet sind. Allen Core i3 fehlt die AES-Beschleunigung, eine Übertaktung ist nicht möglich.



Intels neue Prozessoren seit September 2012 (Auswahl)

Modell	Architektur	Kerne	Basistakt	max. Turbo	L3-Cache	Speicher	Grafikeinheit	GPU-Takt mit Turbo	TDP
Core i5-3350P	Ivy Bridge	4	3,1 GHz	3,3 GHz	6 MiByte	DDR3-1600	- (deaktiviert)	- (deaktiviert)	69 Watt
Core i5-3335	Ivy Bridge	4	3,0 GHz	3,2 GHz	6 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 4000	650 bis 1.050 MHz	65 Watt
Core i5-3330	Ivy Bridge	4	3,0 GHz	3,2 GHz	6 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	77 Watt
Core i5-3330S	Ivy Bridge	4	2,7 GHz	3,2 GHz	6 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	65 Watt
Core i3-3240	Ivy Bridge	2 + SMT	3,4 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	55 Watt
Core i3-3240T	Ivy Bridge	2 + SMT	3,0 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	35 Watt
Core i3-3225	Ivy Bridge	2 + SMT	3,3 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 4000	650 bis 1.050 MHz	55 Watt
Core i3-3220	Ivy Bridge	2 + SMT	3,3 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	55 Watt
Core i3-3220T	Ivy Bridge	2 + SMT	2,8 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics 2500	650 bis 1.050 MHz	35 Watt
Pentium G2120	Ivy Bridge	2	3,1 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics	650 bis 1.050 MHz	55 Watt
Pentium G2100T	Ivy Bridge	2	2,6 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1600	HD Graphics	650 bis 1.050 MHz	35 Watt
Pentium G645	Sandy Bridge	2	2,9 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1066	HD Graphics	850 bis 1.000 MHz	65 Watt
Pentium G645T	Sandy Bridge	2	2,5 GHz	-	3 MiByte	DDR3-1066	HD Graphics	650 bis 1.000 MHz	35 Watt
Celeron G555	Sandy Bridge	2	2,7 GHz	-	2 MiByte	DDR3-1066	HD Graphics	850 bis 1.000 MHz	65 Watt
Celeron G550T	Sandy Bridge	2	2,2 GHz	-	2 MiByte	DDR3-1066	HD Graphics	850 bis 1.000 MHz	35 Watt
Celeron G465	Sandy Bridge	1 + SMT	1,9 GHz	-	1,5 MiByte	DDR3-1066	HD Graphics	650 bis 1.000 MHz	35 Watt

CoD Modern Warfare 3: Intel abgeschlagen

„Schwarzer Dienstag“ – 1080p, min. Details, Schatten an, Texturen normal

Rad. HD 6670 (dediziert, G860)	42	60,3
Radeon HD 6550D (A8-3870K)	27	37,5
Radeon HD 7560D (A8-5500)	24	34,7
Radeon HD 6530D (A6-3650)	19	28,8
HD Graphics 4000 (i7-3770K)	17	25,3
HD Graphics 4000 (i3-3225)	16	24,3
Radeon HD 6410D (A4-3400)	14	21,0
HD Graphics 3000 (i5-2500K)	11	16,3
HD Graphics (G2120)	10	15,9
HD Graphics 2500 (i3-3240)	10	15,6
HD Graphics 2000 (i3-2100)	7	10,5

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

System: Intel Z77, AMD A50M/A75, 8 GiByte DDR3; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.8 (Q), Intel 15.26.12.2761 (Balanced) **Bemerkungen:** Egal ob die HD 4000 in einem i7 oder i3 steckt, viel schneller wird sie nicht. Die HD 2500 ist deutlich langsamer als AMDs iGPUs.

Min. Ø Fps
➤ Besser

Skyrim: Nur auf APUs bedingt spielbar

PCGH-Spielstand „Weißblau“ – 1080p, mittlere Details, Hi-Res-Texturen

Rad. HD 6670 (dediziert, G860)	50	53,4
Radeon HD 6550D (A8-3870K)	30	35,9
Radeon HD 7560D (A8-5500)	29	34,8
Radeon HD 6530D (A6-3650)	22	28,1
HD Graphics 4000 (i7-3770K)	20	25,0
HD Graphics 4000 (i3-3225)	20	24,3
Radeon HD 6410D (A4-3400)	15	18,7
HD Graphics 3000 (i5-2500K)	12	14,9
HD Graphics (G2120)	12	13,7
HD Graphics 2500 (i3-3240)	12	13,5
HD Graphics 2000 (i3-2100)	6	9,1

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

System: Intel Z77, AMD A50M/A75, 8 GiByte DDR3; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.8 (Q), Intel 15.26.12.2761 (Balanced) **Bemerkungen:** Die HD Graphics erreicht immerhin das Mittelfeld, die HD Graphics (2500) dagegen liegt abgeschlagen am Ende des Testfeldes.

Min. Ø Fps
➤ Besser

Der Pentium lebt

Der Pentium G2120 ist die neue Speerspitze im Einsteiger-Segment und läuft mit vergleichsweise hohen 3,1 GHz. Die drei MiByte L3-Cache lässt Intel ungetastet, dafür streicht der Hersteller Hyperthreading (SMT) und die Advanced Vector Extensions (AVX) fliegen raus.

Besonders hart trifft es die integrierte Grafikeinheit. Diese entspricht in Sachen EUs sowie Turbotakt zwar der HD Graphics 2500, muss aber unter anderem auf Quicksync (GPU-beschleunigte Video-Konvertierung), stereoskopisches 3D, Wireless Display sowie Clear Video HD (für bessere Bildqualität bei der Filmwiedergabe) verzichten. Der G2100T ist OEMs vorbehalten.

Speedbump: FX-4130

Der neue FX-Prozessor läuft mit 3,8 bis 4,0 GHz und ist somit eine wie eingangs erwähnt beschleunigte

Variante des FX-4100. Bis zur Fertigstellung dieses Artikels konnte uns AMD kein Sample liefern und auch der Handel bot den Chip noch nicht an. Kein Problem für PCGH, wir simulieren den Chip via Überaktung – die Leistungsaufnahme steigt hierdurch bei gleicher Spannung nicht an, wenngleich AMD vermutlich ein paar Millivolt Sicherheitspuffer draufgeben dürfte.

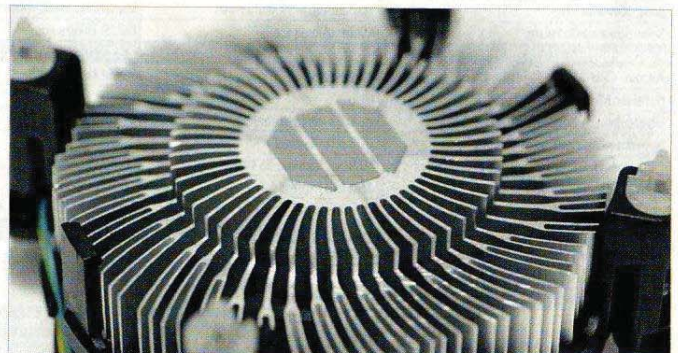
Ausgeglichene Verhältnisse

Im Leistungsindex auf Seite 136 sowie im Einkaufsführer finden Sie alle Resultate sowie die Benotung des Core i3-3240, Core i3-3225 und Pentium G2120. Wir beschränken uns daher in diesem Artikel auf ein paar ausgewählte Benchmarks der integrierten Grafikeinheit sowie des Prozessor-Teils.

So liefert der Core i3-3220 gegenüber dem Core i3-2100 dank 200 MHz mehr sowie einer leicht höhe-

ren Leistung pro Takt stellenweise bis zu 20 Prozent bessere Resultate ab. Damit liegt der Chip in *Anno 2070* und *The Elder Scrolls 5 Skyrim* etwas vor der ähnlich teuren AMD-Konkurrenz mit vier Kernen. In *Battlefield 3* (nicht abgedruckt) kann sich der Core i3 jedoch nicht absetzen und bei der Video-Bear-

beitung liefert er sich ein Kopf-an-Kopf-Rennen mit dem FX-4130. Allerdings sei hierbei erwähnt, dass die i3-Plattform hierfür nur sehr geringe 59 Watt benötigt, während es selbst der ältere FX-4100 auf satte 129 Watt bringt – in Sachen CPU-Energie-Effizienz sind Intels Prozessoren weitaus besser.



Aufgrund der Thermal Design Power (TDP) von nur bis 55 Watt liefert Intel die Core-i3-Modelle mit einem Aluminium-basierten Boxed-Kühler ohne Kupfer-Kern aus.



Anno 2070: Vier Intel-Kerne sind Trumpf

„Gigantische Stadt“ – 1.920 x 1.080, max. DX11-Details, kein AA/AF

Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	41	47,0
Core i3-3220 (2C/4T - 3,3 GHz)	28	33,2
Core i3-2100 (2C/2T - 3,1 GHz)	19	27,9
Ath. II X4 651 (4CM/4T - 3,0 GHz)	19	24,4
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	19	23,5
FX-4130 (2M/4C - 3,8 GHz)	18	23,4
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	18	23,2
Ph. II X4 960T (4C/4T - 3,0 GHz)	14	20,7

Bedingt spielbar von 15 – 25 Fps - Flüssig spielbar ab 25 Fps

System: GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, GF 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Der neue i3 schlägt den alten klar, der Pentium hingegen ist weit abgeschlagen, da ihm SMT fehlt.

Min. Ø Fps
➤ Besser

TES 5 Skyrim: Core i3-3240 mit vorne dabei

„WeiBlau“ – 1.920 x 1.080, max. DX9-Details, Hi-Res-Textures, kein AA/AF

Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	76	89,4
Core i3-3220 (2C/4T - 3,3 GHz)	60	70,1
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	54	63,6
Core i3-2100 (2C/4T - 3,1 GHz)	52	60,6
Ath. II X4 651 (4CM/4T - 3,0 GHz)	43	52,1
FX-4130 (2M/4C - 3,8 GHz)	42	52,1
Ph. II X4 960T (4C/4T - 3,0 GHz)	43	50,3
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	41	49,0

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

System: GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, GF 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Singlethread-Leistung und Cache helfen in Skyrim, flüssige Bildraten erreichen aber alle Prozessoren.

Min. Ø Fps
➤ Besser

x264 HD: Der Pentium ist chancenlos

x264 HD v4.0, Test #2 (alle vier Runs gemittelt)

Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	33,7
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	31,4
Ath. II X4 651 (4CM/4T - 3,0 GHz)	20,7
Ph. II X4 960T (4C/4T - 3,0 GHz)	20,3
Core i3-3220 (2C/4T - 3,3 GHz)	18,8
FX-4130 (2M/4C - 3,8 GHz)	18,7
Core i3-2100 (2C/4T - 3,1 GHz)	16,4
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	14,4

System: GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, GF 295.51 (Q) **Bemerkungen:** AMDs Vierkerner können hier ihr Potenzial zeigen, der SMT-lose Pentium kann den Anschluss nicht halten.

Ø Fps
➤ Besser

Leistungsaufnahme: Sparsame Neulinge

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

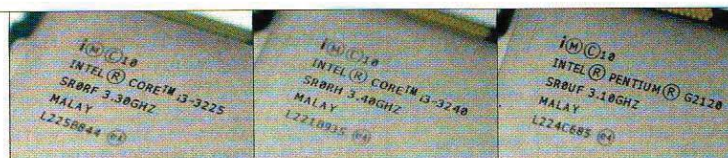
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	40	55
Core i3-3220 (2C/4T - 3,3 GHz)	41	58
Core i3-2100 (2C/4T - 3,1 GHz)	42	76
Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	39	92
Ath. II X4 651 (4CM/4T - 3,0 GHz)	38	107
Ph. II X4 960T (4C/4T - 3,0 GHz)	45	123
FX-4100 (2M/4C - 3,6 GHz)	43	129
FX-8120 125W (4M/8C - 3,1 GHz)	43	181

System: GT 430 (7 Watt im Leerlauf), Intel Z77, AMD 970/A75, 8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, GF 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Dank der 22-nm-Fertigung ist der i3-3240 sehr sparsam, der Pentium benötigt noch weniger Energie.

Watt
Leerlauf Last
➤ Besser

PROZESSOREN

Auszug aus Testtabelle
mit 55 Wertungskriterien



Produkt	Core i3-3225	Core i3-3240	Pentium G2120
Hersteller	Intel, www.intel.de	Intel, www.intel.de	Intel, www.intel.de
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/766342	www.pcgh.de/preis/766340	www.pcgh.de/preis/832988
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 130,-/Befriedigend	Ca. € 140,-/Befriedigend	Ca. € 90,-/Befriedigend
Codename, Stepping	Ivy Bridge DT, L1	Ivy Bridge DT, P0	Ivy Bridge DT, P0
Offizieller Sockel	LGA 1155	LGA 1155	LGA 1155
Basistakt (Turbotakt)	3,3 GHz	3,4 GHz	3,1 GHz
Ausstattung (20 %)	2,60	2,80	2,95
Grafikeinheit	HD Graphics 4000 (DX11)	HD Graphics 2500 (DX11)	HD Graphics (DX11)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/32 KiByte, Trace	32 KiByte/32 KiByte, Trace	32 KiByte/32 KiByte, Trace
L2-Cache (je Kern/Modul)	256 KiByte	256 KiByte	256 KiByte
L3-Cache (insgesamt)	3 MiByte	3 MiByte	3 MiByte
Stromsparfunktionen	Ja, inklusive Powergating (C6)	Ja, inklusive Powergating (C6)	Ja, inklusive Powergating (C6)
Befehlssatz-Erweiterungen	SSE bis 4.2, AVX	SSE bis 4.2, AVX	SSE bis 4.2, AVX
64-Bit-Fähigkeit, Virtualisierung	Vorhanden, vorhanden	Vorhanden, vorhanden	Vorhanden, vorhanden
SMT, IOMMU	Vorhanden, nicht vorhanden	Vorhanden, nicht vorhanden	Nicht vorhanden, nicht vorhanden
Sonstige Ausstattung	Kühler (Aluminium)	Kühler (Aluminium)	Kühler (Aluminium)
Eigenschaften (20 %)	2,53	2,53	2,53
Anzahl CPU-Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	2, wie Kerntakt	2, wie Kerntakt	2, wie Kerntakt
Offener Multiplikator	Nein	Nein	Nein
Übertaktung per Referenztakt?	Ja, stark eingeschränkt	Ja, stark eingeschränkt	Ja, stark eingeschränkt
Speicher-Unterstützung/-Kanäle	DDR3-1600, zwei	DDR3-1600, zwei	DDR3-1600, zwei
ECC-Unterstützung, TDP laut Hersteller	Nicht vorhanden, 55 Watt	Nicht vorhanden, 55 Watt	Nicht vorhanden, 55 Watt
Integrierte PCI-Express-Lanes	16 x PCI-Express 3.0	16 x PCI-Express 3.0	16 x PCI-Express 3.0
Transistoren, Fertigungsverfahren, Die Size	Unbekannt, 22 nm, 118 mm²	Unbekannt, 22 nm, 94 mm²	Unbekannt, 22 nm, 94 mm²
Leistung (60 %)	2,68	2,68	3,05
Spielleistung (normiert, lt. Index)	77,7 Prozent	79,2 Prozent	64,6 Prozent
Anwendungsleistung (normiert, lt. Index)	41,1 Prozent	42,1 Prozent	34,4 Prozent
Leistungsaufnahme Leerlauf/Last	41 Watt, 58 Watt	41 Watt, 59 Watt	41 Watt, 55 Watt
	- Flotter Dualcore mit SMT - HD Graphics 4000 mit DX11 - Praktisch nicht übertaktbar	- Schnellster Zweikerner am Markt - Sehr sparsam und inklusive iGPU - Grafikeinheit schwach	- Geringe Leistungsaufnahme - Kein Hyperthreading - Beschnittene Grafikeinheit
	Wertung: 2,63	Wertung: 2,67	Wertung: 2,93

FAZIT

Der Pentium G2120 ist bei aktuellen Spielen mit maximalen Details stellenweise überfordert, wenngleich dies vom jeweiligen Titel und persönlichen Fps-Präferenzen abhängig ist. Für einen Multimedia-Rechner ist der sehr sparsame Prozessor allerdings exzellent geeignet.

Intel und die Grafik

Die „neue“ Treiber-Version 2761 von Ende Mai unterstützt zwar laut Release Note die verwendete *Skyrim*-Version 1.5, schneller werden die integrierten Intel-Grafikeinheiten aber nicht. Die HD Graphics 4000 liegt hinter AMDs Radeon HD 6530D, die HD Graphics 2500 sieht nur die Rücklichter der Radeon HD 6410D – für viele Titel ist die 4000er dennoch brauchbar. (ms)

Fazit

Hardware

Core i3 und Pentium

Die neuen Zweikerner runden Intels Angebot nach unten hin ab, sind aber teils noch etwas zu teuer. Die CPU-seitige Leistung und Effizienz ist sehr gut, die integrierten Grafikeinheiten hingegen unterliegen der Konkurrenz. Der Core i3-3220 ist somit unsere Empfehlung für ein flottes Gaming-System, der FX-4130 klar langsamer.

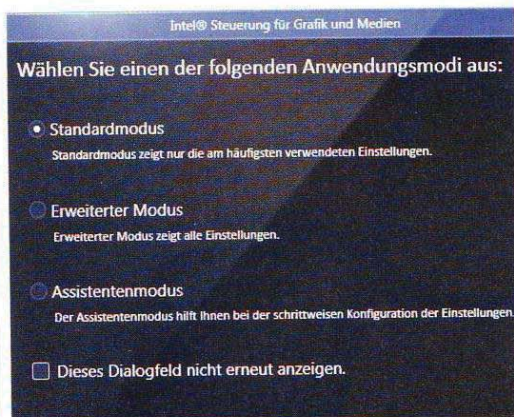
WERBUNG

Intels Grafiktreiber erklärt

Praktisch jeder aktuelle Intel-Prozessor verfügt über eine integrierte „HD Graphics“-Grafikeinheit. PC Games Hardware zeigt Ihnen anhand der Version 2761, welche Stellschrauben der Intel-Treiber bietet und was Sie beachten sollten. Wie gehabt ist Kantenglättung nur per Spielmenü aktivierbar.

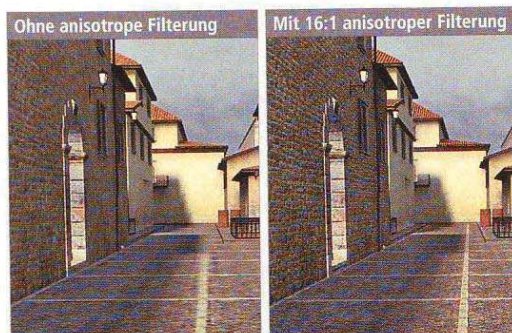
Modi und Info

Ähnlich wie bei AMDs Catalyst fragt auch der Intel-Treiber, welchen Modus Sie nutzen möchten – wir raten der Vollständigkeit halber zum erweiterten Modus, da dieser übersichtlich geordnet alle Stellschrauben anzeigt. Apropos übersichtlich: Unter „Optionen und Support“ sowie „Info-Center“ listet der Treiber alle relevanten Informationen auf – etwa die verbaute HD Graphics und die DX-Version.



Anisotrop gefiltert

Wie erwähnt, ist Kantenglättung (MSAA oder Shader-AA) nur im Spielmenü einstellbar, die anisotrope Filterung aber im Treiber: Nutzen Sie „Benutzerspezifische Einstellungen“ und einen AF-Grad. Intels Grafiklösungen filtern übrigens ohne Optimierungen, die Qualität ist daher besser als bei AMD/Nvidia.



Videos verbessern

Unter „Medien“ dürfen Sie eine Rauschminderung, die Hauttonverstärkung, die Bildschärfe oder eine adaptive Kontrastverstärkung aktivieren. Des Weiteren stehen Anpassungsmöglichkeiten für Helligkeit, Kontrast, Farben und die Sättigung bereit. Unter „Display“ klonen oder erweitern Sie den Desktop, ein dritter Bildschirm kann bei Ivy-Bridge-CPUs via DP angeschlossen werden.



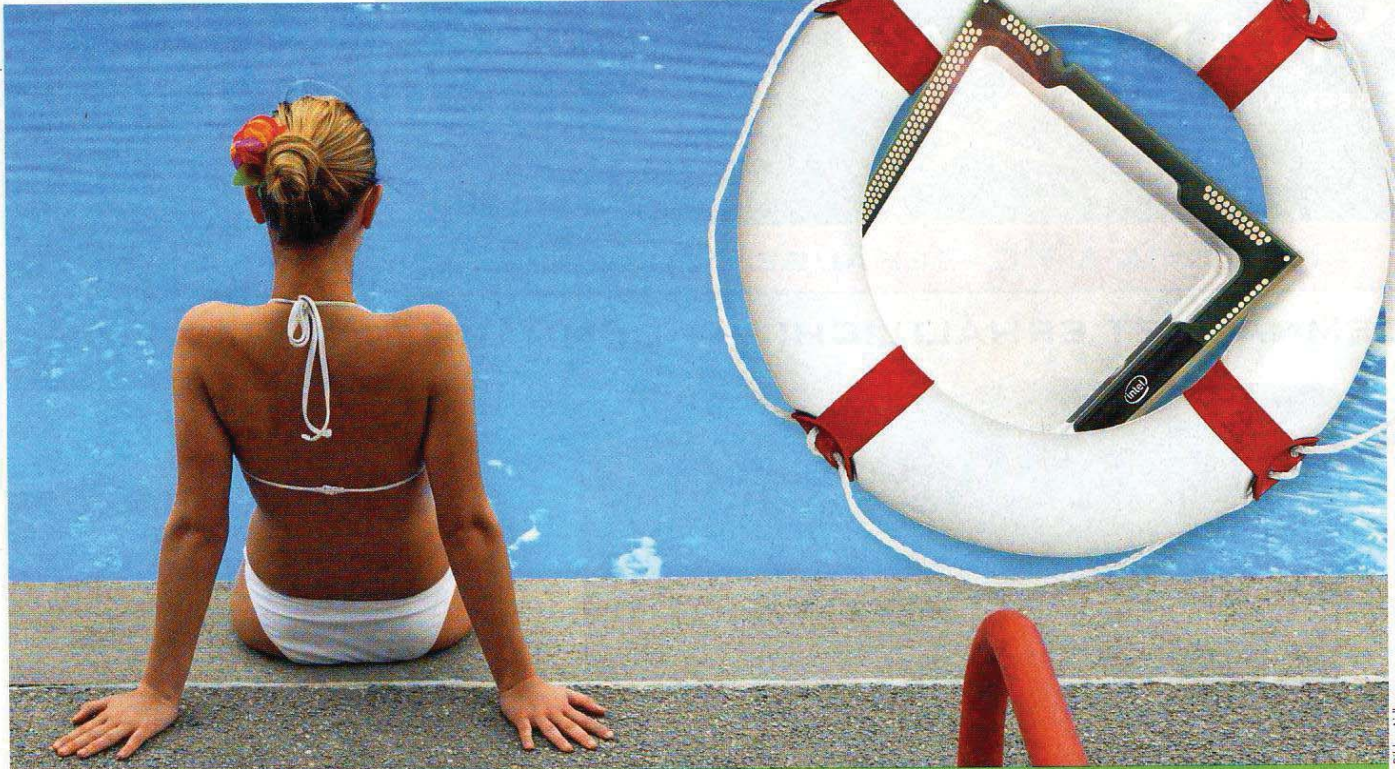
Und in der Praxis?

Am Beispiel des Animationsfilms „Big Buck Bunny“ erkennen Sie sehr gut die unterschiedlichen Auswirkungen der „Medien“-Optionen, welche der Intel-Treiber bietet.

Links das originale Bild und in der Mitte mit erhöhtem Kontrast sowie verstärkter Sättigung. Rechts die Version mit mehr Schärfe und weniger Licht – wie üblich sind solche Einstellungen subjektiv und Monitor-abhängig.



WERBUNG



Fünf Kompakt-Wasserkühlungen im Test

Badespaß für CPUs

Menschen lieben es, sich an heißen Tagen im kühlen Nass zu erfrischen. Aber auch Prozessoren sind der Kühlung durch Wasser nicht abgeneigt. Für Einsteiger bieten sich Wakü-Komplettsets an.

Wasserkühlungen gehören zu den etwas exotischeren Komponenten, die man im eigenen Rechenknecht verbauen kann. Falls Sie als Einsteiger den Aufwand scheuen, stellt eine Kompaktwasserkühlung einen guten Kompromiss zu einer Eigenbaulösung dar.

Vor- und Nachteile

Die wichtigste Aufgabe eines CPU-Kühlers ist es, den Prozessor auf einer angemessenen Betriebstemperatur zu halten. Das schafft man jedoch auch mit einem profanen Luftkühler. Wozu also sollte man zu einer Wasserkühlung greifen? Eine Wasserkühlung hat mehrere Vorteile verglichen mit einem traditionellen Luftkühler. Eines der wichtigsten Argumente ist der Radiator. Dieser dient dazu, die Abwärme des Prozessors an die Umgebungsluft abzugeben, und befindet sich auf normalen CPU-Kühlern bauartbedingt in unmittelbarer Nähe zum

Prozessor. Das liegt vor allem an dem Wärmewiderstand des Materials, der verhindert, dass der Kühlkörper außerhalb des Gehäuses platziert werden kann. Zwar ist es inzwischen gelungen, durch Techniken wie Heatpipes die Abwärme über längere Strecken zu verteilen, dennoch kann eine Heatpipe nicht mit einer Wasserkühlung mithalten. Diese nutzt nämlich Wasser als Medium, um die Wärme mit einer Pumpe quasi zu beliebigen Orten zu transportieren. Bei vollwertigen Wasserkühlungen befindet sich der Radiator oftmals außerhalb des Gehäuses. Bei Kompaktwasserkühlungen reichen die Schläuche meist nur, um den Radiator an der Gehäuseinnenwand zu befestigen. Aber auch hier wird die Abwärme direkt aus dem Gehäuse befördert, sodass sich die Luft innerhalb des Chassis weniger aufheizt. Außerdem ist einer Wasserkühlung bei der Radiatorgröße theoretisch kei-

ne Grenze gesetzt, da die Wärme durch Wasser abtransportiert wird, während ein Luftkühler noch im Gehäuse Platz finden sollte. Durch den getrennten Radiator muss das Mainboard auch weniger Gewicht tragen. Ein großer Vorteil speziell von Kompaktwasserkühlungen ist außerdem der einfache Aufbau. Dieser unterbietet oft sogar viele Luftkühler in seiner Komplexität und der vollständig geschlossene Kreislauf hält den Wartungsaufwand gering.

Aber eine Wasserkühlung hat auch Nachteile. Während die um den Prozessorsockel liegenden Bauteile bereits bei Towerkühlern oft schon unter der unzureichenden Kühlung leiden, ist dieser Nachteil bei lüfterlosen Kühlblöcken von Wasserkühlungen noch gravierender: Der Luftstrom kommt hier nämlich vollends zum Erliegen. Außerdem gesellt sich mit der Pumpe

ein weiteres Mitglied in den Kreis der Schallerzeuger hinzu. Bei einigen Kompaktwasserkühlungen im Betrieb mit den Referenzlüftern ist die Pumpe sogar die lauteste Komponente des Kreislaufs. Ferner muss mit dem Radiator eine weitere Komponente ihren Platz im Gehäuse finden. Dafür bietet sich ein ausreichend großer Lüfterplatz für Gehäuseventilatoren an, die Länge der Schläuche gibt meist die Lüfterplätze hinter oder über der CPU als einzige Optionen vor.

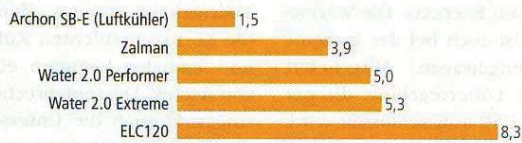
Testmethoden

Um die Leistungen der Kompaktwasserkühlungs-Testmuster möglichst gut mit dem Kühlvermögen eines Luftkühlers vergleichen zu können, verwenden wir das übliche CPU-Kühler-Testsystem mit einigen wenigen Änderungen. Auch hier nutzen wir unser bewährtes Messsystem, bestehend aus einem Intel Core i5-2500K, einem Asus



Lautheit mit Standardlüftern

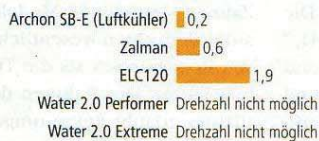
Lautheit bei 100 % Lüfterdrehzahl



Lautheit bei 75 % Lüfterdrehzahl



Lautheit bei 50 % Lüfterdrehzahl



System: Core i5-2500K (1,2 V), Asus P8P67, 4 GiB DDR3, GF 6600 GT; Win7 x64 SP1; offener Teststand, liegende Hauptplatine, EKL Alpenföhn Schneekanone, Lufttemperatur auf 20 °C normiert **Bemerkungen:** Die ELC120 ist mit 8 Sone deutlich am lautesten.

Sone
 Besser

Leistung mit Referenzlüfter

Kühlleistung bei 100 % Lüfterdrehzahl



Kühlleistung bei 75 % Lüfterdrehzahl



Kühlleistung bei 50 % Lüfterdrehzahl



System: Core i5-2500K (1,2 V), Asus P8P67, 4 GiB DDR3, GF 6600 GT; Win7 x64 SP1; offener Teststand, liegende Hauptplatine, EKL Alpenföhn Schneekanone, Lufttemperatur auf 20 °C normiert **Bemerkungen:** Die CNPS 20LQ verliert aufgrund des Einzellüfers.

°C
 Besser

P8P67 und einer passiv gekühlten GeForce 6600 GT. Bewertet werden die Komplexität und der Schwierigkeitsgrad der Montage. Um ein unter den Kühlern vergleichbares Ergebnis zu erhalten, nutzen wir bei allen Kühlern die Alpenföhn Schneekanone von EKL. Anschließend belasten wir die CPU mit Core Damage und messen die Temperatur mittels Core Temp nach einer mindestens 15-minütigen Aufwärmphase. Weitere Temperaturmessungen finden bei 75 und 50 Prozent der Maximallüfterdrehzahl nach einer zehnminütigen Wartezeit statt. Um die Eignung des Kühlers für die Übertaktung zu prüfen, messen wir auch noch die Temperatur des Prozessors, wenn er mit 1,35 Volt betrieben wird. Alle Werte werden anschließend rechnerisch auf 20 Grad Umgebungstemperatur normiert. Die Messungen wiederholen wir nochmals unter Nutzung unserer Referenzlüfter. Deren Zahl der richtet sich nach der Anzahl der beigelegten Ventilatoren.

Für die Lautheitsmessungen begeben wir uns in unsere schallisolierte Messkammer. In einem halben Meter Entfernung messen wir den Schalldruck in dB(A) und die Lautheit in Sone sowohl bei Maximalgeschwindigkeit als auch bei 75 und 50 Prozent derselben.

Unser Testfeld

Für diese Marktübersicht haben wir uns fünf Neuerscheinungen seit dem letzten Test herausgepickt.

Um ein besseres Bild zur Leistungsfähigkeit der Wasserkühlungen zu liefern, vergleichen wir die ermittelten Werte mit einem starken Luftkühler, dem Archon SB-E.

Thermaltake Water 2.0 Extreme 240er-Radiator und eingebaute Lüftersteuerung. Die Extreme ist Teil einer Serie, bestehend aus drei Produkten. Die Kompaktwasserkühlung ist keine Eigenentwicklung, hinter dem Produkt steckt der OEM-Hersteller Asetek. Neben der Kompaktwasserkühlung enthält die Verpackung noch zwei Lüfter und ein Montagekit für alle aktuellen Sockel. Das Montagesystem ist universal, die Unterschiede zwischen der Befestigung von Intel- und AMD-Systemen liegen in der verwendeten Backplate und im oberen Halterahmen des Kühlblocks. Deshalb besteht letztgenannter auch aus einer Vielzahl von Kleinteilen, sodass Sie die an sich einfache Montage nicht ohne einen Blick in das gute Handbuch ausführen können. Aufpassen sollten Sie beim Festziehen der Halteschrauben, die den Kühlblock mit der Backplate verbinden: Falls Sie dort zu viel Kraft aufwenden, schaben die Gegenstücke der Schrauben die Verkantungen der Backplate ab, die sie eigentlich halten sollten. Als Resultat drehen sich die Gegenstücke fortan mit den Schrauben, was das Festziehen derselben erheblich erschwert. Die Schläuche bestehen aus Gummi und sind damit nicht so widerspenstig wie bei der ELC120,

Kompakte Wasserkühlung: Ja oder nein?

Greifen Sie zu einer Kompakt-WaKü wenn ...

- ... Sie eine hohe Kühlleistung, etwa für das Übertakten, brauchen.
- ... Sie eine Wasserkühlung wollen, die möglichst pflegeleicht ist.
- ... Sie den PC oft transportieren. Eine Kompakt-WaKü entlastet das Mainboard.



Greifen Sie zu einer Luftkühlung wenn ...

- ... Sie auf eine im Schnitt leisere Kühlung Wert legen.
- ... Sie nicht nur die CPU, sondern auch die Spannungswandler kühl(er) haben wollen.
- ... Sie gute Leistung für vergleichsweise wenig Geld haben wollen.



Die Kühlblöcke deuten es bereits an: Die Modelle von Thermaltake und Zalman stammen alle vom selben OEM-Hersteller, namentlich Asetek.

Kühlleistung mit Standardlüfter

Kühlleistung bei 100 % Lüfterdrehzahl

Water 2.0 Extreme	41,7
Water 2.0 Performer	42,1
CNPS 20LQ	42,5
ELC120	42,6
Archon SB-E (Luftkühler)	42,8

Kühlleistung bei 75 % Lüfterdrehzahl

Water 2.0 Extreme	42,0
Water 2.0 Performer	42,6
ELC120	42,9
CNPS 20LQ	43,7
Archon SB-E (Luftkühler)	44,1

Kühlleistung bei 50 % Lüfterdrehzahl

ELC120	45,5
Archon SB-E (Luftkühler)	45,7
CNPS 20LQ	47,5
Water 2.0 Performer	Drehzahl nicht möglich
Water 2.0 Extreme	Drehzahl nicht möglich

System: Core i5-2500K (1,2 V), Asus P8P67, 4 GiB DDR3, GF 6600 GT; Win7 x64 SP1; offener Teststand, liegende Hauptplatte, EKL Alpenföhn Schneekanone, auf 20 °C normiert

Bemerkungen: Die Luftkühlung verliert bei höheren Lüfterdrehzahlen gegen die WaKüs. °C Besser



Die Water 2.0 Extreme gibt sich anschlussfreudig: Neben dem Pumpenanschluss hat sie Brückenstecker für die Lüfter und einen USB-Stecker für die Lüftersteuerung.



Auf einer DVD legt Thermaltake eine Software zur Lüftersteuerung bei. Neben der Geschwindigkeit von Pumpe und Lüfter zeigt sie die Temperatur des Wassers.

außerdem arbeitet die Pumpe des Kühlsystems nach einer kurzen Anlaufphase merklich leiser als beim Produkt von Enermax. Die Wärmeleitpaste ist auch bei der Extreme direkt aufgetragen. Mitgeliefert wird eine Lüfterregelung, die per internen USB angeschlossen wird. Die Software dafür findet sich auf einer CD im Karton. Ein Manko der beigelegten, hauseigenen Lüfter ist der eng bemessene Regelbereich zwischen 1.200 und 2.000 U/min. Insgesamt lassen sich vier Luftwirle auf dem Radiator befestigen, auch wenn nur Schrauben für zwei Ventilatoren beigelegt sind. Die Leistung der Water 2.0 ist mit 41,7 und 42,0 Grad Celsius bei 100 und 75 Prozent Drehzahl sehr gut und schlägt auch die von Brachial-Luftkühlern wie dem Silver Arrow SB-E deutlich. Die halbe Drehzahl kann mit den beigelegten Lüftern leider nicht erreicht werden, außerdem entwickeln die Ventilatoren durch das Herunterregeln ein relativ lautes, hochfrequenten Fiepen. Durch den großen Radiator verliert die Water 2.0 Extreme bei einem Lüftertausch nur wenig Kühlleistung, sodass Sie einen Wechsel der Ventilatoren in Betracht ziehen sollten.

Thermaltake Water 2.0 Performer Kompaktwasserkühlung in Klein.

Die Performer ist die günstigste Kompaktwasserkühlung der Water-2.0-Serie. Im Aufbau gleicht sie in fast allen Bereichen dem größten Modell der Serie, so auch beim Montagesystem. Im Vergleich zur Extreme müssen Sie aber auf eine eingebaute Lüftersteuerung verzichten, außerdem ist der Radiator nur halb so groß. Auch hier liegen die gleichen Lüfter wie bei der Water 2.0 Extreme bei, die unter dem eingeschränkten Regelbereich und dem Fiepen beim Herunterregeln leiden. Außerdem bietet der Kühlkörper keine eigenen Anschlüsse für die Lüfter. Stattdessen liegt ein Y-Adapter bei, sodass insgesamt zwei Lüfteranschlüsse des Mainboards benötigt werden. Bei der Kühlleistung zeigt sich die Performer ziemlich gut: Mit 42,1 und 42,6 Grad Celsius bei 100 und 75 Prozent Drehzahl schlägt sie sich etwas besser als das Produkt von Enermax. Mit maximal 5,3 Sone bleibt sie auch noch leiser. Jedoch könnte das Fiepen dem einen oder anderen störend auffallen.

Zalman CNPS20LQ: Wenn es etwas leiser sein soll.

Wenn man die Zal-

man auspackt, fällt sofort auf, dass sie vom gleichen Hersteller wie die beiden Water 2.0 Extreme von Thermaltake stammt: Zumindest die Kernkomponenten Kühlblock und Radiator kommen ebenfalls von Asetek. Dementsprechend gering sind auch die Unterschiede, die Montage verläuft genau wie bei den Modellen von Thermaltake. Allerdings hinterlässt die Zalman durch den blau gefärbten Radiator optisch einen etwas besseren Eindruck. Weitere Unterschiede gibt es beim Lüfter: Es befindet sich nur einer in der Packung, das von Zalman stammende Modell bietet außerdem einen wesentlich größeren Regelbereich als die Thermaltake-Lüfter. Der Rahmen des Ventilators erlaubt keine umgekehrte Montage, allerdings legt Zalman löblicherweise Schrauben diverser Längen und für zwei Lüfter bei, sodass einem Tausch nichts im Wege steht. Die Kompaktwasserkühlung von Zalman zeigte im Schnitt die geringste Kühlleistung im Test. Zwar startet sie etwas besser als die ELC120, verliert aber beim Herunterregeln des Lüfters sehr viel stärker an Leistung. Bei 100/75/50 Prozent der Maximaldrehzahl messen wird 42,5/43,7/47,5 Grad Celsius, damit befindet sich die Zalman noch auf dem Niveau einer guten Luftkühlung. Dadurch, dass Zalman die Kühlung aber nur mit einem Lüfter ausstattet, ist sie auch die leiseste Wasserkühlung im Testfeld, wir messen maximal 3,9 Sone. Allerdings ist die CNPS 20LQ mit 80 Euro kein Schnäppchen.

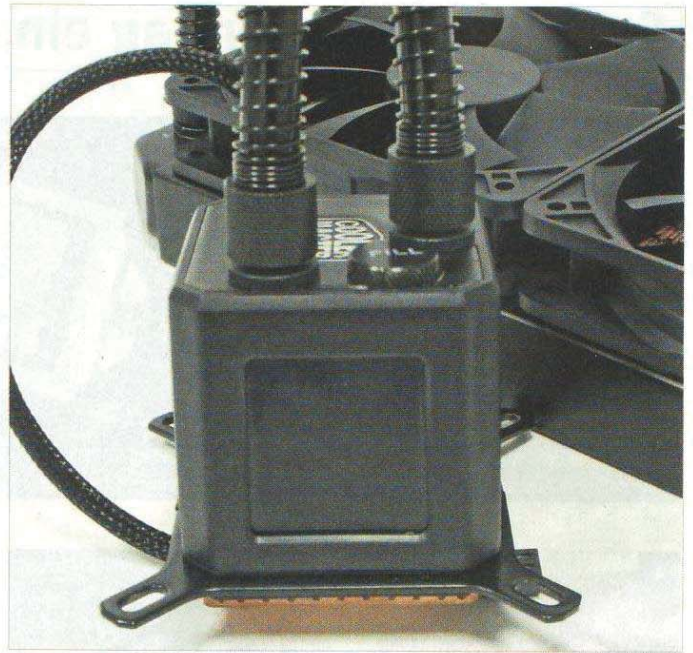
Enermax ELC120: Laut, aber regelbar.

Die ELC120 von Enermax ist Teil der neu gestarteten ELC-Serie. Sie ist die kleinste Version und auch in einer Variante mit LED-bestückten Lüftern erhältlich. Neben der Kühlung ansich befindet sich im Karton noch zwei Lüfter, die per Schalter in drei Stufen (1.500/1.800/2.200 U/min) geregelt werden können. Eine entkoppelte Montage für die Lüfter hat Enermax nicht vorgesehen. Separat beigelegte Wärmeleitpaste ist nicht enthalten, an der Unterseite des Kühlblocks befindet sich jedoch eine Schicht des Mittels voraufgetragen. Die Anlage ist mit allen aktuellen Sockeln kompatibel. Als Werkstoffe kommen Kupfer für den Kühlblock und Aluminium für den Radiator zum Einsatz. Die Montage ist sehr einfach und schnell vollzogen, allerdings geben sich die

aus FEP gefertigten und deshalb ein wenig starren Schläuche etwas widerspenstig. Die Pumpe der ELC120 hört man relativ deutlich. Mit den beigelegten Lüftern messen wir mit 42,6/42,9/45,5 Grad Celsius bei 100/75/50 Prozent der Maximaldrehzahl noch gute Werte. Wie es mit den bis zu 2.240 U/min (gemessen) rotierenden Lüftern zu erwarten ist, arbeitet die Kühlung sehr laut. Als Maximalwert messen wir 8,3 Sone. Wird die Geschwindigkeit auf 75 beziehungsweise 50 Prozent der Spitzendrehzahl reduziert, sind es noch 4,2 respektive 1,9 Sone, mit denen die Umgebung beschallt wird. Damit ist die ELC120 die lauteste Kühlung im Test, bietet aber die Option der Drehzahlregelung.

Cooler Master Eisberg Prestige 240L: Kompaktwasserkühlung mit einigen Alleinstellungsmerkmalen. Die Cooler Master Prestige gehört eben-

falls zu einer neu erschienenen Serie. Von allen im Test befindlichen Modellen bietet sie durch das Sichtfenster für die Kontrolle des Wasserstandes am meisten für das Auge. Auch sonst macht die Kühlung einen sehr wertigen Eindruck: Die Gummischläuche sind mit einer Metallfeder umfasst, was das Abknicken verhindert. Die Anlage bietet außerdem als einzige einen Nachfüllstutzen und besteht aus einem modularen System. Neben der Kühlung legt Cooler Master noch Wärmeleitpaste und zwei Lüfter bei, die durch einen Gummireifen entkoppelt sind. Die Eisberg bietet damit die effektivste Entkopplung im Testfeld. Dem gegenüber steht die relativ laute Pumpe. Leider versagte im Endspurt der Produktion das Testsystem, sodass wir Messwerte und Wertung nachreichen müssen. Auf den ersten Blick bietet Cooler Master jedoch eine sehr gut verarbeitete Wasserkühlung.



Die Eisberg Prestige 240L bietet als optischen Auffrischer ein Sichtfenster, in dem man den Wasserstand der Kompaktwasserkühlung kontrollieren kann.

* 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

KOMPAKTE WASSERKÜHLUNGEN Auszug aus Testtabelle mit 57 Wertungskriterien						
Produkt		Water 2.0 Extreme	Water 2.0 Performer	CNPS 20LQ	ECL120	Eisberg Prestige 240L
Modellnummer		-	-	-	-	-
Hersteller, Webseite		Thermaltake, de.thermaltake.com	Thermaltake, de.thermaltake.com	Zalman, zalman.com	Enermax, www.enermax.de	Cooler Master, coolermaster.de
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis		Ca. € 120,- /ausreichend	Ca. € 60,- /mangelhaft	Ca. € 80,- /mangelhaft	Ca. € 90,- /mangelhaft	Noch nicht gelistet
Link zum PCGH-Preisvergleich		www.pcgh.de/preis/800225	www.pcgh.de/preis/800225	www.pcgh.de/preis/800225	Noch nicht gelistet	Noch nicht gelistet
Ausstattung (20 %)		2,55	2,80	2,98	2,90	-
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung		2 x 120 mm/4-Pin/ja	2 x 120 mm/4-Pin/ja	1 x 120 mm/4-Pin/ja	2 x 120 mm/4-Pin/nein	2 x 120 mm/3-Pin/ja
Montierbare Lüfter*		2 x 120 mm	2 x 120 mm	1 x 120 mm	2 x 120 mm	2 x 120 mm
Lüfterdrehzahl 100 % (Angabe/gem.)		2.000 U/min/1.950 U/min	2.000 U/min/1.950 U/min	2.000 U/min/2.010 U/min	2.200 U/min/2.230 U/min	1.600 U/min/1.490 U/min
Werkstoff		Alu, Kupfer, Gummischläuche	Alu, Kupfer, Gummischläuche	Alu, Kupfer, Gummischläuche	Alu, Kupfer, Kunststoffschläuche	Kupfer, Gummischläuche
Wärmeleitmittel/Lüfterst./Extras		Voraufragetragen/Software/-	Voraufragetragen/-/-	Voraufragetragen/-/-	Voraufragetragen/Drehzahlsschalter/-	Voraufragetragen/-/-
Eigenschaften (20 %)		2,98	2,83	-	2,68	-
Socketunterstützung (AMD)		AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1	AM2(+), AM3(+), FM1
Socketunterstützung (Intel)		775, 1155, 1156, 1366	775, 1155, 1156, 1366	775, 1155, 1156, 1366	775, 1155, 1156, 1366	775, 1155, 1156, 1366
Maße Radiator (B x T x H) und Gewicht mit Standardlüfter(n)		120 x 63 x 270 mm, 1.151 g	120 x 77 x 151 mm, 838 g	120 x 62 x 151 mm, 831 g	119 x 82 x 151 mm, 720 g	124 x 58 x 280 mm/ 1.441g
Haltemechanismus (AMD/Intel)		Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung
Montageaufwand (AMD/Intel)		Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Verschraubung/Verschraubung
Platinenbau nötig (AMD/Intel)		Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja	Ja/Nein
Gedrehte Montage möglich (AMD/Intel)		Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja	Nein/ja
Leistung (60 %)		2,40	2,53	2,40	3,08	-
CPU-Temp.**, Standardlüfter @ 100/75/50 %		41,7/42,0/- °C	42,1/42,6/- °C	42,5/43,7/47,5 °C	42,6/42,9/45,5 °C	Nicht gemessen
CPU-Temp.**, Referenzlüfter @ 100/75/50 %		42,2/43,0/44,7 °C (2 x 120 mm)	42,8/44,4/48,2 °C (2 x 120 mm)	45,6/47,0/50,7 °C (1 x 120 mm)	43,3/44,5/48,5 °C (2 x 120 mm)	Nicht gemessen
CPU-Temp.**, Std.-/Ref.-Lüfter @ 100 % (OC)		46,9/48,2 °C (Ref.: 2 x 120 mm)	48,4/49,8 °C (Ref.: 2 x 120 mm)	49,1/52,0 °C (Ref.: 1 x 120 mm)	49,0/50,1 °C (Ref.: 2 x 120 mm)	Nicht gemessen
Lautheit (100/75/50 %)		5,3/3,2/- Sone	5,0/3,2/- Sone	3,9/2,2/0,6 Sone	8,3/4,2/1,9 Sone	Nicht gemessen
Schalldruck (100/75/50 %)		45,5/41,1/- dB(A)	45,9/40,6/- dB(A)	42,2/35,3/24,3 dB(A)	52,8/43,7/34,0 dB(A)	Nicht gemessen
Subjektive Lautstärke (100/75/50 %)		Inakzeptabel laut/sehr laut/-	Inakzeptabel laut/sehr laut/-	Sehr laut/laut/noch leise	Inakzeptabel laut/inakzeptabel laut/sehr deutlich hörbar	Nicht gemessen
FAZIT		- Sehr gute Leistung - Bis zu vier Lüfter - Teuer	- Günstige Kompakt-Waku - Gute Leistung - Regelbereich Lüfter	- Relativ leise - Teuer - Mäßige Leistung	- Lüfter mit Drehzahlsschalter - Anschlussbrücken für Lüfter - Laut	- Modular - Nachfüllstutzen - Gute Entkopplung
		Wertung: 2,55	Wertung: 2,60	Wertung: 2,64	Wertung: 2,96	Wertung: -

So gelingt der Einbau einer Kompaktwasserkühlung



Entfernen Sie den alten Kühler der CPU. Je nach Kühler kann dafür der Ausbau des Mainboards nötig sein.



Nachdem Sie den Prozessor vom alten Wärmeleitmittel gereinigt haben, tragen Sie neue Wärmeleitpaste auf.



Führen Sie die Oberseite der Halteclips in die ringförmige Halterung des Kühlblocks ein.



Führen Sie die Haltebolzen ein und drücken Sie die Unterseite des Clips auf die Oberseite. Die Bezeichnung Ihres Sockels muss dabei außen sichtbar sein.



Der Rahmen kommt nun auf den Kühlblock und wird verdreht wieder nach außen gezogen, damit er sich verhakt. Nachher wird noch ein Haltering aufgedrückt.



Befestigen Sie nun die Kühlblock mithilfe der Back-plates. Ziehen Sie die Schrauben dabei nicht zu fest an!



Montieren Sie nun den mitgelieferten Lüfter auf der Seite des Radiators, wo sich die Schläuche befinden.



Fall Sie das Mainboard ausbauen mussten, können Sie es jetzt wieder befestigen. Achten Sie dabei auf die Schläuche.



Entfernen Sie vorhandene Lüfter und befestigen Sie den Radiator am hinteren Lüfterplatz des Gehäuses.



So sieht der fertige Einbau unserer Kompaktwasserkühlung aus. Zum Schluss müssen Sie ...



... nur noch die Pumpe und den Lüfter mit den Lüfteranschlüssen des Mainboards verbinden.



Auch wenn der Einbau einer Kompaktwasserkühlung an sich sehr einfach abläuft, unterscheidet er sich doch in einigen Details von der Montage eines normalen Luftkühlers. Für weniger erfahrene Kühlungsmonteure möchten wir hier den Ablauf der Montage inklusive einiger Praxis-Tipps erläutern.

Der Einbau

Dadurch, dass eine Kompaktwasserkühlung in weiten Teilen bereits vormontiert geliefert wird, ist der Aufbau meistens nicht weiter kompliziert. Für die Demonstration haben wir die CNPS 20LQ gewählt, da sich die Vorgänge auf die beiden Modelle von Thermalake nahezu ohne Änderungen übertragen lassen. Das gilt auch für andere Model-

le, die auf dem OEM-Design von Asetek basieren, etwa die Modelle von Antec. Bei der Zalman CNPS 20LQ stellt das Zusammensetzen des Kühleraufsatzes den größten Aufwand dar. Diese besteht aus vielen Einzelteilen und hält auch die eine oder andere Tücke bereit. Der Befestigung basiert auf einem Clip-System. Bevor Sie die Unterseite mit dem oberen Teil verbinden, müssen Sie noch den Schraubbolzen durch das Loch führen, mit dem der Kühlblock später auf der CPU befestigt wird. Die Schraubenabstände stellen Sie dabei durch das Drehen der Clips ein: Diese sind richtig gedreht, wenn Sie die Bezeichnung Ihres Sockels auf der Außenseite lesen können. Beim Befestigen des Kühlblocks sollten Sie die Schrauben mit Gefühl festziehen, da Sie sonst wie bereits erwähnt die Backplate beschädigen könnten. Einige

Kompaktwasserkühlungen bieten nur einen 120-mm-Radiator, aber trotzdem zwei Lüfter, die beidseitig montiert werden. Wenn Sie den Radiator mit beiden Ventilatoren an einem Lüfterplatz des Gehäuses montieren wollen, dann brauchen Sie bei einer Lüfterdicke von 25 Millimetern Schrauben von einer Länge mit etwa 30 Millimetern, um damit den Radiator durch den Lüfter hindurch zu erreichen.

Sonstige Tipps

Wenn Sie keinen Wert auf rekordverdächtige Kühlungsleistungen legen, ist der Austausch der mitgelieferten Lüfter bei fast allen Kompaktwasserkühlungen eine gute Idee: Die mitgelieferten Lüfter sind zwar leistungsfähig, aber auch sehr laut. Gute Lüfter sind in der Regel deutlich leiser, auch wenn die Kompaktwasserkühlungen dabei etwas an Leistung einbüßt.

Weiteres Optimierungspotenzial besteht bei der Entkopplung der Lüfter: Zalman und Thermalake liefern zwar jeweils Gummieinlagen mit, diese reichen jedoch nur

für einen einzelnen Lüfter – wenn Sie sparen. Das Produkt von Enermax verzichtet dagegen komplett darauf. Einzig die CoolerMaster bietet eine gute Entkopplung an. Eine simple Gummieinlage zwischen Lüfter und Radiator reicht für eine halbwegs gute Entkopplung.

Fast alle unsere Testprobanden haben das Wärmeleitmittel ab Werk voraufgetragen. Erfahrungsgemäß sind diese Pasten oft nicht die besten. Für wenige Euro erhalten Sie eine gute Wärmeleitpaste, meiden Sie bei Kupferbodenplatten aber Flüssigmetall. (rs)

Fazit

Hardware

Badespaß für CPUs

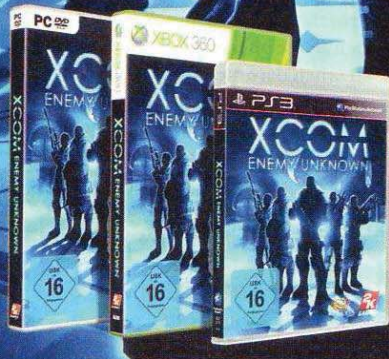
Kompaktwasserkühlungen sind sehr leistungsstark, aber allesamt keine Leisetreter, obwohl sich dieses Problem durch Lüfterwechsel entschärfen lässt. Für Übertakter sind sie zu empfehlen, geräuschempfindliche Nutzer sollten sich aber besser nach einem guten Luftkühler umsehen; Luftkühler sind auch oft viel günstiger.

DER KLASSIKER IST ZURÜCK!

UNSERE LETZTE HOFFNUNG

XCOM

ENEMY UNKNOWN



EXKLUSIV FÜR VORBESTELLER:
DAS ELITESOLDAT PACK*

JETZT VORBESTELLEN!
AB 12. OKTOBER IM HANDEL

*NUR SOLANGE DER VORRAT REICHT



„DIESE ALIENINVASION WIRD AUSSERIRDISCH GUT!... DAS BESTE RUNDENTAKTIK-SPIEL AUF DEM PC“ PC GAMES



© 1994-2012 Take-Two Interactive Software, Inc. Take-Two Interactive Software, Inc., 2K, 2K Games, Firaxis Games, XCOM, and XCOM: Enemy Unknown, and their respective logos are trademarks of Take-Two Interactive Software, Inc. All rights reserved. All other marks are property of their respective owners. Microsoft, Xbox, Xbox 360, Xbox LIVE, and the Xbox logos are trademarks of the Microsoft group of companies. "PS", "PlayStation", "PS3", "PS2" and "PS" are trademarks or registered trademarks of Sony Computer Entertainment Inc. All rights reserved. All other marks are property of their respective owners. All rights reserved.



Betagte, aber weit verbreitete CPUs im OC-Test

CPU-Oldies flottmachen

Es muss nicht immer ein neuer Prozessor sein: Viele ältere CPUs holen dank Overclocking ihre Nachfolger locker ein. Wir zeigen, wie und mit welchen Modellen es geht sowie mögliche Probleme.

Der Core i5-750 beziehungsweise dessen Nachfolger i5-760 boten zum Verkaufsstart ein tolles Preis-Leistungs-Verhältnis und sind daher noch in vielen PCs im Einsatz. Mittlerweile hat Intel zwei Nachfolger-Generationen in den Handel gebracht, welche i5-750/760 sprichwörtlich alt aussehen lassen. Andere nicht ganz so betagte Spiele-PCs verfügen über einen günstigen Phenom II X4; in manchen vermeintlichen Spiele-PCs steckt sogar noch der CPU-Oldie Core 2 Quad.

Doch kein Grund zur Sorge: Per Overclocking können Sie die alten CPUs zum Teil auf das Leistungsniveau aktueller Prozessoren hieven. Halten Sie sich einfach an unsere Anleitungen. Hierfür haben wir sechs besonders beliebte CPUs der vergangenen fünf Jahre ausgewählt. Unsere Tipps gelten aber auch für ähnliche Modelle, wie den erwähnten i5-750 anstelle des i5-760.

Das müssen Sie beachten

Damit sich eine CPU gut übertakten lässt, brauchen Sie natürlich ein geeignetes Board und einen ausreichend starken Kühler. Wir haben unsere Overclocking-Werte allerdings so gewählt, dass sie bereits mit durchschnittlichen Komponenten problemlos erreicht werden; mit Top-Hardware sind noch bessere Ergebnisse möglich.

Bedenken Sie jedoch, dass neue CPUs nicht nur schneller sind als die vorherigen Generationen, auch die Energieeffizienz hat in den meisten Fällen zugenommen. Daher vergleichen wir nicht nur die Performance, sondern auch die Leistungsaufnahme der alten CPUs samt OC mit den neuen.

Core 2 Duo E8400: Zu wenige Kerne

Der E8400 stammte aus der Nachfolge-Generation zum Conroe, der

Penryn-Serie. Mit 3.000 MHz zählte er zu den schnelleren Zweikernern und war damals nicht zuletzt wegen des Preises beliebter als die meisten Vierkerner. Inzwischen gab es jedoch einige Umbrüche in der Spielandschaft, die Unterstützung von vier Kernen gehört mittlerweile zum guten Ton. Trotzdem schafft es der übertaktete E8400 in *Skyrim* in etwa auf das Niveau des Phenom II 1055T oder 1100T. Im Gegensatz zu den aktuellen CPUs von Intel ist beim Core 2 das Übertakten noch mit allen CPUs möglich. Jedoch besitzen sie einen gesperrten Multiplikator, sodass der FSB zum Übertakten angehoben werden muss. Insgesamt ist die CPU vor allem für die Nutzung mit aktuellen Spielen nur noch als Notlösung anzusehen, selbst ein Upgrade auf eine Mittelklasse-CPU der Generation Ivy/Sandy Bridge kann die Fps-Leistung je nach vorhandener Grafikkarte verdoppeln. Dabei sparen

Sie auch noch eine nicht unerhebliche Menge Strom: Das System mit übertaktetem E8400 zeigt sich unter Last mit einem Verbrauch von 130 Watt als kleiner Schluckspecht, Prozessoren aktueller Bauart bleiben selbst im übertakteten Zustand deutlich darunter. Außerdem benötigen Sie für eine Übertaktung auf 4 GHz auch eine gute Kühlung, um den Prozessor durchgehend mit angehobener Spannung betreiben zu können, die Boxed-Kühlung ist dafür nicht empfehlenswert.

Core 2 Quad Q6600: Schnell, aber heiß

Der Core 2 Quad Q6600 gehörte zu den beliebtesten Prozessoren der jüngeren Geschichte, mit ihm wurden Vierkerner massentauglich. Auch deshalb dürfte diese CPU noch in so manchem Rechner zu finden sein. Kürzlich widmeten wir dem Q6600 auch einen Artikel in der Reihe „Hardwarelegenden“.



Übersicht: OC-Einstellungen

Plattform		CPU-Takt (ohne Turbo)		RAM-Takt		CPU-Spannung		Referenz-/FSB-Takt x Multiplikator	
CPU	Mainboard	Standard	OC	Standard	OC	Standard	OC	Standard	OC
Core 2 Duo E8400	Gigabyte EP45-UD3	3,00 GHz	4,00 GHz	DDR2-800	DDR2-800	1,375 Volt	1,50 Volt	333 MHz x 9	444 MHz x 9
Core 2 Quad Q6600 (G0)	Gigabyte EP45-UD3	2,40 GHz	3,20 GHz	DDR2-800	DDR2-800	1,375 Volt	1,50 Volt	266 MHz x 9	400 MHz x 8
Core i5-760	MSI P55-GD65	2,80 GHz	3,80 GHz	DDR3-1333	DDR3-1450	1,15 Volt	1,2 Volt	133 MHz x 21	181 MHz x 21
Core i7-920 (C0)	Asus P6T	2,67 GHz	3,80 GHz	DDR3-1066	DDR3-1540	1,24 Volt	1,35 Volt	133 MHz x 20	190 MHz x 20
Phenom II X4 955 BE (C3)	MSI 970A-G45	3,20 GHz	3,80 GHz	DDR3-1333	DDR3-1333	1,3 Volt	1,5 Volt	200 MHz x 16	200 MHz x 19
Phenom II X6 1055T	MSI 970A-G45	2,80 GHz	4,00 GHz	DDR3-1333	DDR3-1524	1,45 Volt	1,52 Volt	200 MHz x 14	286 MHz x 14

Doch die Zeit hat ihre Spuren hinterlassen: Unsere Benchmarks zeigen, dass der Q6600 gegen aktuelle Prozessoren der Marken Sandy oder Ivy Bridge kein Land mehr sieht. Dem kann man auch mit Übertaktung nur bedingt abhelfen. Diese findet wie beim E8400 auch über den FSB-Takt statt. In *Skyrim* bringt das Übertakten auf 3,2 GHz (25 Prozent) nur eine Verbesserung von 4,2 Fps. Aktuelle Mittelklasseprozessoren wie der Core i5-2500K schaffen beinahe schon das Doppelte. Allerdings hievt ihn diese Übertaktung in einen Bereich flüssig spielbarer Fps. In *Anno 2070* liefert der Q6600 nur eine bedingt spielbare Fps-Rate. Auch durch die Übertaktung erreicht er nur ruckelig wirkende 18,3 Fps. Für viele Spiele ist der Q6600 also schon zu langsam, daran kann auch eine Übertaktung nur sehr eingeschränkt etwas ändern. Besser sieht es im Benchmark x264 HD aus. Dort vermag es der Q6600 immer noch recht gut, mit den kleinen Core i5 der ersten Generation mithalten. Dies gilt aber auch für den Stromverbrauch im übertakten Zustand: 162 Watt (gesamtes System) unter Last stellen einen Wert dar, den nur wenige andere Prozessoren in unserer Übersicht überbieten. Daher lautet unser Fazit, dass der Q6600 selbst mit Übertaktung nur noch eingeschränkt für aktuelle Spiele geeignet ist, da die Fps auf niedrigem Niveau bleiben.

Core i5-760: Per OC fast so schnell wie seine Enkel

Der Core i5-760 basiert noch auf der Lynnfield-Architektur. Darauf folgten Sandy Bridge und Ivy Bridge. In dem CPU-Opa steckt allerdings noch viel OC-Potenzial, mit dem er beinahe das Leistungsniveau seiner Nachfahren erreicht. So ist es üblicherweise möglich, den i5-760 von 2,8 auf 3,8 GHz zu übertakten. Damit schlägt er den Core i3-3240 aus der aktuellen Ivy-Generation. Allerdings hat dieser

auch nur zwei statt vier Kerne. Im x264-HD-Benchmark wird sogar der i5-2500K knapp überboten.

Da es sich nicht um eine K-CPU handelt, können Sie beim i5-760 den Prozessormultiplikator nicht beliebig steigern. Zum Übertakten sind Sie daher auf eine Anhebung des Referenztaktes angewiesen. Anders als bei Sandy oder Ivy Bridge arbeiten Lynnfield-Prozessoren zum Glück problemlos mit einem hohen Referenztakt. Hierfür müssen Sie allerdings zunächst den QPI-Multiplikator senken. Details zeigen die Bilder auf der nächsten Seite. Für den Test haben wir das MSI-Mainboard P55-GD65 verwendet. Verglichen mit der Leistung stieg der Stromverbrauch nur mittelmäßig. So beträgt der Unterschied im Windows-Leerlauf wegen der angehobenen CPU-Spannung sieben Watt. Obwohl wir im BIOS Speedstep aktiviert hatten, blieb die Spannung konstant hoch. Unter CPU-Vollast stieg die Leistungsaufnahme des PCs um 44 Watt.

Core i7-920: Viel Potenzial, schwierig einzustellen

Der Core i7-920 stellt nach dem i7-930 wohl den beliebtesten Prozessor auf dem Sockel 1366 dar. Hier hat sich der Vorgang des Übertakten im Vergleich zur Vorläufergeneration Core 2 schon leicht verändert: Der Multiplikator ist zwar etwas freier justierbar als es noch beim Core 2 der Fall war, ein Großteil des zusätzlichen Taktes wird jedoch durch das Hochsetzen des BCLK-Taktes erreicht. Wir wählen für unseren Versuch 190 MHz x 20 (3,8 GHz). Nutzer, die diese CPU ihr Eigen nennen, dürfen sich freuen: Wirkt die Leistung der etwa 270 Euro teuren CPU auf dem Standardtakt etwas angestaubt, können Sie sie durch das Übertakten auf 3,8 GHz nahe an die aktuelle Ivy-Bridge-Generation heranführen. Vor allem in *Skyrim* zeigt der Core i7-920 eine gute Performance. Al-

Der E8400 muss per FSB-Steigerung übertakten werden. Mit diesen Einstellungen läuft er normalerweise stabil.

Beim Core i7-920 können Sie den Referenztakt zum Übertakten weit anheben – anders als bei Sandy und Ivy Bridge.



Anno 2070: i5-760 und i7-920 legen deutlich zu

„Gigantische Stadt“ – 1.920 x 1.080, max. DX11-Details, kein AA/AF

Core i7-3770K (4C/8T - 3,5 GHz)	42	48,5
Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	41	47,0
Core i7-3930K (6C/6T - 3,2 GHz)	38	44,9
Core i5-2500K (4C/4T - 3,3 GHz)	27	39,1
Core i5-760 @ 3,8 GHz	27	35,8
Core i7-920 @ 3,8 GHz	28	35,5
Core i3-3240 (2C/4T - 3,4 GHz)	28	33,6
Core i7-860 (4C/8T - 2,8 GHz)	20	28,2
Core i7-920 (4C/8T - 2,67 GHz)	21	28,1
Core i5-760 (4C/4T - 2,8 GHz)	20	28,1
Ph. II X6 1055T @ 4,0 GHz	14	27,8
Ph. II X4 955 @ 3,8 GHz	18	26,4
FX-4170 (2M/4C - 4,2 GHz)	19	25,1
FX-8150 (4M/8C - 3,6 GHz)	20	24,9
Ath. II X4 651 (4C/4T - 3,0 GHz)	19	24,3
Ph. II X4 955 (4C/4T - 3,2 GHz)	15	24,2
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	19	23,5
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	18	23,2
C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)	18	22,8
Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)	15	22,1
C2D E8400 @ 4,0 GHz	17	20,1
Ph. II X6 1055T (6C/6T - 2,8 GHz)	14	20,0
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz	13	18,3
C2D E8400 (2C/2T - 3,0 GHz)	11	16,6
C2Q Q6600 (4C/4T - 2,4 GHz)	8	14,1

Bedingt spielbar von 15 bis 25 Fps - Flüssig spielbar ab 25 Fps

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8/12 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q)

Bemerkungen: Der X6 1055T schafft es dank OC in den flüssig spielbaren Bereich.

Min. Ø Fps
Besser

TES 5 Skyrim: i7-920 dank OC auf Platz vier

„Weißblau“ – 1.920 x 1.080, max. DX9-Details, Hi-Res-Textures, kein AA/AF

Core i7-3930K (6C/6T - 3,2 GHz)	80	93,1
Core i7-3770K (4C/8T - 3,5 GHz)	79	93,0
Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	76	89,4
Core i7-920 @ 3,8 GHz	75	87,9
Core i5-2500K (4C/4T - 3,3 GHz)	69	82,1
Core i5-760 @ 3,8 GHz	69	79,4
Core i3-3240 (2C/4T - 3,4 GHz)	61	71,6
Core i7-860 (4C/8T - 2,8 GHz)	55	64,2
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	54	63,6
Core i5-760 (4C/4T - 2,8 GHz)	52	62,1
Ph. II X6 1055T @ 4,0 GHz	52	61,8
Core i7-920 (4C/8T - 2,67 GHz)	52	61,1
Ph. II X4 955 @ 3,8 GHz	48	58,3
FX-4170 (2M/4C - 4,2 GHz)	48	57,8
C2D E8400 @ 4,0 GHz	50	55,0
Ph. II X4 955 (4C/4T - 3,2 GHz)	47	54,7
FX-8150 (4M/8C - 3,6 GHz)	46	53,3
Ath. II X4 651 (4C/4T - 3,0 GHz)	43	51,9
Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)	44	51,5
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	41	49,0
C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)	40	47,0
Ph. II X6 1055T (6C/6T - 2,8 GHz)	39	45,5
C2D E8400 (2C/2T - 3,0 GHz)	38	44,0
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz	37	42,7
C2Q Q6600 (4C/4T - 2,4 GHz)	32	38,5

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

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8/12 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q)

Bemerkungen: Wegen fehlender Multicore-Optimierung ist der Q6600 hier weit hinten.

Min. Ø Fps
Besser

Cell Menu	
Current CPU Frequency	3.80GHz (181x21)
Current DRAM Frequency	1448MHz
Current QPI Frequency	5792MHz
► CPU Specifications	[Press Enter]
► CPU Feature	[Press Enter]
Active Processor	[All]
Intel EIST	[Enabled]
C1E Support	[Enabled]
Intel Turbo Boost	[Disabled]
Adjust CPU Base Frequency (MHz)	[181]
OC Stepping	[Disabled]
Adjust CPU Ratio	[21]
Adjusted CPU Frequency (MHz)	3801MHz
OC Genie Operation	[Enabled]
Base Clock Button	[Enabled]
Memory Ratio	[4]
Adjusted DRAM Frequency (MHz)	1448MHz
QPI Ratio	[16]
Adjusted QPI Frequency (MHz)	5792MHz
► ClockGen Tuner	[Press Enter]
Adjust PCI-E Frequency (MHz)	[100]
Auto Disable PCI Frequency	[Enabled]
UDroop Control	[Low UDroop]
CPU Voltage (V)	[1.201]
CPU VTT (V)	[1.112]
CPU PLL Voltage (V)	[1.830]
DRAM Voltage (V)	[1.651]
DDR_UREF_CA_A (V)	[Auto]
DDR_UREF_CA_B (V)	[Auto]
DDR_UREF_DA_A (V)	[Auto]
DDR_UREF_DA_B (V)	[Auto]
PCH 1.05 (V)	[1.059]

Damit der Core i5-760 stabil mit 3,8 statt 2,8 GHz läuft, müssen Sie wie abgebildet die QPI-Taktrate senken. Bis auf die VCore reichen bei den Spannungen meistens die Standardwerte, die wie hier manuell eingestellt haben.

lerdings brauchen Sie für ambitionierte Übertakungsversuche eine gute Kühlung, der Boxed-Kühler, aber auch günstigere Preis-Leistungs-Kühler reichen meist nicht. Selbst mit High-End-Kühlern der Marke Archon SB-E wird die CPU noch vergleichsweise warm, auch wenn die erreichten Temperaturen unbedenklich sind. Insgesamt zeigt sich jedoch, dass der i7-920 noch lange nicht zum alten Eisen gehört und selbst mit deutlich aktuelleren CPUs konkurrieren kann. Dafür hat das gesamte System aber einen sehr hohen Verbrauch von 226 Watt.

Phenom II X4 955 BE: OC lohnt hier nur bedingt

Grundsätzlich bietet sich der mittlerweile für nur rund 90 Euro erhältliche 955er zum Übertakten an. Da es sich um eine Black Edition (BE) handelt, können Sie nämlich einfach den CPU-Multiplikator anheben. Allerdings sind dem Übertakter schnell Grenzen gesetzt: 3,8 GHz sind bei üblicher Kühlung und rund 1,5 statt 1,3 Volt realistisch – das ist eine Steigerung von 19 Prozent gegenüber dem Standardtakt von 3,2 GHz. *Skyrim* läuft damit sieben Prozent schneller, bei *Anno 2070* sind es immer-

hin neun Prozent. Allerdings ist es sehr unwahrscheinlich, dass diese Steigerung in fordernden Spielen den Unterschied zwischen gar nicht und flüssig spielbar ausmacht. Mit 14 Prozent ist der Vorteil beim x264-HD-Benchmark am größten.

Dem mittelmäßigen Performance-Plus steht ein deutlich gestiegener Stromhunger gegenüber: Während bei ruhendem Desktop die Leistungsaufnahme lediglich um wenige Watt steigt, beträgt der Unterschied bei voller CPU-Auslastung 44 Watt (28 Prozent). Dementsprechend nimmt auch die Abwärme des gesamten Systems deutlich zu. Sparfüchse mit guter Gehäusebelüftung können natürlich die Übertaktung wagen; wenn Sie ein wenig Aufrüst-Budget haben, empfehlen wir allerdings, den X4 955 BE nicht zu übertakten, sondern gegen eine aktuelle CPU zu ersetzen.

Phenom II X6 1055T: Ganz neues Leistungsniveau

Im Vergleich zum Phenom II X 955 BE bringt das Overclocking bei dieser zwei Jahre alten Sechskern-CPU einen deutlichen Vorteil und macht den leider nicht mehr erhältlichen Prozessor besonders für gut

WERBUNG



x264 HD 4.0: Paradedisziplin für den X6 1055T

x264 HD v4.0, Test #2 (alle vier Runs gemittelt)

Core i7-3930K (6C/8T - 3,2 GHz)	56,1
Core i7-3770K (4C/8T - 3,5 GHz)	41,2
Ph. II X6 1055T @ 4,0 GHz	38,7
FX-8150 (4M/8C - 3,6 GHz)	36,9
Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	33,7
Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)	32,5
FX-8120 (4M/8C - 3,1 GHz)	31,4
Core i7-920 @ 3,8 GHz	30,2
Core i5-760 @ 3,8 GHz	29,5
Core i5-2500K (4C/4T - 3,3 GHz)	28,9
Ph. II X6 1055T (6C/6T - 2,8 GHz)	28,0
Core i7-860 (4C/8T - 2,8 GHz)	27,5
Core i7-920 (4C/8T - 2,67 GHz)	26,2
Ph. II X4 955 @ 3,8 GHz	24,7
FX-4170 (2M/4C - 4,2 GHz)	22,8
Core i5-760 (4C/4T - 2,8 GHz)	22,6
C2D E8400 @ 4,0 GHz	22,3
Ph. II X4 955 (4C/4T - 3,2 GHz)	21,7
Ath. II X4 651 (4C/4T - 3,0 GHz)	20,7
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz	20,7
C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)	19,5
Core i3-3240 (2C/4T - 3,4 GHz)	19,3
C2Q Q6600 (4C/4T - 2,4 GHz)	15,8
Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	14,4
C2D E8400 (2C/2T - 3,0 GHz)	10,4

System: Geforce GTX 580 @ 900/2.300 MHz, Intel Z77, AMD 970/A75, 8/12 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q)
Bemerkungen: Hier zeigt der X6 1100T, was in ihm steckt. Auch der i7-920 ist stark.

Ø Fps
 ➤ Besser

Leistungsaufnahme: OC kostet viel Strom

Enermax 600 Watt (80 Plus Platin), gesamtes System, x264 HD (2nd Run)

Pentium G2120 (2C/2T - 3,1 GHz)	40	55
Core i3-3240 (2C/4T - 3,4 GHz)	41	59
C2D E8400 (2C/2T - 3,0 GHz)	45	83
Core i5-3570K (4C/4T - 3,4 GHz)	39	92
Core i5-2500K (4C/4T - 3,3 GHz)	42	101
Core i5-760 (4C/4T - 2,8 GHz)	36	101
Core i7-3770K (4C/8T - 3,5 GHz)	41	105
Ath. II X4 651 (4C/4T - 3,0 GHz)	38	107
C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)	45	108
C2Q Q6600 (4C/4T - 2,4 GHz)	54	112
Core i7-860 (4C/8T - 2,8 GHz)	37	116
C2D E8400 @ 4,0 GHz	68	129
Core i5-760 @ 3,8 GHz	43	145
Core i7-920 (4C/8T - 2,67 GHz)	67	151
Ph. II X4 955 (4C/4T - 3,2 GHz)	55	160
C2Q Q6600 @ 3,2 GHz	61	162
FX-4170 (2M/4C - 4,2 GHz)	43	163
Ph. II X6 1055T (6C/6T - 2,8 GHz)	53	167
FX-8120 125W (4M/8C - 3,1 GHz)	43	181
Core i7-3930K (6C/6T - 3,2 GHz)	45	183
Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)	52	190
FX-8150 (4M/8C - 3,6 GHz)	43	194
Ph. II X4 955 @ 3,8 GHz	59	204
Core i7-920 @ 3,8 GHz	98	226
Ph. II X6 1055T @ 4,0 GHz	78	288

System: Geforce GT 430 (7 Watt im Leerlauf), Intel Z77, AMD 970/A75, 8/12 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Der X6 ist nach der Übertaktung am gierigsten; der i5-760 nur im Mittelfeld.

Watt
 Leerlauf Last
 ➤ Besser

Target CPU Frequency : 4004MHz
 Target DRAM Frequency: 1525MHz

CPU Level Up [Auto]

OC Tuner Utility [Manual]
 Ai Overclock Tuner [Manual]
 CPU Ratio [Auto]
 AMD Turbo CORE technology [Auto]
 CPU Bus Frequency [286]
 PCIE Frequency [100]
 DRAM Frequency [1525MHz]
 CPU/NB Frequency [2002MHz]
 HT Link Speed [2002MHz]
 ▶ DRAM Timing Configuration
 ▶ DRAM Driving Configuration

CPU Voltage OCP [Enabled]
 CPU PWM Frequency [Auto]
 CPU Load-Line Calibration [Auto]
 CPU/NB Load-Line Calibration [Auto]
 CPU/NB Voltage OCP [Enabled]
 ***** Please key in numbers directly! *****
 Extreme OV [Disabled]
 CPU Offset Sign [+]
 CPU Offset Voltage 1.230 [1.15000]
 CPU/NB Offset Sign [+]
 CPU/NB Offset Voltage 1.131 [0.050000]
 CPU UDDA Voltage 2.520 [Auto]
 DRAM Voltage 1.568 [1.65000]
 HT Voltage 1.210 [1.31250]
 NB Voltage 1.118 [1.28750]
 NB 1.8V Voltage 1.802 [1.894750]
 SB Voltage 1.111 [1.205750]
 UDDR Voltage 1.205 [Auto]
 UDDPCIE Voltage 1.113 [Auto]
 DRAM CTRL REF Voltage 0.500 Auto

Phenom II X6 1055T: Damit ein hoher Referenztakt stabil läuft, ist es nötig, die CPU-/NB-Frequenz und die HT-Link-Geschwindigkeit zu senken.

parallelisierte Aufgaben interessant. So schlägt der X6 1055T in allen Benchmarks sogar den neuen FX-8150 und ist damit die schnellste AMD-CPU in unserem Benchmark-Vergleich. Ein Grund für das hohe OC-Potenzial ist allerdings der niedrige Standardtakt von lediglich 2,8 GHz. Die meisten X6-1055T-Modelle erreichen bei guter Kühlung problemlos 4 GHz.

Da sich der CPU-Multiplikator nicht beliebig anheben lässt, ist die Übertaktung etwas komplizierter als beim Phenom II X4 955 BE. Anders als bei aktuellen Intel-CPUs ist es bei dem AMD-Sechskerner aber zum Glück möglich, den Referenztakt weit anzuheben. Hierfür müssen Sie zunächst im BIOS/UEFI die Multiplikatoren für HT-Link und CPU-NB auf sieben beziehungsweise 1.400 MHz senken. Außerdem sollten Sie neben der Vcore weitere Spannungen anpassen. Welche das genau sind, zeigt unser Screenshot links auf dieser Seite. Im Test haben wir das sehr gute Mainboard Crosshair IV Formula von Asus verwendet. Allerdings sollte dieses Ergebnis auch mit günstigeren Platinen zu erreichen sein. Achten Sie jedoch darauf, dass die Spannungswandler gut gekühlt sind. Falls Ihr

Mainboard hier keine Standard-Kühlelemente besitzt, bieten sich die Nachrüstkühler ZM-RHS1 von Zalman an. Zwar werden die kleinen Alublöcke als RAM-Kühler vermarktet, sie lassen sich aber auch einfach auf die Spannungswandler des Mainboards aufkleben und kosten weniger als zehn Euro. Auch ein kleiner (leiser) Lüfter für die Spannungswandlerventilation kann sich lohnen, um Stabilität und Haltbarkeit zu verbessern. Schließlich steigt die Leistungsaufnahme des gesamten Systems durch die Übertaktung sehr deutlich von 167 auf 288 Watt. (rs/dm)

Fazit

Hardware

Alte übertaktete CPUs

Aus einigen älteren Prozessoren lässt sich durch Übertaktung ziemlich viel herausholen. Allerdings ist es unwahrscheinlich, dass genau dieses Quantchen Performance den Unterschied zwischen schlecht und flüssig spielbar macht. Das Übertakten eignet sich aber dafür, den Prozessor-Neukauf noch etwas hinauszuzögern – zumal bei Intel oft ein Plattformwechsel nötig wäre. Vor allem der Core i7-920 ist dafür ein geeigneter Kandidat, braucht jedoch eine gute Kühlung.

WERBUNG



Teil 5

Der K8, besser bekannt als Athlon 64, im Fokus

Ein „Hammer“-Teil

Vor fast einer Dekade gelingt der Prozessor-Schmiede AMD der große Wurf: Das „Hammer“-Projekt resultiert im Athlon 64, der Intels Pentium-4-Chips in nahezu jeder Disziplin schlägt.

Wenn AMD David wäre und Intel Goliath, dann wäre die Steinschleuder, die den Riesen zu Fall bringt, der „Hammer“. Hinter diesem Codenamen verbirgt sich nämlich AMDs K8-Architektur, die in Form des Athlon 64 anno 2003 den Desktop-Prozessormarkt revolutioniert und die zum Liebling der PC-Spieler avanciert.

Ein bisschen Geschichte

Mit der zweiten Generation an Athlon-Chips („Orion“ bzw. K75), die im 180-Nanometer-Verfahren gefertigt werden, erreicht AMD als Erster die magische GHz-Grenze und lässt im Jahr 2000 Intel obendrein auch bei der Leistung pro Takt hinter sich. Es folgt der Athlon XP, der die gute Basis um einige Befehlssatzerweiterungen ergänzt und das -Rating einführt. Denn während Intel mit immer mehr „echten“ Gigahertz die Frequenzen der Pentium 4 nach oben treibt, steigert AMD die Leis-

tung pro Takt. Ein Athlon XP 2500+ läuft daher nicht mit 2.500 MHz, sondern nur mit 1.870 MHz. Zu Beginn kann man das Rating als guten Leistungsrichtwert nutzen, später rechnet AMD jedoch auch Cache-Größen sowie den Front Side Bus ein, die Quantispeed-Angaben werden immer ungenauer. Der Athlon XP ist als 3200+ schließlich 2003 ausgereizt, ein Nachfolger muss her – und der schlägt ein.

64 Bit für alle – auch Intel

Die K8-Architektur alias „Hammer“ stellt einen revolutionären Schritt im Desktop-Segment dar: Die Prozessoren sind nicht nur 32-, sondern auch 64-Bit-kompatibel. Im Vergleich zu Intels Server-Chip „Itanium“, der 32 Bit aufwendig emulieren muss, ist der aufgrund seiner Eigenschaft als Athlon 64 bezeichnete Prozessor in der Lage, in beiden Modi Vollgas zu geben. AMD ist seiner Zeit weit voraus, denn im

Consumer-Markt sind 64-Bit-fähige Betriebssysteme oder gar Spiele Mangelware – selbst heute, bald eine Dekade später, können längst nicht alle Programme mit der doppelten Registerbreite arbeiten.

Diese erlaubt allerdings nicht eine um den Faktor 2 gestiegene Geschwindigkeit, wenngleich 64-Bit-Code deutlich flotter ist. Auch die Option, mehr als vier GiByte Arbeitsspeicher anzusprechen, ist vor rund zehn Jahren nicht der eigentliche Grund für den Erfolg des Athlon 64 – obwohl Intel nachziehen und seine 64-Bit-Architektur an die von AMD anpassen muss.

Verspätet, aber mit Wucht

Unter der Haube – was wörtlich zu nehmen ist, denn AMD setzt erstmals auf einen „Integrated Heat Spreader“ (die Metallkappe über dem Chip) – steckt eine verbesserte K7-Architektur, die wie gehabt auf

Leistung pro Takt statt auf extrem hohe Frequenzen getrimmt ist. So bietet der erste Athlon 64 für den Sockel 754, der „Clawhammer“, ein volles MiByte L2-Cache und damit das Doppelte bis Vierfache eines Athlon XP. Zudem vergrößert und beschleunigt der Hersteller weitere Puffer, verbessert die wichtige Sprungvorhersage und erweitert den Chip um SSE2. Durch eine leichte (!) Verlängerung der Integer- sowie FPU-Pipeline kann AMD den Chip höher takten, die 130-Nanometer-Fertigung (mit SOI) entspricht der des Vorgängers.

Während Intel jedoch am FSB festhält und die Northbridge samt dem Speicher-Controller auf das Mainboard auslagert, integriert AMD den Controller in den Prozessor und ersetzt den FSB durch die viel schnellere Hypertransport-Schnittstelle (HT). Intel wird diesen Schritt erst 2009 mit der

„Nehalem“-Generation vollziehen. Die Athlon 64 für den Sockel 754 nutzen DDR1-Speicher mit einem Kanal, die schnelleren FX-Chips (von „Effects“) hingegen Dualchannel – allerdings ist hier der Sockel 940 samt teurem Registered-RAM erforderlich.

Leistung pro Takt ist König

Spätestens mit dem Athlon 64 werden AMDs Prozessoren zum Inbegriff von Effizienz, denn Intel treibt die „Netburst“-Architektur und damit die Frequenzen auf die Spitze. Wo Intel heute in Sachen Leistung pro Takt sehr weit vor AMDs FX-Prozessoren liegen, ist die Situation vor knapp zehn Jahren genau umgekehrt: Wie unsere Benchmarks zeigen, ist ein Athlon XP auf „Barton“-Basis pro Takt und Kern rund ein Viertel schneller als Intels bester Einkern-Pentium; die späteren Athlon 64 (FX) sind fast doppelt so flott unterwegs.

Sparsam dank Cool'n'Quiet

Eine weitere Verbesserung des Athlon 64 (nicht des FX) ist die erstmalige Unterstützung eines Betriebsmodus, der den Prozessor im Leerlauf heruntertaktet sowie die anliegende Spannung senkt und somit Energie spart – was auch die Kühlung erleichtert. Intels frühe Pentium 4 hingegen laufen immer mit Volldampf und sind obendrein Stromfresser.

Techniken wie „Cool and Quiet“ gibt es im Jahr 2003 zwar in Notebooks, aber der Athlon 64 unterstützt einen solchen Modus als erster Desktop-Prozessor (wenn man von einer einfachen Implementierung bei den Pentium III mit „Coppermine“ und „Tualatin“-Kern absieht).

Pentium 4 (EE) am Boden

Am 23. September 2003 treten der Athlon 64 3200+ (2,0 GHz) und der Athlon 64 FX-51 (2,2 GHz) gegen Intels Pentium 4 der „Northwood“-Generation an. Deren Flaggschiff ist dem FX-51 zwar um ein Gigahertz voraus, das stört den AMD-Chip aber nicht weiter. Insbesondere in Spielen rennen die Athlon 64 (FX) der Konkurrenz davon und auch die Leistung in Multimedia-Anwendungen ist zumeist Spitze.

Selbst die im November 2003 eilig nachgeschobene Pentium 4 Extreme Edition mit 3,2 GHz auf Basis des „Gallatin“-Kerns mit L3-Cache (ein Server-Ableger) für fast 1.000

Athlon 64: Die Einkern-Versionen im Überblick

Codename	Prozess (SOI)	Transistoren	Die-Größe	Sockel	Taktraten	L2-Cache	TDP	Topmodell
Clawhammer	130 nm	105,9 Mio.	193 mm²	754 + 939	1,8 bis 2,4 GHz	0,5 oder 1 MiB	89 Watt	Ath. 64 4000+
Sledgehammer	130 nm	105,9 Mio.	193 mm²	940	2,2 bis 2,4 GHz	1 MiByte	89 Watt	Ath. 64 FX-53
Newcastle	130 nm	68,5 Mio.	144 mm²	754 + 939	1,8 bis 2,4 GHz	0,25 oder 0,5 MiB	89 Watt	Ath. 64 3800+
Winchester	90 nm	68,5 Mio.	84 mm²	939	1,8 bis 2,2 GHz	0,5 MiByte	67 Watt	Ath. 64 3500+
Venice	90 nm	68,5 Mio.	84 mm²	754 + 939	1,0 bis 2,4 GHz	0,5 MiByte	9 bis 89 Watt	Ath. 64 3800+
Manchester *	90 nm	154,0 Mio.	147 mm²	939	2,0 bis 2,2 GHz	0,5 MiByte	67 Watt	Ath. 64 3500+
San Diego	90 nm	114,0 Mio.	115 mm²	939	2,2 bis 2,4 GHz	0,5 oder 1 MiB	67 bis 89 Watt	Ath. 64 4000+
Toledo *	90 nm	233,2 Mio.	199 mm²	939	2,2 bis 2,4 GHz	1 MiByte	89 Watt	Ath. 64 4000+
Orleans	90 nm	81,1 Mio.	103 mm²	AM2	1,8 bis 2,6 GHz	0,5 oder 1 MiB	45 bis 62 Watt	Ath. 64 LE-1640
Lima	65 nm	122,0 Mio.	77 mm²	AM2	1,0 bis 2,8 GHz	0,5 MiByte	15 bis 45 Watt	Athlon LE-1660

* Dualcore mit deaktiviertem Kern, siehe auch Tabelle auf der nächsten Seite

Euro kann die AMD-Prozessoren nicht in Schach halten. Der Athlon 64 3200+ ist mit 450 Euro dagegen fast schon ein Schnäppchen, der FX-51 kostet über 700 Euro.

Das Sockel-Chaos

Die zweigleisige Fahrweise mit teuren Sockel-940- und günstigeren Sockel-754-Boards behält AMD nicht lange bei, für Letztere bleibt der Athlon 64 3700+ das schnellste Modell und erscheint zu Beginn nur mit AGP – Aufrüster schauen in die Röhre. Bereits einige Monate nach dem Release des Athlon 64, im Sommer 2004, bringt AMD den Sockel 939 samt Dualchannel-Speicher-Interface und dem neuen Athlon 64 3800+ an den Start.

Viel höher hinaus kommt AMD mit dem „Clawhammer“-Kern übrigens nicht, der 4000+ bleibt die Speerspitze im 130-Nanometer-Verfahren – einzig der teure FX-55 ist noch mal 200 MHz flotter. Ende des Jahres und 2005 erfolgt der Wechsel auf die 90-Nanometer-Fertigung: Die „Venice“- und „San Diego“-Chips avancieren nicht nur zu Übertakter-Lieblingen, sondern unterstützen auch SSE3.

Intelmezzo: Sockel 775

Während AMD das 90-Nanometer-Angebot ausbaut, spendiert Intel dem Pentium 4 einen mächtigen neuen Unterbau: Der Sockel 775 wird mit DDR2-Speicher bestückt, bietet PCI-Express, einen auf flote 266 MHz beschleunigten FSB und soll mit den „Prescott“-Chips im 65-Nanometer-Verfahren doch noch den Anschluss schaffen.

Bis Ende 2005 katapultiert Intel die Taktraten auf bis zu 3,8 GHz. Der schnellste „Netburst“-Chip mit einem Kern wird ein „Prescott 2M“ als

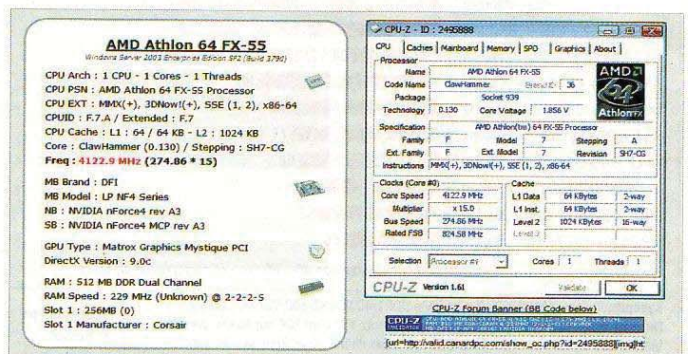
Unreal Tournament 2004 (Einkern-Prozessoren)

UT 2004 (dt.), PCGH-Botmatch – 1.024 x 768, maximale Details, kein AA/AF

FX-57 (2,8 GHz - „San Diego“)	85
FX-55 (2,6 GHz - „Clawhammer“)	82
A64 3700+ (2,4 GHz - „Clawh.“)	74
A64 3400+ (2,4 GHz - „Venice“)	70
P4 EE (3,73 GHz - „Prescott 2M“)	67
A64 3200+ (2,0 GHz - „Clawh.“)	66
P4 EE (3,46 GHz - „Gallatin“)	65
P4 570 (3,8 GHz - „Northwood“)	64
P4 HT (3,2 GHz - „Northwood“)	54
XP 3200+ (2,2 GHz - „Barton“)	52
P4 (2,8 GHz - „Northwood“)	45
XP 2700+ (2,17 GHz - „T-Bred“)	44
XP 2500+ (1,87 GHz - „Barton“)	42
P4 (2,4 GHz - „Northwood“)	40
XP 2100+ (1,73 GHz - „Palomino“)	35

System: Geforce 6800 GT; WinXP Bemerkungen: Der Shooter lastet nur einen Kern aus und zeigt die Dominanz der Athlon 64. Selbst Intels Extreme Editions schaffen nur den Sprung ins obere Mittelfeld – der „Gallatin“ etwa wird vom A64 3200+ geschlagen.

Fps
► Besser



Ein italienischer Übertakter hält den Weltrekord für den einen Singlecore-FX mit 130-nm-Fertigung, als Board diente ihm das DFI LAN-Party UT NF4 Ultra-D. Mit 4,12 GHz liegt sein FX-55 nur wenig unter dem absoluten K8-Rekord von 4,29 GHz.

Extreme Edition mit 3,73 GHz und den namensgebenden zwei MiB L2-Cache. Die Vier-Gigahertz-Hürde nimmt Intel nicht mehr, stattdessen konzentriert sich der Hersteller darauf, zwei Chips zu verbinden – das Zeitalter der Dualcores sollte ironischerweise ausgerechnet mit der ineffizienten „Netburst“-Technik beginnen, welche Intel einst auf über 10 GHz bringen wollte.

Doppelt hält besser: Der X2

Im Mai 2005 koppelt Intel zwei „Prescott“-Dies auf einem Träger, das Resultat nennt sich „Smithfield“ und erscheint als Pentium D Extreme Edition 840 nur gut drei Wochen vor AMDs erstem Zweikerner. Während Intel von „D“ wie Dual spricht, nennen sich die doppelkernigen Athlon 64 ebenso simpel „X2“ (also mal zwei) und sind native Zweikern-Prozessoren.

Die Modelle Athlon 64 X2 4200+, 4400+, 4600+ und 4800+ entsprechen im Prinzip den bekannten A64-Prozessoren 3500+, 3700+, 3800+ und 4000+ – nur eben mit einem zweiten Kern. Für diesen schlägt AMD je nach Chip 700 bis zu 800 „virtuelle“ Megahertz im Quantispeed-Rating auf. Unter der Haube stecken „Man-

chester“ und „Toledo“, die Fertigung erfolgt wie gehabt im 90-Nanometer-Verfahren – zu diesem Zeitpunkt gilt noch der legendäre Spruch von AMD-Gründer und CEO Jerry Sanders: „Real men have fabs“. Erst Ende 2008 stößt der Hersteller seine Fertigungsanlagen ab.

Wohin mit den Kernen?

Wie gehabt verteidigt AMD mit den X2 den Performance-Thron, obgleich Intel mit 130-Watt-TDP-Chips die letzten Kraftreserven mobilisiert – der Core 2 schlummert noch in der Entwickler-Schublade.

Die damalige Software-Landschaft kann mit dem zusätzlichen Kern nur wenig anfangen. Es dauert Monate, bis der Vorteil gerade in Spielen wirklich zum Tragen kommt. PC Games Hardware erweitert daher das Testfeld um Messungen mit Hintergrund-Last, etwa Skype und einem Download – Einkerner verlieren hier deutlich mehr Spieleleistung als ihre Zweikern-Pendants.

Es wird Zeit für DDR2

Die Sockel-939-Plattform mit den Athlon 64 (X2) hält sich insgesamt nur rund zwei Jahre und wird im Mai 2006 vom Sockel AM2 abgelöst – eine ungünstige Konstellation. Das vorläufige Flaggschiff, der Athlon 64 X2 5000+ mit 2,6 GHz auf Basis des „Windsor“-Designs, zieht nicht übermäßig viele Vorteile aus dem zwingend erforderlichen DDR2-Arbeitsspeicher und somit ist die Plattform für viele Spieler ernüchternd – der AM2 legt allerdings den Grundstein für die kommende Phenom-Generation.

Der Athlon 64 X2 hat zu diesem Zeitpunkt seinen Zenit erreicht: Eine ausgereifte und schnelle Architektur mit (Takt-)Luft nach oben. Intel aber hat aus der „Netburst“-Sackgasse gelernt und schickt im Juli 2006 den Core 2 Duo ins Rennen – der bisher dominierende

Hersteller AMD verliert über Nacht den Anschluss an die Leistungs- sowie Effizienzspitze und kann nur noch bis zur Mittelklasse oder über den Preis mithalten, woran sich bis heute wenig geändert hat.

Dann eben doch mit Takt

Als Intel Ende 2006 mit dem Core 2 Quad gar den ersten Vierkerner vorstellt, bleibt AMD kaum mehr übrig, als die Nase zu rümpfen – denn der Chip ist aus zwei Dualcores „zusammengespappt“. Das eigene Portfolio stagniert derweil bei zwei Kernen, der Umstieg auf das 65-Nanometer-SOI-Verfahren verschafft den Athlon-Machern Luft. Die „Brisbane“-Chips erreichen bis zu 3,1 GHz – der X2 6400+ im älteren „Windsor“-Design legt gar noch 100 MHz obendrauf (diese Taktraten packen erst wieder die Phenom II). Dennoch zieht der Prozessor gegen Intels C2D E6600 mit seinen 2,4 GHz den Kürzeren, dafür stimmt der Preis des Athlon-Topmodells.

Quadfather statt Phenom

Da AMDs „echte“ vier Kerne aufgrund von Verzögerungen erst im Herbst 2007 starten, schickt der Hersteller 2006 die „Quadfather“-Plattform alias „4x4“ ins Rennen. Auf Basis des Asus L1N64-SLi WS arbeiten zwei Athlon 64 FX-74 im Tandem, ein jeder rechnet mit 3.000 MHz. Das Gespann hat jedoch gegen einen gewöhnlichen C2E QX6700 keine Chance und ist obendrauf stromhungriger – dennoch stellt Intel mit 2008 „Skull-trail“ eine ähnliche Plattform vor.

Als die Phenom-X4-Prozessoren schlussendlich 2008 den Markt betreten, scheitern sie stellenweise am eigenen Vorgänger – denn der hat mehr Takt und das ist vor fünf Jahren oft genug Trumpf. Einer der letzten Athlon-64-Chips wird daher der X2 5400+ Black Edition mit freiem Multiplikator. (ms)

Half-Life 2 Episode 1: Der Core 2 liegt in Front

HL2 Episode 1, PCGH-Benchmark – 1.024 x 768, maximale Details, kein AA/AF

C2E X6800 (2,93 GHz - „Conroe“)	92	155
C2D E6600 (2,40 GHz - „Conroe“)	80	136
X2 6400+ (3,2 GHz - „Windsor“)	77	131
X2 5200+ (2,7 GHz - „Brisbane“)	67	112
P4 EE 965 (3,73 GHz - „Presler“)	54	91
A64 4000+ (2,4 GHz - „Clawh.“)	51	88
X2 3800+ (2,0 GHz - „Manch.“)	48	82
A64 3200+ (2,0 GHz - „Clawh.“)	40	71
P4 EE (3,73 GHz - „Prescott 2M“)	36	68
Pentium 4 (3,4 GHz - „Prescott“)	33	60
XP 3200+ (2,20 GHz - „Barton“)	36	58
XP 2500+ (1,87 GHz - „Barton“)	28	46

Bedingt spielbar von 40 – 60 Fps • Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Radeon X1900 XTX, 2 x 1 GiByte DDR1-400/DDR2-800; WinXP, Catalyst 6.5
Bemerkungen: Mit dem „Presler“ kann Intel trotz 130 Watt TDP nur AMDs sparsame Mittelklasse einholen, erst der Core 2 Duo ist Intels Phönix – das Blatt wendet sich.

Min. Ø Fps
Besser

Athlon 64 X2: Die Zweikern-Versionen im Überblick

Codename	Prozess (SOI)	Transistoren	Die-Größe	Sockel	Taktraten	L2-Cache	TDP	Topmodell
Manchester	90 nm	154,0 Mio.	147 mm²	939	2,0 bis 2,2 GHz	2 x 0,25 oder 2 x 0,5 MiByte	89 bis 110 Watt	Athlon 64 X2 4600+
Toledo	90 nm	233,2 Mio.	199 mm²	939	2,2 bis 2,4 GHz	2 x 0,5 oder 2 x 1 MiByte	89 bis 110 Watt	Athlon 64 X2 4800+
Windsor	90 nm	227,4 Mio.	230 mm²	AM2	2,0 bis 3,2 GHz	2 x 0,5 oder 2 x 1 MiByte	25 bis 35 Watt	Athlon 64 X2 6400+
Brisbane	65 nm	221,0 Mio.	118 mm²	AM2	1,9 bis 3,1 GHz	2 x 0,5 MiByte	65 bis 89 Watt	Athlon 64 X2 6000+

Fazit

Hardware

AMDs „Hammer“

Auch wenn der Athlon 64 das „Glück“ hatte, gegen den Pentium 4 antreten zu dürfen: Die revolutionäre Einführung von 64 Bit, der integrierte Speicher-Controller sowie die eine ganze Ära lang konkurrenzlos gute Leistung machen den „Hammer“ zu einer Legende – deren Gene bis heute in fast allen AMD- und Intel-CPU-Stecken.

WERBUNG

Infrastruktur

Mainboards, RAM, Festplatten, SSDs, Gehäuse, Netzteile, Notebooks

www.pcgameshardware.de/hardware

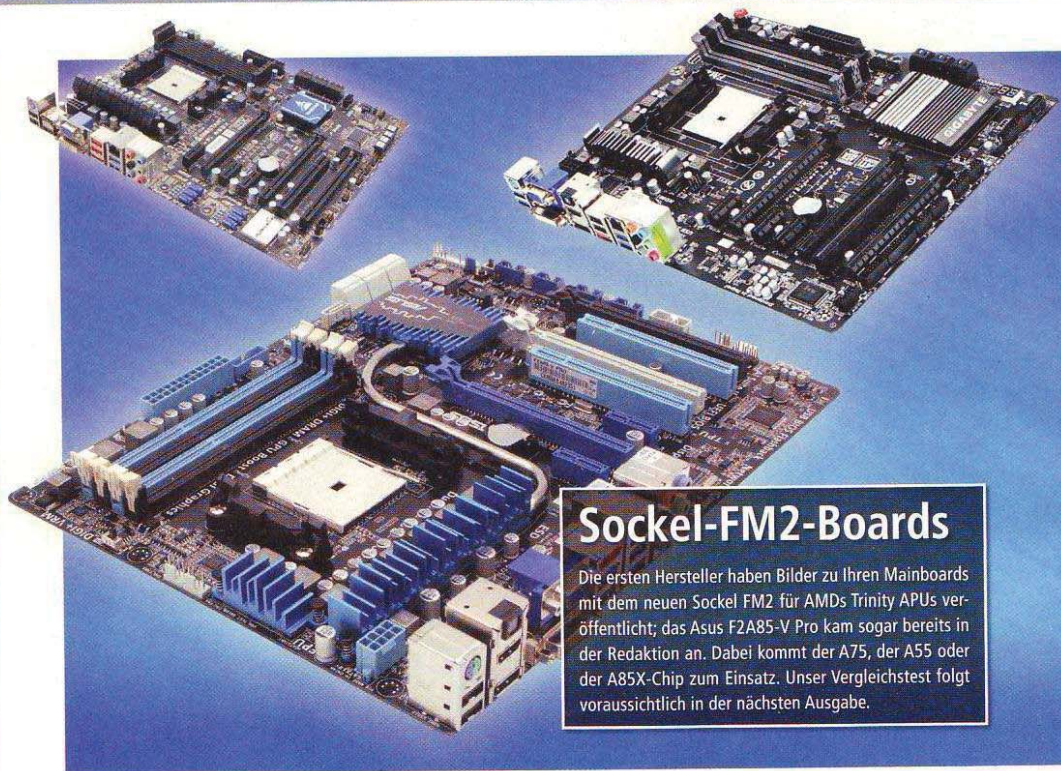


Daniel Möllendorf
Fachbereich Mainboards
E-Mail: dm@pcgh.de

Kommentar

Die Hardware-Spirale dreht sich nur noch langsam. Kein Grund mehr zum Aufrüsten? Oh doch!

Wer sich vor rund drei Jahren einen Core i5-750 gekauft hat, der kann auch heute noch praktisch alle aktuellen Spiele ohne Einschränkungen genießen. Ich kann mich nicht erinnern, wann eine Hardware-Komponente in der schnelllebigen PC-Welt jemals nach drei Jahren noch so gut brauchbar war. So liegt beispielsweise nur ein Jahr zwischen der Veröffentlichung des Pentium D und der ersten Core-2-CPU – und der Leistungsunterschied war so gewaltig, dass der Dualcore-Pentium sofort extrem alt wirkte. Keine Frage: Die „Hardware-Spirale“, die Spieler und Anwender regelmäßig zum Aufrüsten bringt, dreht sich nicht mehr so schnell wie noch vor ein paar Jahren. Zudem sind die Anforderungen von Spielen seit Crysis bis auf wenige Ausnahmen kaum noch gestiegen. „Schuld“ sind die hoffnungslos veraltete Konsolen-Generation und die zugehörigen Cross-Plattform-Entwicklungen. Aber dennoch gibt es einen guten Grund, um PC-Komponenten zu tauschen und einfach am Rechner zu basteln. Warum? Ganz einfach: Es macht jede Menge Spaß. Sie würden sicherlich nicht diesen Text lesen, wenn Sie sich nicht zumindest ein wenig für Hardware interessieren würden. Falls Sie allerdings jahrelang die gleichen Komponenten nutzen, verpassen Sie etwas. Ich fordere ja nicht, dass sich jeder eine High-End-Grafikkarte kaufen soll. Aber vielleicht mal ein neues Board zum erfolgversprechenden Overclocking, ein anderes Gehäuse (die Unterschiede zu alten Generationen sind riesig!), einen großen Monitor zum kleinen Preis oder natürlich eine mittlerweile günstige SSD – so macht das Spielen, Basteln und Arbeiten am PC wieder mehr Spaß.



Socket-FM2-Boards

Die ersten Hersteller haben Bilder zu Ihren Mainboards mit dem neuen Socket FM2 für AMDs Trinity APUs veröffentlicht; das Asus F2A85-V Pro kam sogar bereits in der Redaktion an. Dabei kommt der A75, der A55 oder der A85X-Chip zum Einsatz. Unser Vergleichstest folgt voraussichtlich in der nächsten Ausgabe.

Bionische Lüfter von Noise Blocker

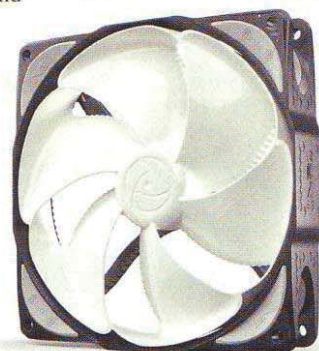
Noiseblocker stellte kürzlich seine NB-eLoop-Serie vor. Dabei soll es sich um besonders laufige Lüfter handeln.

Diesen Monat lieferte Noiseblocker die ersten Modelle der eLoop-Lüfterserie aus. Diese Lüfter weisen mehrere Besonderheiten auf: Zum einen wurden sie in Deutschland mit Unterstützung des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie entwickelt, zum anderen bediente sich Noiseblocker bei der Natur, um die Lüfter besonders laufruhig zu machen.

Aktuelle Lüfter leiden oft unter dem Problem, dass die durch den Luftstrom erzeugten Verwirbelungen schon alleine lauter als der Ventilator sind und haben damit Probleme, noch leiser

zu werden. Dieses Problem will Noiseblocker durch eine neue Rotor-Form in den Griff bekommen haben, sodass auch die Entwicklung eines vibrationsärmeren und

leiseren Rahmens notwendig wurde. Das Ergebnis sind die eLoop-Lüfter. Ein Probelauf zeigte bereits, dass die Lüfter sehr leise laufen, einen ausführlichen Test der neuen Ventilatoren werden wir in der nächsten Ausgabe liefern. (rs)



CASEKING.de
präsentiert:

BitFenix Ghost Midi-Tower schallgedämmt

- Platz für längste Grafikkarten und 240-mm-Radiatoren
- unterstützt Alchemy LED Strips (nicht im Lieferumfang)
- entfernbarer Staubfilter (Deckel, Front und Boden)
- separater SSD-Käfig
- zwei USB-3.0-Ports für rasante Datenübertragung



BitFenix

GHOST

S4™ Hot Swap
and Storage

Serenitek™
Schalldämmung

NanoChrome™
Oberfläche

www.caseking.de/ghost



Silent-Gehäuse: Deep Silence 1

Das in Deutschland entwickelte Gehäuse von Nanoxia soll sich wahlweise für einen Silent-Betrieb oder niedrige Temperaturen eignen.

Das Midi-Gehäuse verfügt über Dämmmatten sowie zwei Frontklappen. Die Voraussetzungen für ein leises System sind also geschaffen. Wenn man eine bessere Kühlung braucht, beispielsweise in den Sommermonaten oder für Overclocking-Versuche, lässt sich die Abdeckung in der Seitenwand entfernen. Dann können Sie dort einen weiteren Lüfter einbauen. Auch die Platte im Gehäusedeckel lässt sich öffnen, damit mehr kalte Luft zu den Komponenten gelangt.

Die Front-Anschlüsse können Sie ebenfalls aus- oder einklappen. Auch sehr praktisch sind die großen Aussparungen, damit sich die Kabel im Gehäuse gut verstecken lassen. Zudem ist es möglich, einen Festplattenkäfig herauszunehmen. Dann steht Ihnen mehr Platz für lange Grafikkarten zur Verfügung. Das Deep Silence 1 soll bald verfügbar sein und wird in Schwarz, Anthrazit, Silber sowie Weiß angeboten. Zwei 120-mm- und ein 140-mm-Lüfter werden mitgeliefert. Unser Test folgt demnächst. (dm)

DDR4-RAM im Anmarsch

Nachdem sowohl Micron als auch Samsung bereits DDR4-RAM angekündigt haben, gab es auf dem IDF 2012 gleich einen 16-GiB-Riegel zu sehen.

Nach inzwischen fünf Jahren mit DDR3 stößt die Technik langsam an ihre Grenzen – DDR4, im derzeitigen Prototypen-Stadium noch in 30-nm-Technik, steht in den Startlöchern.

Der mit satten 16 GiByte und ECC bestückte DDR4-Riegel trug noch die Bezeichnung „E/S“ – Engineering Sample. Samsung sei aber zuversichtlich, so der Mitarbeiter vor Ort, die Serienproduktion rechtzeitig aufnehmen zu können, sollte der Markt es erfordern. Die ersten Prozessoren, welche mit dem Energiespar-Speicher zu-recht kommen, sollen Haswell-EP, Server-Chips also, von Intel sein – und Server benötigen nicht nur acht oder 16 Gigabyte RAM, sondern jenseits der 100 Gigabyte. DDR4 soll 2013 als PC17000 starten (DDR4-2133) und bereits im ersten Jahr auf DDR4-2400 beschleunigt werden – DDR3 ist



bis 1.600 MHz spezifiziert und als OC-Speicher auch mit 2.133 MHz erhältlich. Fernziel für 2015 sind DDR4-3200, welche in Dual-Channel-Konfigurationen 51,2 GByte pro Sekunde übertragen.

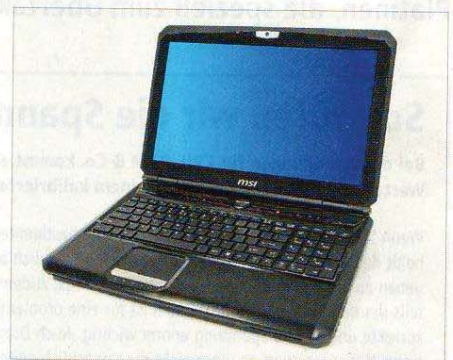
Durch die auf 1,2 Volt gesenkte Spannung soll DDR4 deutlich sparsamer arbeiten: Im Vergleich zu DDR3L bei identischer, angenommener 20-nm-Fertigung rund ein Drittel, im Vergleich zu 40-nm-DDR3 sogar mehr als die Hälfte. (cs)

Trinity-Notebook mit Radeon 7970M

Beim GX60 verlässt sich MSI nicht allein auf die Radeon HD 7660G der AMD Trinity-APU, sondern spendiert noch eine performante HD 7970M.

Bei Notebooks stellen meist die Grafikkarten das schwächste Glied in der Hardware-Kette dar. Beim GX60 will MSI ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen CPU und GPU schaffen und setzt statt auf einen teuren Core i7 auf AMDs Trinity-APU A10-4600M. Die integrierte Radeon HD 7660G (512 MiByte) liefert durchaus passable Bildraten bei moderaten Einstellungen, für volle Leistung wurde dem GX60 aber eine HD 7970M (2 GiByte) spendiert. Die vier Kerne des A10-4600M takten im Normalbetrieb mit 2,3 GHz, unter Last soll die Frequenz auf bis zu 3,2 GHz steigen. Wir erreichten mit unserem Vorselektionsgerät jedoch nur 2,7 GHz. In *Crysis Warhead* lieferte das GX60 ordentliche 30 Fps (720p, kein AA/AF), *Anno 1404* zwang die CPU mit 22 Fps (720p, kein AA/AF) in die Knie. Im 3DMark11 kann die 7970M wiederum mit 4.379 Punkten ihr Potenzial voll ausspielen. Hier kommt ein ähnliches Gerät mit GTX 670M nur auf knapp über 3.000 Punkte. Neben 8 GByte DDR3-1600 besitzt das GX60 ein 15,6 Zoll großes entspiegeltes Display mit Full-HD-Auflösung. Die Reaktionszeit liegt bei guten 26 ms, die maximale Leuchtkraft bei 240 cd/m². Externen Bildausgabegeräten steht der Anschluss über D-Sub, HDMI und Mini-Displayport offen. Eyefinity wird mit drei Displays unterstützt. Auf eine schnelle SSD wurde verzichtet, stattdessen verrichtet eine 750 GByte große HDD mit 7.200 U/min ihren Dienst. Optische Datenträger schluckt das verbaute Blu-ray-Combo-Laufwerk. Für weitere Peripherie stehen vier USB-Anschlüsse zur Verfügung (3x USB 3.0, 1x USB 2.0). Der Akku des 3,4 kg schwe-

ren Notebooks erwies sich mit einer 2D-Laufzeit von über sieben Stunden als sehr ausdauernd. Im 3D-Betrieb hält das GX60 immerhin noch für 97 Minuten bei Laune, bis es wieder an die Steckdose muss. Die Lautheit lag bei 1,2 Sone im Leerlauf und 2,3 Sone beim Spielen. MSI will das GX60 ab Ende Oktober ausschließlich mit vorinstalliertem Windows 8 anbieten. (mh)



MSI GX60

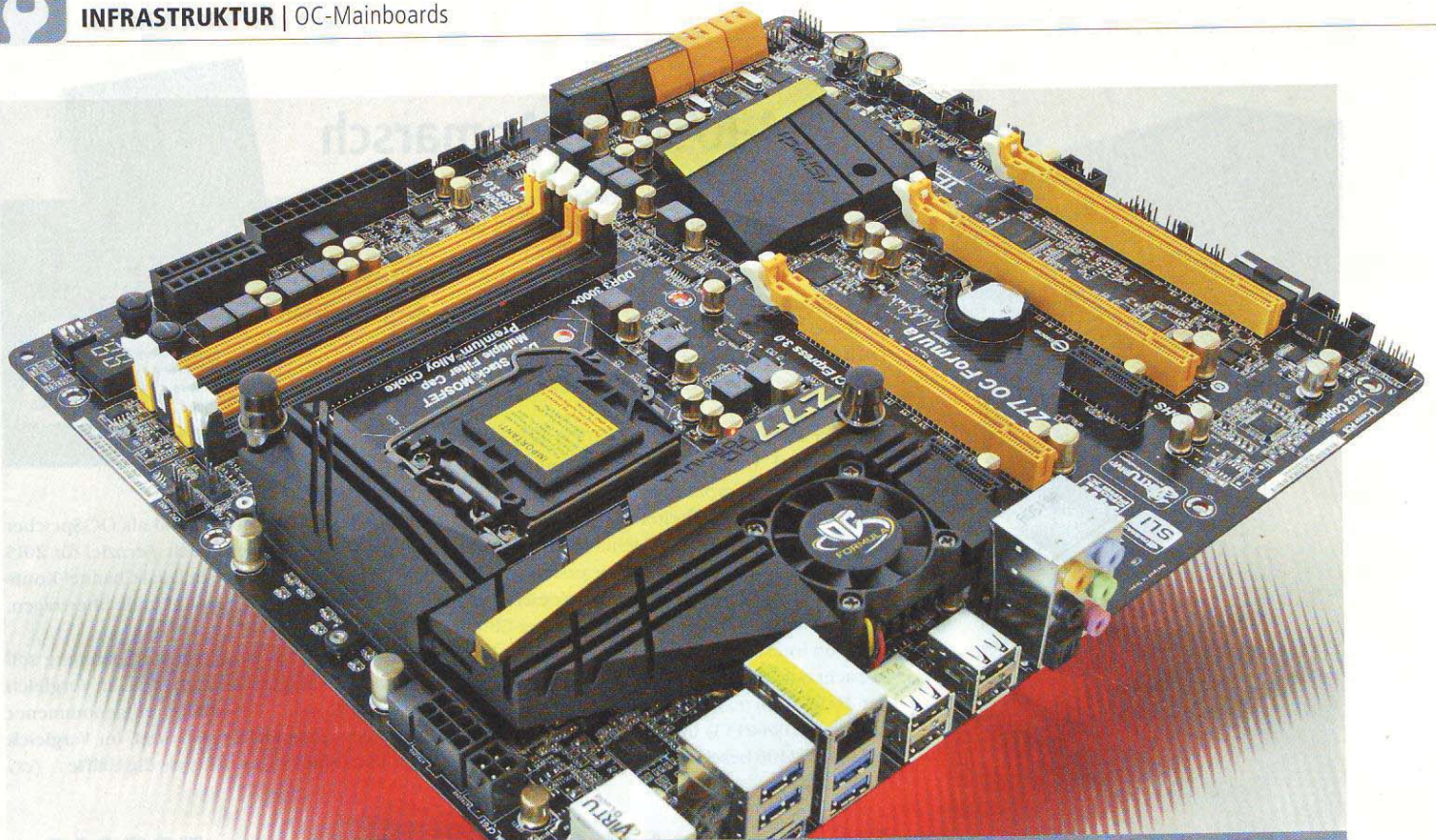
FAZIT: Kann die starke Radeon HD 7970M in GPU-lastigen Spielen punkten, wird der A10-4600M in CPU-Fressern wie *Anno 1404* zum Flaschenhals. Trotzdem ist das GX60 für rund 1.200 Euro ein preiswertes Gaming-Notebook.

Hersteller: MSI

Web: www.msi-computer.de

Preis: Ca. € 1.200,- | Preis-Leistung: Gut

Akkulaufzeit	Ausstattung	2,10
Triple-Display-Support	Eigenschaften	1,61
CPU-Leistung	Leistung	2,53
PCGH-Preisvergleich	Lieferbar ab Ende Oktober	
WERTUNG		2,26



Z77-Platinen von 180 bis 320 Euro im Übertaktungstest

Test: OC-Mainboards

Wie gut sich ein Board für Overclocking eignet, zeigt sich erst im Praxiseinsatz. Wir prüfen daher drei Platinen, die speziell zum Übertakten entwickelt wurden, im OC-Praxistest.

So prüfen wir die Spannungen

Bei den Spannungen für CPU, RAM & Co. kommt es auf sehr exakte Werte an. Wir messen daher mit einem kalibrierten Multimeter.

Wenn Sie im BIOS beziehungsweise UEFI eine bestimmte Spannung einstellen, heißt das noch lange nicht, dass diese auch tatsächlich anliegt. Viele Mainboards geben zu hohe oder zu niedrige Spannungen aus; zudem kann diese unter Last teils deutlich sinken (Vdroop). Dabei ist für eine problemlose Übertaktung eine korrekte und stabile Spannung enorm wichtig. Auch Diagnose-Tools zeigen oft nur einen Näherungswert an, aber nicht die tatsächlich anliegende Spannung.

Welcher Wert tatsächlich gerade genutzt wird, lässt sich an entsprechenden Punkten auf dem Mainboard mit einem Multimeter ermitteln. Bei vielen Platinen, die für Overclocking entwickelt wurden, sind diese Messpunkte beschriftet und gut erreichbar, was die Erkennung der tatsächlich anliegenden Spannungen enorm erleichtert. Doch selbst mit einem üblichen Multimeter kann man noch nicht sicher sein, dass der ausgegebene Wert auch wirklich stimmt. Wir verwenden daher ein kalibriertes Multimeter, damit wir im Test ermitteln können, welches OC-Mainboard auch unter Last eine korrekte Spannung liefert und welche Platine automatisch over- oder undervoltet.



Erinnern Sie sich an PC Games Hardware Extreme? Dieses ambitionierte Spin-off von PC Games Hardware konzentrierte sich voll auf Overclocking für Fortgeschrittene und Profis, effiziente Kühlung sowie Casemods und war bei vielen Bastlern sehr beliebt. Das PCGH-Extreme-Konzept wird in manchen Sonderheften der regulären PC Games Hardware fortgesetzt.

Eine Besonderheit von PCGH Extreme waren die Mainboard-Tests aus Overclocking-Perspektive. Dabei wurden beispielsweise mehrere OC-Szenarien ausprobiert, die tatsächlich anliegenden Spannungen unter Last geprüft und das allgemeine Übertaktungspotenzial bewertet. Übliche Alltagssituationen wie die Leistungsaufnahme, USB- oder LAN-Leistung spielen hingegen für Übertakter eine untergeordnete Rolle und wurden daher nicht gewertet.

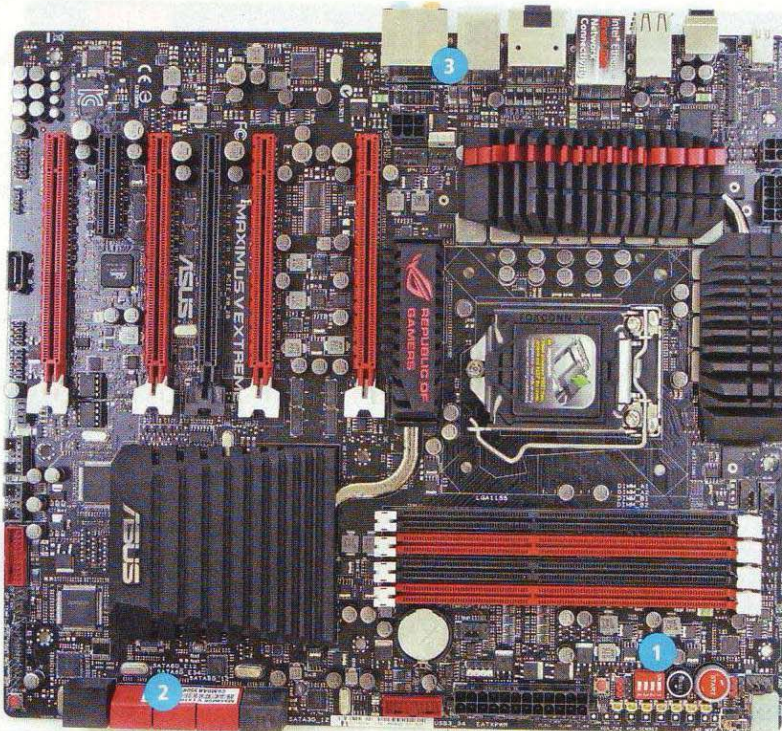
In den vergangenen Wochen sind drei sehr interessante Sockel-1155-Mainboards mit Z77-Chip in den Handel gekommen, die explizit zum Übertakten gemacht wurden. Das Maximus V Extreme aus der ROG-Reihe (Republic of Gamers) von Asus bietet eine sehr innovative Overclocking-Ausstattung. Mit dem Z77 OC Formula bietet zudem Asrock eine Platine für Übertakter an, die von Profi-Overclocker Nick Shih mitentwickelt wurde. MSI hat hingegen mit dem Z77 Mpower ein günstiges OC-Board im Angebot, das wir schon im regulären Vergleichstest der vorherigen Ausgabe mit einem Top-Produkt-Award ausgezeichnet haben.

Da sich alle drei Boards optimal zum Übertakten eignen sollen und sehr viele OC-Funktionen bieten, die den Rahmen eines Standard-Tests sprengen würden, wird es Zeit für einen Overclocking-Praxistest in



Im Detail: Asus Maximus V Extreme

Bei der Ausstattung des 320-Euro-Mainboards setzt Asus voll auf Funktionen für Extrem-Übertakter, die mit Trockeneis- oder Flüssigstickstoff-Kühlung das System ans Limit bringen. Mit 27,2 Zentimetern ist die Platine etwas breiter als übliche ATX-Modelle (24,4 Zentimeter).

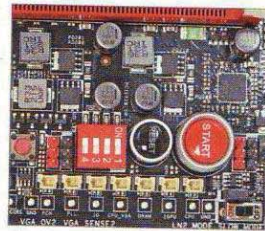


OC Key

Dieser Adapter wird zwischen Grafikkarte und Monitor gesetzt und zusätzlich auf dem Board angeschlossen. Er zeigt hardwarebasiert in jeder Situation Infos auf dem Bildschirm.

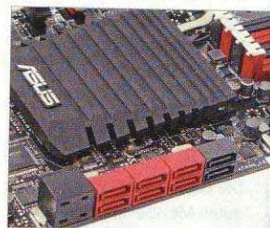


Tasten, Schalter und Messpunkte



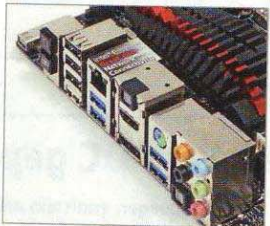
Mit dem kleinen Knopf ganz links („Go Button“) laden Sie OC-Profil. Die vier Schalter dienen zum Deaktivieren der PCI-E-Slots. Die Messpunkte sind hier nicht ganz so gut gelungen. Der Schalter rechts ist für LN2-OC.

Anschlussvielfalt



Neben den üblichen zwei 6GB/s-Ports bietet Asus vier weitere per Zusatz-Controller – alle 6Gb/s-Anschlüsse sind rot gefärbt. Links daneben sitzen Ports für Temperaturfühler bei Minusgraden.

Von analog bis Thunderbolt



Neben vier USB-3.0-Ports gibt es vier 2.0er-Anschlüsse. Der weiße eignet sich für ROG-Connect (OC per Notebook). Die Tasten stehen für Clear CMOS und den ROG-Connect-Knopf. Ganz hinten: Thunderbolt.

guter PCGH-Extreme-Tradition, bei dem wir die OC-Eigenschaften in der Praxis prüfen. Da die Tests von unseren Standards abweichen, vergeben wir hier keine Endnoten.

Welche Rolle spielt das Board beim Übertakten?

Die Optionen im BIOS beziehungsweise UEFI sind bei vielen Mainboards von einem Hersteller gleich. Das bedeutet: Auch günstige Boards bieten Einstellungen für hohe Spannungen und alle weiteren wichtigen OC-Optionen. Das war vor ein paar Jahren noch anders. Zudem lassen sich Intels K-CPU's einfach über den Multiplikator übertakten und das Overclocking-Potenzial hängt zum Teil stark davon ab, welche CPU man erwischt.

Da drängt sich die Frage auf: Wie wichtig ist das Mainboard denn überhaupt noch beim Übertakten? Die einfache Antwort: Es ist

sehr wichtig! Schließlich muss ein Mainboard nicht nur die Auswahl für höhere Spannungen im UEFI-Menü anbieten. Viel wichtiger ist, dass diese auch exakt umgesetzt werden, stabil anliegen und die Spannungswandler trotzdem auch unter hoher Last nicht zu warm werden. Dementsprechend prüfen wir bei den drei Testmustern im OC-Praxistest, welche Spannungen jeweils tatsächlich anliegen (siehe Kasten auf vorheriger Seite).

Auch beim Übertaktungspotenzial mit identischer Spannung kann es von Board zu Board Unterschiede geben, weshalb wir dies ebenfalls prüfen. Eine besondere Herausforderung ist es für die Platinen, einen hohen Referenztakt zu liefern. Hier sind bei Sandy und Ivy Bridge nämlich sehr schnell Grenzen gesetzt. Ohne Referenztakt-Overclocking sind Sie aber auf eine Übertaktung in 100-MHz-Schritten angewiesen.



Für alle drei Boards bieten die Hersteller passende Overclocking-Tools an, mit denen Sie unter anderem den Referenztakt, alle wichtigen Spannungen und den Multiplikator direkt unter Windows anpassen können. Im Bild: Asus Turbo V Evo.



Im Detail: Asrock Z77 OC Formula

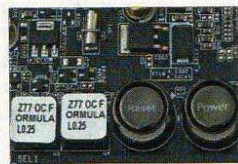
Mit 26,7 Zentimetern ist die Asrock-Platine ebenfalls relativ breit und liegt oberhalb des ATX-Standards. Eine Besonderheit sind hier die Anschlüsse für eine Wasserkühlung an den Kühlern auf den Spannungswandlern. Allerdings ist die Kühlung dank integriertem Lüfter auch ohne Wasser gut.

Platine mit acht Lagen



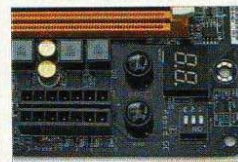
An diesem Fenster sieht man alle der acht Board-Layer. Zudem nutzt Asrock zwei Unzen Kupfer (ca. 57 Gramm) bei der Platine; üblich ist lediglich eine Unze.

UEFI, Reset und Power

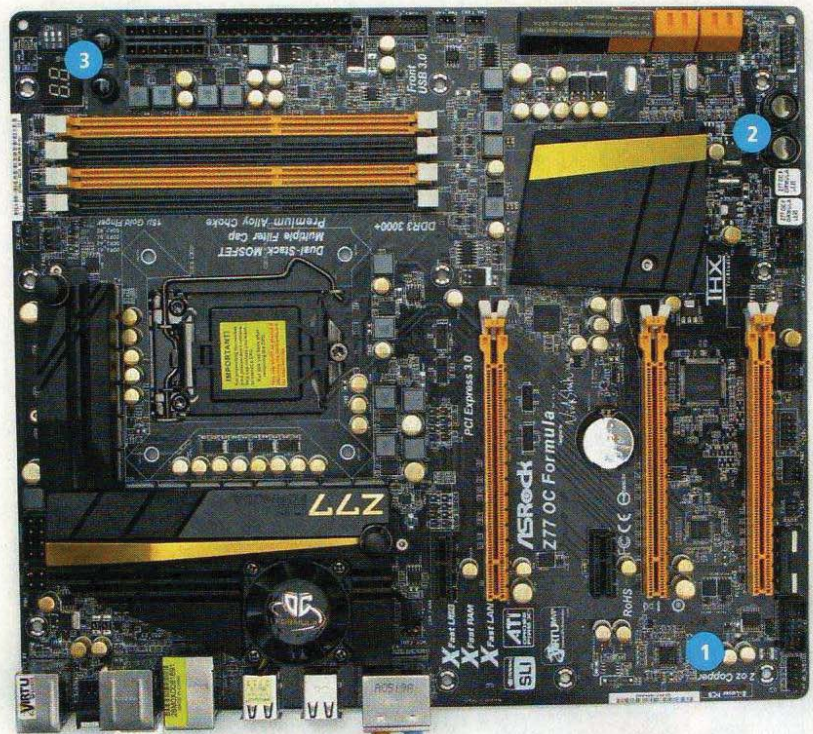


Die beiden UEFI-Bausteine sind gesockelt und können daher getauscht werden. Die Tasten für Reset und den PC-Start liegen gut erreichbar in der unteren Ecke.

Messpunkte, Schalter, LEDs



Die Beschriftung der sehr guten Messpunkte befindet sich rechts. Nützlich sind auch die Plus- und Minusschalter für den Takt und die Regler für die drei PCI-Express-Slots.



Für Einsteiger: Auto-OC geprüft

Wenn Sie nicht selbst gute OC-Einstellungen ermitteln wollen, eignet sich eine automatische Übertaktung, die im UEFI angeboten wird.

Bei allen drei Testkandidaten steht im UEFI eine Auto-OC-Funktion bereit; das MSI-Board hat sogar einen entsprechenden Schalter direkt auf der Platine: Sobald wird diesen in die Fassung gedrückt haben, startete das System mit 4,2 GHz.

Um herauszufinden, welches Auto-Overclocking am besten ist, haben wir alle drei in der Praxis ausprobiert.

Wenn mehrere Taktstufen zur Wahl stehen (wie beim Asus-UEFI im Bild oben), wählten wir zur Vergleichbarkeit 4,2 GHz aus. Dabei haben wir erneut den Core i7-3770K samt Kompakt-Wasserkühlung (Thermaltake Water 2.0 Extreme, Test ab Seite 50) und DDR3-2133-RAM verwendet. Die Asus-Platine legte dabei die höchste Spannung an: 1,298 Volt sind deutlich zu viel; 1,1 Volt reichten mit dem Asus-Board im Test bereits für stabile 4,2 GHz aus. Zudem war das MSI-Mainboard der einzige Testkandidat, der per Auto-OC den Speichertakt ebenfalls auf den korrekten Wert (rund 1.066 MHz beziehungsweise DDR3-2133) einstellte.



Mainboard/OC-Vorgabe: 4,2 GHz	MSI Z77 Mpower	Asrock Z77 OC Formula	Asus Maximus V Extreme
Vorhandene Einstellungen	Auto oder manuell	Viele Profile von Nick Shih	CPU-Level-up (drei Stufen)
CPU-Spannung (real)	1,187 Volt	1,141 Volt	1,298 Volt
RAM-Takt	1.072 MHz	667 MHz	933 MHz
RAM-Spannung (real)	1,683 Volt	1,680 Volt	1,673 Volt

Asus Maximus V Extreme: Spielweise für Extrem-Übertakter.

Auf der großen schwarzen Platine vereint Asus viele übliche Funktionen, die sich Übertakter mit Extremkühlung und Benchmark-Rekordjäger wünschen. So können Sie per Schalter jeden der vier Grafikkartensteckplätze einzeln abschalten, um zu erkennen, welche der Grafikkarten gerade schlapp macht. Diagnose-LEDs sowie Schalter für PC-Start und Reset sollten in der 300-Euro-Preisklasse bereits Standard sein und auch einfach erreichbare Spannungsmesspunkte dürfen nicht fehlen. Beim Maximus V Extreme sind diese aber leider nicht so gut umgesetzt wie bei den Boards von Asrock und MSI. So müssen Sie die Messfühler des Multimeters vorsichtig an die dafür vorgesehenen Punkte halten; bei der Konkurrenz können Sie die Fühler einfach in die dafür vorgesehenen Plastikhalterungen stecken und dort auch sorglos belassen, um die Spannungsveränderungen über einen längeren Zeitraum zu betrachten. Zwar liefert Asus Adapter mit, in die sich die Messfühler stecken lassen, allerdings sind nur zwei Adapter enthalten und in unserem Test rutschten die Fühler schnell wieder heraus.

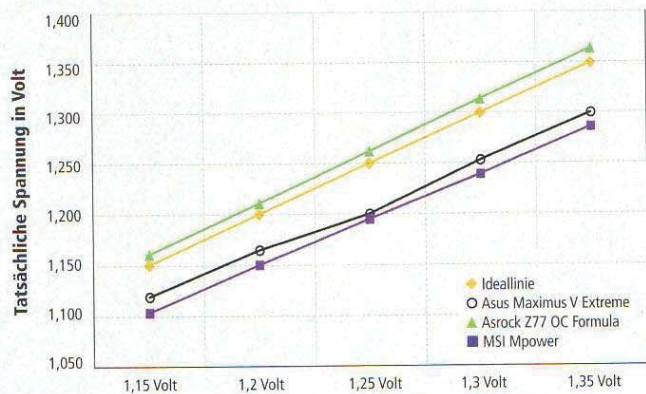
Davon abgesehen ist die OC-Ausstattung großartig. Ein klares Highlight ist dabei der OC-Key (siehe Kasten auf der vorherigen Seite). Auch das umfangreiche, schnelle und übersichtliche UEFI lässt keine Wünsche offen. Neben sehr vielen Spannungen für CPU, RAM und weitere Mainboard-Komponenten können Sie auch die Spannungen der verwendeten Grafikkarten manipulieren. Im Gegensatz zu den beiden anderen Boards eignet sich das Maximus V Extreme nämlich auch für Quad-SLI. Der ersten Karte stehen dann 16, den drei übrigen dank PLX-Chip jeweils acht Lanes zur Verfügung. Zwei Grafikkarten mit je 16 Lanes anzusprechen, ist aber nicht möglich. Eine Besonderheit im UEFI ist ein Schalter, der bessere Super-Pi-Ergebnisse ermöglichen soll. In unserem Test mit einem auf 4,5 GHz übertakteten Core i7-3770K konnten wir das aber leider nicht bestätigen. Tatsächlich waren die anderen beiden Boards stets minimal schneller. Im Referenztakt-OC-Test liefert dafür das Asus-Board den besten Wert: 107,5 MHz liefen mit dem 3770K stabil. Bei einem Multiplikator von 45 macht das beispielsweise einen Vorteil von 337,5 MHz aus.

WERBUNG



Tatsächliche CPU-Spannung (Standard)

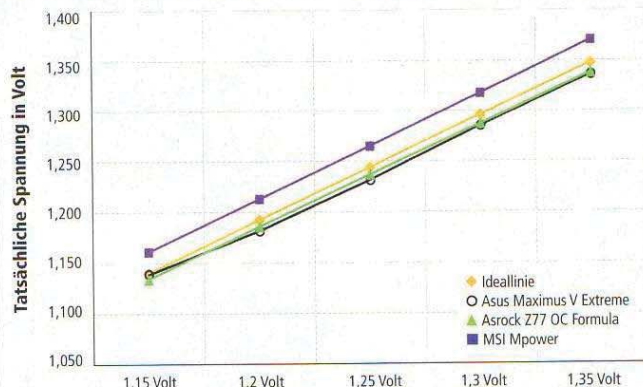
Prime-95-Last, Standardeinstellung



System: Core i7-3770K, Thermaltake Water 2.0 Extreme @ 12 Volt; Cooler Master RS-800-80GA-D3 800 Watt (80 Plus Gold); Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die Ideallinie zeigt, wie es sein sollte. Bei Standardeinstellungen legt das Asrock-Board etwas zu viel, die beiden anderen Platinen hingegen zu wenig Spannung an.

Tatsächliche CPU-Spannung (optimiert)

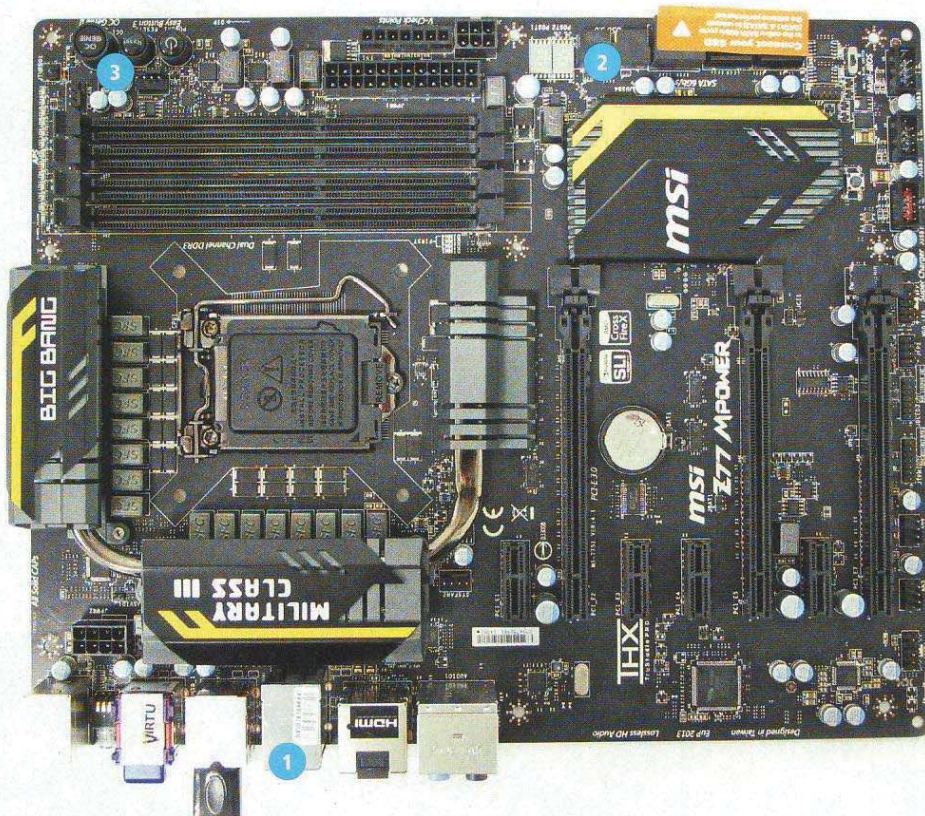
Prime-95-Last, Vdroop-Kontrolle manuell angepasst



System: Core i7-3770K, Thermaltake Water 2.0 Extreme @ 12 Volt; Cooler Master RS-800-80GA-D3 800 Watt (80 Plus Gold); Win. 7 x64 **Bemerkungen:** Das Asrock-Board liegt mit der Vdroop-Einstellung „Level 2“ nah an der Ideallinie, dicht gefolgt von Asus („High“), bei MSI ist die Spannung bei „+100 %“ knapp zu hoch.

Im Detail: MSI Mpower

Für den vergleichsweise niedrigen Preis von 180 Euro bietet diese Platine im Standard-ATX-Format gute Ausstattung, eine starke Kühlung und einfach erreichbare Spannungsmesspunkte sowie einen Schalter für eine automatische Übertaktung (praktisch für Einsteiger).



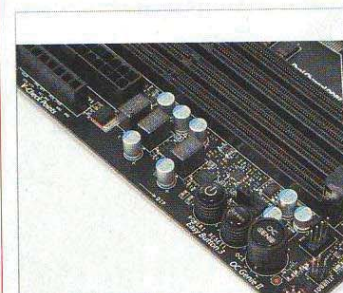
Diagnose-LEDs, USB 3.0 ²

Neben den SATA-Ports ist auch der interne Anschluss für USB-3.0-Ports gewinkelt angebracht – praktisch für die Verkabelung. Die Diagnose-LEDs geben Statusmeldungen beim Hochfahren.



Für Profis und Einsteiger ³

Die praktischen Spannungsmesspunkte (oben links) eignen sich optimal für ein Multimeter. Power- und Reset-Schalter sind fast schon Standard. Für OC-Neulinge eignet sich der OC-Genie-Knopf (unten rechts).



Gute Ausstattung ¹

Von links: PS2, 2 x USB 2.0, Clear-CMOS-Schalter, Bluetooth, 5 x USB 3.0, WLAN (Antenne wird mitgeliefert), Netzwerk, optischer Digitalausgang, HDMI, Display-Port sowie 3,5-mm-Klinke-Anschlüsse für bis zu 7.1-Sound.



Asrock Z77 OC Formula: Gute Optionen für Fortgeschrittene und Einsteiger. Die Zusammenarbeit mit Nick Shih erkennt man nicht nur an der Unterschrift auf der Platine. So stehen im UEFI mehrere Overclocking-Profile des Profi-Übertakters bereit. Im Test lief die 4,2-GHz-Einstellung auch problemlos und mit einer sinnvollen Spannungseinstellung. Bis auf den niedrigsten Wert beim Referenztakt-Overclocking liefert das Asrock-Board die besten OC-Werte. So reichen hier bereits 1,081 Volt Vcore für 4,2 GHz, bei den anderen beiden ist etwas mehr Spannung nötig. Zudem konnten wir die CPU mit 1,25 Volt (gemessen) auf 4,6 GHz übertakten; die Modelle von Asus und MSI liefen damit instabil. Bedenken Sie aber, dass selbst umfangreiche OC-Tests stets nur Einzelfälle zeigen. Mit einer neuen UEFI-Revision oder einer anderen CPU können die Übertaktingsergebnisse variieren.

Beim Anblick des UEFI-Menüs schmunzelte der Tester: Die Symbole sind nicht nur kindlich, sondern der (animierte!) Sternenhimmel

im Hintergrund ist nun wirklich nicht nötig, um gute OC-Ergebnisse zu erreichen. Der im UEFI-Menü abgebildete QR-Code führt zum Download des Handbuchs. Obwohl eine entsprechende Erwähnung im UEFI-Menü fehlt, lassen sich wie bei den beiden anderen Boards mit der F12-Taste Screenshots erstellen. Zudem können Sie sich die Temperaturen der zahlreichen auf dem Board verteilten Sensoren anzeigen lassen. Das geht auch mit dem guten Tool Asrock Formula Drive unter Windows.

MSI Z77 Mpower: Spartipp für gute OC-Ergebnisse. Bereits in der vorherigen Ausgabe hat das Mpower einen Top-Produkt-Award sowie die Note 1,51 erreicht. Seitdem ist der Preis um 30 Euro gesunken. Dank der guten OC-Tauglichkeit verdient sich das 180-Euro-Board daher in unserem Übertaktingstest zudem die Spartipp-Auszeichnung. Tatsächlich kann die günstige MSI-Platine im Praxiseinsatz mit den beiden teureren Platinen mithalten. Zwar ist die benötigte Spannung für 4,2 GHz minimal am höchsten,

dafür lässt sich der Referenztakt mit 106,5 MHz relativ weit steigern. Auffällig ist, dass die Benchmark-Ergebnisse knapp am besten sind. Zudem ist die Leistungsaufnahme trotz Übertakting stets deutlich geringer als bei den Boards von Asus und Asrock. Das ist zwar Übertaktingern nicht so wichtig, zeigt aber auch die Qualität der Wandler. Diese bleiben auch ohne Lüfter oder riesige Kühlblöcke im Overclocking-Test unbedenklich kühl. Damit eignet sich das Z77 Mpower sehr gut für alle, die ihren Sockel-1155-Prozessor im Alltag dauerhaft auf bis zu 4,7 GHz übertakting möchten. Für Extrem-Übertaktinger könnten die anderen Platinen allerdings besser geeignet sein.

Ein Problem fiel uns mit der UEFI-Version 17.3 auf: Es war kaum möglich, mit der „Entf“-Taste das UEFI-Menü aufzurufen. Wir hoffen, dass das Problem mit einem Update behoben wird. Hierfür bietet MSI allerdings extra den Knopf „Go2BIOS“ direkt auf der Platine an. Dieser ist aber natürlich nur sinnvoll, wenn das Board nicht in ein Ge-

häuse eingebaut ist. Wir haben im Test statt „Entf“ die Taste „F11“ genutzt. Die ruft zwar das Boot-Menü auf, allerdings gibt es dort ebenfalls einen Eintrag, der zur UEFI-Oberfläche führt. Auch das OC-Tool stürzte im Test häufiger ab als die Varianten von Asus und Asrock. Sehr gut hat uns aber die Möglichkeit gefallen, mit dem Programm nicht nur zu übertakting, sondern (ähnlich wie beim MSI Afterburner) auch die Lüftersteuerung anzupassen. (dm)

Fazit

Hardware

OC-Mainboards

Für stabiles Alltags-Overclocking bietet das Mpower von MSI sehr nützliche Funktionen sowie gute OC-Eigenschaften zum fairen Preis von 180 Euro. Übertaktingneulinge freuen sich zudem über eine gute Auto-OC-Funktion. Ein noch etwas besseres Overclocking-Potenzial haben wir beim Asrock Z77 OC Formula festgestellt, das rund 50 Euro mehr kostet. Wie der Name schon sagt, ist das Asus Maximus V Extreme für sehr gute Übertaktinger mit Extrem-Kühlung gemacht.

LC-POWER

www.lc-power.com

FORTRESS_X GAMING 973W

- 2x USB 3.0 / 1x USB 2.0 / HD Audio
- Hot-Swap-HDD-Docking-Station
- schraubenlose Montage aller HDDs & ODDs
- Gehäuse innen schwarz lackiert
- Vorrichtung für Wasserkühlung
- Einbaurahmen für 2,5"/3,5"-HDDs demontierbar
- Lüftersteuerung
- inkl. diversen Staubfiltern
- Netzteil unten montierbar
- Kabel- & Thermal-Management
- bis zu vier Grafikkarten verbaubar

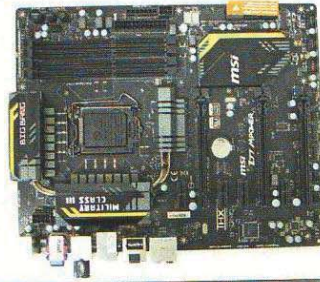
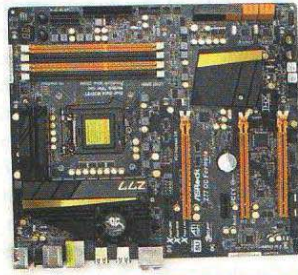
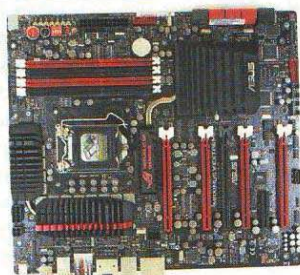
Auch erhältlich: Gaming 973B in schwarz



LC-Power-Produkte erhalten Sie im gut sortierten Fachhandel!

Find us on Facebook



Z77-MAINBOARDS
IM OC-TESTAuszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

Mainboard	Maximus V Extreme	Z77 OC Formula	Z77 Mpower
Hersteller (Webseite)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi-computer.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 320,-/mangelhaft	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 180,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/805459	www.pcgh.de/preis/824274	www.pcgh.de/preis/823426
Chip, Format	Z77, breiter als ATX	Z77, breiter als ATX	Z77, ATX
UEFI-Version/UEFI-Typ/Board-Revision	0704/grafisches UEFI/1.01	1.40/grafisches UEFI/1.03	17.3/grafisches UEFI/4.1
Ausstattung			
Speichersteckplätze	4 x DDR3	4 x DDR3	4 x DDR3
Erweiterungs-Slots	x16 (5), x4 (1), PCI (0)	x16 (3), x1 (2), PCI (0)	x16 (3), x1 (4), PCI (0)
Onboard-LAN	1 Port (Intel 82579V)	1 Port (Broadcom BCM57781)	1 Port (Realtek RTL8111E)
USB und Firewire (maximale Anzahl pro interner Anschluss auf der Platine)	4 x (8 x) USB 3.0, 4 x (8 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	6 x (8 x) USB 3.0, 4 x (8 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	6 x (8 x) USB 3.0, 2 x (8 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire
SATA	6 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 0 x E-SATA	6 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 0 x E-SATA	2 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 0 x E-SATA
Thunderbolt	Ein Port	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Onboard-Sound	7.1, HD-Audio (Realtek ALC898)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC898)	7.1, HD-Audio (Realtek ALC898)
Video-Anschlüsse	HDMI, Display Port	HDMI	HDMI, Display Port
Sound-Anschlüsse	Optisch, analog	Optisch, analog	Optisch, analog
Lüfteranschlüsse	Acht Anschlüsse	Sieben Anschlüsse	Vier Anschlüsse
SATA-Kabel	8 x SATA	6 x SATA	4 x SATA
Sonstige Ausstattung	OC-Key, BIOS Flashback, Dual-UEFI, WLAN n, Bluetooth 4.0, Diagnose-LEDs, ROG Connect, Spannungsmesspunkte, Power-, Reset- und Clear-CMOS-Schalter, SLI-Brücken (Dual, Triple, Quad), Subzero-Sensor-Anschlüsse	Wakti-Anschlüsse, Dual-UEFI, Diagnose-LEDs, Abstandshalter, mit denen man das Board gut ohne Gehäuse hinstellen kann, Spannungsmesspunkte, Power-, Reset- und Clear-CMOS-Schalter, Tasten für direktes OC, Wärmeleitpaste, 5,25-Zoll-USB-3.0-Rack, SLI-Brücke	Dual-UEFI, Bluetooth und WLAN n, Diagnose-LEDs, Spannungsmesspunkte, Power-, Reset- und Clear-CMOS-Schalter, SLI-Brücke, Go2BIOS-Taste
Software	Kaspersky Anti-Virus, Asus Ai Suite II (OC & Diagnose), Mem Tweak it (RAM-Einstellungen), Asus Webstorage und weitere	Norton Internet Security, Formula Drive, Rapid OC, Timing Configuration (OC & Diagnose)	Trend Micro Internet Security (90 Tage), MSI Live Update 5 (BIOS-Update), MSI Control Center II (OC & Diagnose), MSI Click BIOS II (UEFI-Menü unter Windows)
Eigenschaften			
Multi-GPU: PCI-E-Lane-Aufteilung	1 x 16 oder 2 x 8 oder 1 x 16 und 3 x 8 Lanes	1 x 16 oder 2 x 8 Lanes	1 x 16 oder 2 x 8 Lanes
Besondere Funktionen	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik, SLI und Crossfire	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik, SLI und Crossfire	SSD Caching, Grafikkarte + integrierte Grafik, SLI und Crossfire
Referenztakt (OC)	80 bis 300 MHz	95 bis 150 MHz	0 bis 650 MHz
CPU-Multiplikator	Einstellbar	Bis 63 einstellbar	Bis 63 einstellbar
Speichertimings	Hauptlatenzen, Command-Rate, 30 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 30 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 18 weitere
Speicherteiler	DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933, -3000, -3200	DDR3-1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933, -3000, -3200	DDR3-800, -1066, -1333, -1400, -1600, -1800, -1866, -2000, -2133, -2200, -2400, -2600, -2666, -2800, -2933, -3000, -3200
CPU-Spannung (i7-3770K: 1,05 Volt)	0,8 bis 1,920 Volt, 0,005-V-Schritte	0,6 bis 2,1 Volt, 0,005-V-Schritte	0,8 bis 2,16 Volt, 0,005-V-Schritte
Option gegen Vdroop	Loadline Calibration (0 bis 100 %) – siehe auch Kasten auf Seite 72	Loadline Calibration (Level 1 bis Level 5) – siehe auch Kasten auf Seite 72	Vdroop Control (0 bis 100 %) – siehe auch Kasten auf Seite 72
PLL-Spannung (Standard: 1,8 Volt)	1,25 bis 2,5 Volt, 0,00625-V-Schritte	1,5 bis 2,9 Volt, 0,01-V-Schritte	1,4 bis 2,43 Volt, 0,01-V-Schritte
CPU-IO-Spannung (Standard: 1,05 Volt)	0,9 bis 1,55 Volt, 0,00625-V-Schritte	0,77 bis 1,63 Volt, 0,01-V-Schritte	0,95 bis 1,55 Volt, 0,02-V-Schritte
System-Agent-Spannung (Standard: 0,925 Volt)	0,8 bis 1,7 Volt, 0,00625-V-Schritte	0,93 bis 1,57 Volt, 0,005-V-Schritte	0,95 bis 1,51 Volt, 0,01-V-Schritte
Grafikkern-Spannung	Nicht einstellbar	0,6 bis 1,52 Volt, 0,005-V-Schritte	1,0 bis 1,52 Volt, 0,005-V-Schritte
RAM-Spannung (DDR3: 1,5 Volt)	1,2 bis 1,92 Volt, 0,005-V-Schritte	1,17 bis 2,1 Volt, 0,005-V-Schritte	1,11 bis 2,46 Volt, 0,007-V-Schritte
Chipspannung (Z77: 1,05 Volt)	0,8 bis 1,6 Volt, 0,00625-V-Schritte	0,8 bis 1,65 Volt, 0,003-V-Schritte	0,78 bis 1,73 Volt, 0,005-V-Schritte
Weitere Spannungen	DRAM Vref, IMC-DRAM, Skew Driving	XCLK-RCOMP-Spannung	DRAM Vref
Hersteller-eigenes Auto-OC	CPU Level Up – siehe auch Kasten auf Seite 70	NickShih OC Profile – siehe auch Kasten auf Seite 70	OC Genie – siehe auch Kasten auf Seite 70
Besondere UEFI/BIOS-Optionen	UEFI-Savegames, EZ Flash	UEFI-Savegames, Instant Flash & Internet Flash	M-Flash, UEFI-Savegames, Browser, HDD-Backup, Live Update
Besondere OC-Optionen	Super-Pi-Optimierung, „Maximus Tweak“ (RAM-Optimierung), „VGA Tweakers Paradise“ (VGA-Spannungen)	LN2-Mode, DRAM-Timing-Mode (Profile), 3D-Mark-01-Optimierung	Nicht vorhanden
Windows-OC-Tool (Einstellungen)	Asus Ai Suite II (Multiplikator, Referenztakt, Spannungen, Lüfterdrehzahl, sehr gute Überwachung), Mem Tweak it (RAM-Timings ändern)	Asrock Formula Drive (Multiplikator, Referenztakt, Spannungen, Lüfterdrehzahl, sehr gute Überwachung), Timing Configuration (RAM-Timings ändern)	MSI Control Center, (Multiplikator, Referenztakt, Spannungen, Lüfterdrehzahl, sehr gute Überwachung)
Erforderliche CPU-Spannung (real) für 4,2 GHz	1,100 Volt	1,081 Volt	1,105 Volt
OC-Test: 1,25 Volt (real) Vcore (übrige Spannungen +10 Prozent gegenüber Standard)			
Maximaler CPU-Takt	4.500 MHz	4.600 MHz	4.500 MHz
Temperatur: Spannungswandler (auf Rückseite)*	41,3 Grad Celsius	34,2 Grad Celsius	36,8 Grad Celsius
Leistungsaufnahme (PC)	153 Watt	162 Watt	128 Watt
OC-Test: 1,35 Volt (real) Vcore (übrige Spannungen +10 Prozent gegenüber Standard)			
Maximaler CPU-Takt	4.700 MHz	4.700 MHz	4.700 MHz
Temperatur: Spannungswandler (auf Rückseite)*	44,4 Grad Celsius	35,3 Grad Celsius	39,8 Grad Celsius
Leistungsaufnahme (PC)	170 Watt	170,6 Watt	148,3 Watt
Maximaler Referenztakt	107,5 MHz	106,0 MHz	106,5 MHz
Leistung mit 4,5 GHz			
Super Pi Mod 1.5 1M	8,143 Sekunden	8,081 Sekunden	8,081 Sekunden
7-Zip, komprimieren, 32 MB	22.409 kByte/s	22.815 kByte/s	22.938 KByte/s
Starcraft 2, 1.920 x 1.080, max. Detail, kein AA	Durchschnitts-Fps: 53,0, Minimum-Fps: 36 Fps	Durchschnitts-Fps: 53,0, Minimum-Fps: 36 Fps	Durchschnitts-Fps: 53,2, Minimum-Fps: 36 Fps
FAZIT	Optionen für Extrem-Übertakter Hoher Referenztakt stabil Extrem teuer	Sehr gutes OC-Ergebnis bei 1,25 Volt Niedrige Temperaturen Viele Profile für automatisches Overclocking	Relativ günstig Geringer Verbrauch Weniger Optionen als Konkurrenz

System: Core i7-3770K, GeForce GTX 680, 4.096 MiB DDR3-2133-RAM (9-9-9-27), Thermalake Water 2.0 Extreme @ 12 Volt, Cooler Master RS-800-80GA-D3 mit 800 Watt (80 Plus Gold), Windows 7 x64, Geforce-Treiber 306.33

* Tatsächliche Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte

Mainboards im OC-Test: Auf die Praxisergebnisse kommt es an.

Auch viele günstige Boards bieten umfangreiche Overclocking-Möglichkeiten im BIOS beziehungsweise UEFI. Das heißt aber nicht, dass sie ebenso gute Ergebnisse liefern wie Boards, die für Overclocking gemacht sind. Die Nachteile fangen bei UEFI-Bugs an, gehen über nicht konstante Spannungen weiter und hören bei viel zu hohen Temperaturen für die Spannungswandler leider noch nicht auf.



Wie gut sich ein Mainboard wirklich zum Übertakten eignet, lässt sich daher erst im ausführlichen Praxistest herausfinden. Dabei hat mich das Mpower von MSI besonders beeindruckt: Mit 180 Euro kostet es kaum mehr als ein übliches Mittelklasse-Board und bietet alle OC-Funktionen, die ich mir wünsche. Zudem schlägt es sich auch in der Praxis sehr ordentlich und bis auf wenige kleinere Bugs gab es mit der aktuellen UEFI-Version 17.3 keine Probleme im Test. Wenn Sie dauerhaft übertakten wollen (anstatt nur kurz herumzuprobieren) und eine gute Luft- oder Wasserkühlung nutzen, kann sich der geringe Aufpreis für die OC-Platine Mpower gegenüber Standard-Boards lohnen.

Für wohlhabende Extrem-Übertakter bieten die beiden anderen Boards natürlich mehr Funktionen, die sich bei Top-Kühlung lohnen können.

»Für problemloses Übertakten gebe ich gerne ein paar Euro mehr aus.«

Daniel Möllendorf, Fachbereich Mainboards

Jede getestete OC-Platine hat unterschiedliche Vorzüge.

Allen drei Boards kann ich etwas abgewinnen, auch wenn ich selbst bisher (für die DDR3-RAM-Marktübersicht) nur die Asus-Platine verwendet habe: MSI bietet viel OC-Möglichkeiten zum kleinen Preis, insbesondere auch beschriftete Spannungsmesspunkte, die mir bei Overclocking-Platinen relativ wichtig sind. Der Sockelbereich ist außerdem frei von störenden Kondensatoren und kann einfach isoliert werden, wenn mal mit Extremkühlung übertaktest werden soll.



Für Besitzer einer Lightning-Karte interessant: Das Board passt optisch dazu. Asrock macht sich beim Z77 OC Formula das Know-How des Extrem-Übertakters Nick Shih zunutze und ermöglicht Wasserkühlungsnutzern das Einbinden des Mainboards in den Kreislauf ohne Mehrkosten und Basteleien. Die Standfüße für den Einsatz ohne Gehäuse und die hochwertige Wärmeleitpaste im Lieferumfang sind außerdem gute Ideen.

Das Maximus V Extreme mag für Otto Normalübertakter auf den ersten Blick überteuert wirken, bietet aber einzigartige, extrem nützliche Extras: Das fängt bei den zahlreichen im UEFI-Menü hinterlegten Profilen für unterschiedliche RAM-Chips an und geht über VGA-Hotwire zur Spannungsänderungen bei Grafikkarten bis zu OC-Key, das es ermöglicht, in Echtzeit auf Hardware-Ebene entscheidende Systemeinstellungen zu verändern.

»Allen drei Mainboards kann ich etwas abgewinnen.«

Stephan Wilke, Fachbereich Overclocking

KERNKRAFT KÜHLER



DIE NEUE ENERMAX ELC-SERIE: KRAFTKÜHLUNG FÜR MEHRKERN-CPU'S

Systemstörfälle ausgeschlossen: Enermax präsentiert die optimale Kühlung für leistungsstarke Mehrkernprozessoren. Das patentierte QSC-Kühlplattendesign überwindet fluiddynamische Barrieren bei der Hitzeabführung. Durch die Integration von vier Shunts in die Mikrolamellenstruktur können Hot Spots schnell und effizient beseitigt werden. Das laufruhige Twister-Lager der zwei installierten PWM-Lüfter sorgt für einen geräuscharmen Betrieb der Enermax-Flüssigkühler. Dank der neuen Tri-Cooling-Funktion können Nutzer das Drehzahlspektrum der Lüfter in drei Stufen (Silent-/Performance-/Overclock-Modus) an die individuellen Systemanforderungen anpassen. Die Flüssigkühlerreihen Enermax ELC120 und ELC240 basieren auf einem wartungsfreien geschlossenen Kühlsystem. Sie unterstützen alle aktuellen Intel®- und AMD®-Sockel.

ENERMAX
POWER. INNOVATION. DESIGN.

WWW.ENERMAX.DE/CPU-COOLERS

20 ALTERNATE

amazon.de

ATELCO Computer

CONRAD

DiTech

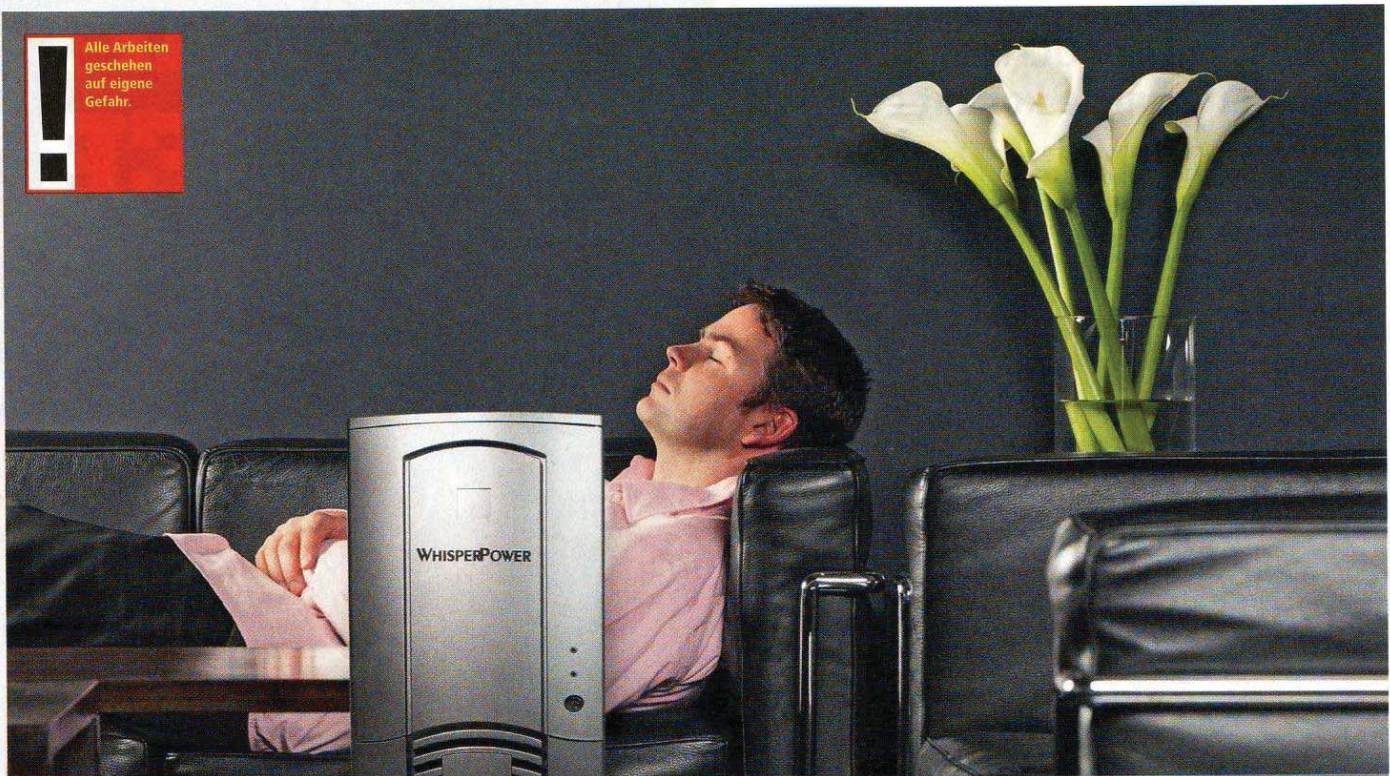
HOH.de

K&M Elektronik AG
www.km-elektronik.de

Mindfactory
AG



Alle Arbeiten
geschehen
auf eigene
Gefahr.



Tipps und Tricks, mit denen Sie Ihren PC zum Leisetreter machen

33 Silent-Tipps

In dieser Ausgabe von PCGH 33 beschäftigen wir uns mit Möglichkeiten, einen lauten Rechner in einen angenehm leisen PC zu verwandeln. Unsere Tipps helfen Ihnen auf dem Weg zum Silent-System.

Sei es der eher klassische Bürorechner, der High-End-Spielbolide, der immer beliebter werdende HTPC für das Wohnzimmer oder der eigene Mini-Server – ein Problem haben alle gemein: Ist das System zu laut, fühlt man sich als Benutzer sehr schnell gestört.

Um den zu hohen Geräuschpegel des heimischen Rechenknechtes Herr zu werden, haben wir auf den folgenden Seiten 33 Silent-Tipps zusammengestellt, mit denen Sie die Lautstärke Ihres Systems um einige Sone senken können. Abhängig vom dafür jeweils nötigen Aufwand haben wir die Tipps in drei Kategorien unterteilt: die eher einfachen Einsteiger-Tipps, die fortgeschrittenen Optimierungen sowie die Vorschläge für Profis, die einiges an Geschick oder auch viel Zeit für ihre Durchführung erfordern und ausschließlich auf eigene Gefahr erfolgen.

Einsteiger-Tipps

Die folgenden Tipps sind eher theoretischer Natur und lassen sich besonders einfach umsetzen.

Tipps 01 Geräuschquellen im Rechner identifizieren

Der erste Schritt beim Vorhaben, einen PC leiser zu machen: herausfinden, welche Komponenten die störenden Geräusche überhaupt verursachen. Öffnen Sie das Gehäuse, während der Rechner läuft, und versuchen Sie, durch genaues Hinhören zu ermitteln, welche Bauteile den meisten Lärm verursachen. Halten Sie, falls nötig, einzelne Lüfter kurz an. Achten Sie dabei aber unbedingt darauf, sich nicht zu verletzen und die Propeller oder andere Komponenten nicht zu beschädigen. Auf der kommenden Seite haben wir Ihnen einige der häufigsten Verursacher von Störgeräuschen in einem Schaubild zusammengefasst.

Tipps 02 Temperaturen überprüfen

Die meisten Veränderungen am PC, die eine Reduzierung des Geräuschpegels zur Folge haben, wirken sich auch auf den Wärmehaushalt des Systems aus. Ermitteln Sie daher mit den Tools Afterburner (Grafikkarte) und Core Temp (CPU) die Temperaturen der Komponenten und überprüfen Sie, ob bei einem Wärmeanstieg die Gefahr besteht, dass einzelne Geräte überhitzen und beschädigt werden könnten.

Tipps 03 Gehäuse entkoppeln

Besonders auf härteren Böden wie Parkett können die von einem laufenden Rechner erzeugten Vibrationen einen nervenden Grundton hervorbringen. Um dem entgegenzuwirken, stellen Sie das Gehäuse entweder auf Gummifüße oder nutzen Sie Tennisbälle als simple Bastellösung. Eine weitere, günstige Alternative ist es, einfach ein Stück Teppich unter das Gehäuse zu legen.

Tipps 04 Qualität des PC-Gehäuses

Achten Sie bereits bei der Anschaffung eines neuen Gehäuses auf die Qualität und Verarbeitung. Dünnes Blech gerät schneller in Schwingung als dickere Materialien. Passungenauigkeiten können dazu führen, dass bereits bei minimalen Vibrationen, die durch die beweglichen Teile des PCs verursacht werden, deutlich hörbare Geräusche entstehen. Auch Seitenfenster und Gitternetzeinsätze mindern die Schalldämmung des Gehäuses. Wählen Sie deshalb ein möglichst komplett geschlossenes Modell, um die größte Dämmwirkung zu erhalten. Auch eine Frontklappe vor den optischen Laufwerken reduziert den Lärm um bis zu eine Sone und ist damit eine Überlegung wert.

Tipps 05 Zweckmäßiges Gehäuse

Da der typische Spiele-PC leistungsstarke und damit heiß werdende Komponenten beinhaltet, sollten



Die größten Lärmquellen im PC

Die Identifizierung der Komponenten, die den meisten Lärm in einem System verursachen, ist der erste Schritt zu einem leiseren PC. Dabei müssen es nicht immer die üblichen Verdächtigen sein – auch eine ratternde Festplatte oder ein verstaubter Netzteillüfter können nerven.

Gehäuselüfter: Schlechte Motorlager, verdreckte Rotorblätter oder ungünstige Befestigungen können aus einem Gehäuselüfter eine nicht zu unterschätzende Geräuschquelle machen.

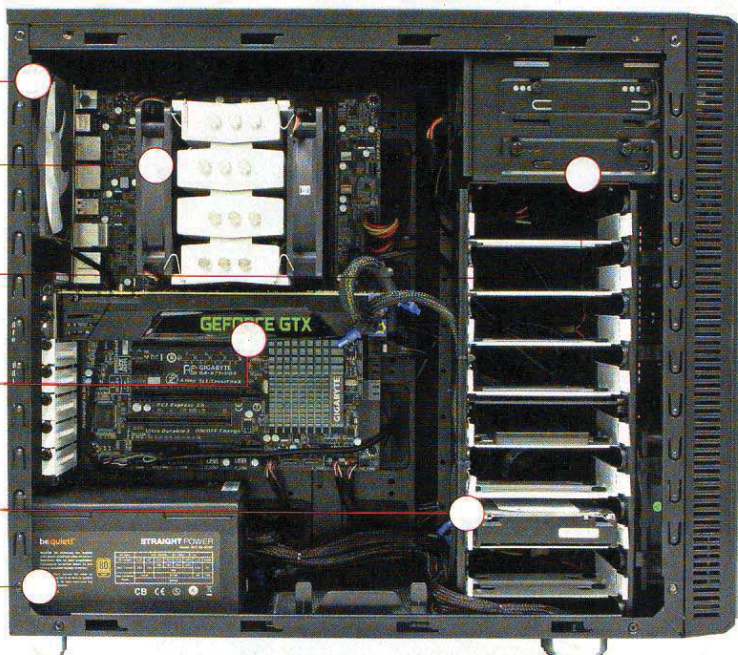
Prozessorkühler: Die CPU ist eine der Komponenten, die die größte Abwärme erzeugen. Einfache Kühler können zwar die abgegebene Hitze ableiten, arbeiten dabei aber häufig im deutlich hörbaren Bereich.

Optische Laufwerke: Die hohen Rotationsgeschwindigkeiten, mit denen optische Laufwerke CDs und DVDs beim Lesen und Schreiben von Daten drehen, resultieren häufig in einem extrem lauten Laufgeräusch.

Grafikkarte: Grafikkarten gehören wegen ihrer meist aktiven Kühlung häufig zu den größten Lärmproduzenten. Unter Vollast erreichen einzelne Modelle Lautstärken von über 7 Sone.

Festplatte: Über die beweglichen Teile einer mechanischen Festplatte entsteht zwar nur ein leises Laufgeräusch, doch durch Vibrationen kann eine HDD einen Lärmpegel von bis zu 2 Sone verursachen.

Netzteil: Auch das Netzteil eines PCs ist fast immer mit einer aktiven Kühlung ausgestattet. Diese Geräuschquelle wird beim Kauf des Computers häufig übersehen.



Sie auf ein großes Gehäuse mit vielen Lüfterplätzen und, im besten Fall, mit vormontierter Gehäusedämmung zurückgreifen. Das große Volumen in Verbindung mit zusätzlichen, langsam drehenden Lüftern verhindert ein Überhitzen der Hardware, ohne negativen Einfluss auf den Geräuschpegel zu nehmen.

Bei einem Bürorechner brauchen Sie in der Regel kein besonderes Augenmerk auf das Gehäuse zu legen, da durch die Mittelklasse-Hardware kein allzu hoher Kühlbedarf zu erwarten ist. Dennoch sollte hier ein gewisser Wert auf Qualität gelegt werden. Soll der PC als Spielkonsolenersatz im Wohnzimmer stehen, bietet sich ein etwas größeres HTPC-Gehäuse an. So steht der Grafikkarte und dem Prozessor ein größeres Luftvolumen zur Verfügung, was Überhitzung und hochdrehenden Lüftern vorbeugt.

Wird ein Wohnzimmer-PC dagegen für DVD- oder Blu-Ray-Wiedergabe – oder als Mini-Server – benutzt, kann getrost zu einem kleineren HTPC-Gehäuse gegriffen werden. Auch empfehlenswert für diesen Einsatzbereich: Mini-ITX-Lösungen auf Basis von Intel Atom oder AMD Brazos in Verbindung mit einem passiven Pico-Netzteil. Außer Fest-

platte und optischen Laufwerken besitzt der Rechner dann keinerlei Geräuschproduzenten.

Tipps 06 Optische Laufwerke regeln

Solange sie nichts zu tun haben, erzeugen die optischen Laufwerke eines PCs keine Geräusche. Doch sobald eine Disc gelesen wird, haben manche Modelle die unschöne Eigenschaft, durch extrem hohe Umdrehungsgeschwindigkeit gewaltigen Lärm zu produzieren. Mit dem Programm CD-Bremse können Sie in manchen Fällen diesem Verhalten entgegenwirken, indem Sie die Geschwindigkeit des Laufwerks manuell festlegen und somit den Lärmpegel senken.

Tipps 07 Grafiktreiber aktualisieren

Gerade bei neuen Grafikchipsätzen kann es sich lohnen, den Treiber auf den aktuellen Stand zu bringen. Neben den standardmäßigen Optimierungen für Spiele und Grafikeffekte kümmern sich die Hersteller auch um die integrierte Steuerung der Lüfter und justieren diese nach, wodurch sich vor allem im 2D-Betrieb ein besseres Geräuschbild ergeben kann.

Tipps 08 Externe Festplatte nutzen

Wenn Sie mehrere Festplatten in Ihrem System einsetzen, sollten Sie

Dämmmatten: Deutlich leiseres System

Lautstärkemessung mit Xigmatek Asgard

Asgard komplette Dämmung	3,1 (-49 %)
Asgard teilweise Dämmung	4,1 (-33 %)
Asgard ohne Dämmung	6,1 (Basis)

Lautstärkemessung mit CM 690 II Advanced

CM 690 II komplette Dämmung	3,2 (-48 %)
CM 690 II teilweise Dämmung	4,4 (-28 %)
CM 690 II ohne Dämmung	5,4 (Basis)

System: Intel P45, Intel C2Q, GF GTX 260/1G; Windows 7 x64, GF 186.18
Bemerkungen: Mit einer kompletten Schallsisolierung aus Dämmmatten erreicht man eine Lärmreduktion um nahezu 50%. Allerdings steigen die Temperaturen im Gehäuse stark an.

Sone
▲ Besser

Grafikkarten-Kühler: Accelero Xtreme 7970

Lautstärkevergleich unter verschiedenen Lastzuständen

Accelero Xtreme 7970 (30%)	0,3 (-95 %)
Accelero Xtreme 7970 (50%)	0,6 (-90 %)
Referenzkühler (Ruhezustand)	0,6 (-90 %)
Accelero Xtreme 7970 (100%)	3,1 (-49 %)
Referenzkühler (Last)	6,1 (Basis)

System: Intel P67, Core i7-2600K, Radeon HD 7970; Windows 7 x64SP1, Catalyst 8.921.2
Bemerkungen: Unter Vollast ist der Referenzkühler der Radeon HD 7970 trotz deutlich geringerer Kühlleistung fast doppelt so laut wie der Accelero Xtreme 7970.

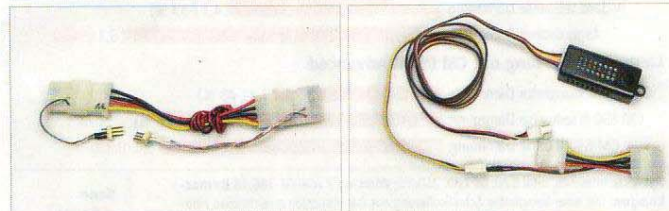
Sone
▲ Besser

die Möglichkeit in Betracht ziehen, einzelne Geräte in externe Gehäuse auszulagern. Schalten Sie diese aus, wenn Sie aktuell keinen Zugriff auf die darauf abgelegten Daten benötigen, dann verursachen diese auch keine Geräusche. Externe Festplat-

tengehäuse gibt es mit verschiedenen Anschlussmöglichkeiten. USB ist dabei die häufigste und Version 3.0 bietet eine gute Übertragungsgeschwindigkeit. Alternativ bieten sich Modelle an, die per E-SATA angeschlossen werden.



Dämmmatten zum Selbsteinkleben reduzieren Vibrationen des Gehäuses und absorbieren einen Teil der von den Komponenten des Systems erzeugten Geräusche.



Lüftersteuerungen gibt es in verschiedensten Varianten: von der starren Reduzierung der Spannung per Adapter bis hin zur individuellen Steuerung für mehrere Lüfter.



Mit dem MSI Afterburner überwachen Sie die Temperatur Ihrer Grafikkarte und regulieren die Drehzahl des Lüfters entsprechend Ihren Wünschen.

Tipps für Fortgeschrittene

Um unsere Fortgeschrittenen-Tipps umzusetzen, benötigen Sie kein tiefgreifendes Wissen über den Umgang mit Soft- oder Hardware. Aber Sie sollten keine Angst haben, Ihren Rechner aufzuschrauben und die Komponenten zu tauschen.

Tipps 09 Gedämmte Gehäuse

Durch den Einsatz von selbstklebenden Dämmmatten können Sie zwei Geräuschquellen in Ihrem Gehäuse auf einmal bekämpfen. Zum einen reduziert das zusätzliche Gewicht der Matten die Vibrationen der Bleche und zum anderen reduzieren die schallisierenden Materialien den Lärm, der aus dem PC dringt. Neben fertig isolierten Gehäusen gibt es auch spezielle Sets zum Nachrüsten. Zusätzlich zu universellen Matten, die Sie erst zurechtschneiden müssen, gibt es auch bereits fertig vorbereitete Sätze für eine Vielzahl von beliebten Gehäusen. Achten Sie beim Einsatz von Dämmmatten darauf, dass sich die Luftzirkulation innerhalb des PCs stark verändert und die Temperaturen der einzelnen Komponenten zum Teil überproportional ansteigen können. Verkleben Sie daher nicht das komplette Gehäuse, sondern lassen Sie zunächst einige Stellen frei, wie zum Beispiel eventuelle Befestigungsmöglichkeiten für Lüfter. Arbeiten Sie sich dann schrittweise an das Temperaturlimit Ihrer Komponenten heran.

Tipps 10 Luftzirkulation optimieren

Ein möglichst ungehinderter Luftstrom durch das Gehäuse und eine sinnvolle Verteilung der Komponenten bringen zwar oft nur einen kleinen Temperaturvorteil, aus dem sich aber durchaus eine merkbare Verringerung des Geräuschpegels ergeben kann, da zum Beispiel die Kühler der CPU und Grafikkarte weniger Arbeit haben und ihre Lüfter somit langsamer drehen. Achten Sie darauf, die Anschlusskabel Ihrer Geräte sauber zu verlegen, und nutzen Sie den Platz im Gehäuse, um Ihre Komponenten zu verteilen. Ein Netzteil mit Kabelmanagement ist hier von großem Vorteil, da Sie nicht benötigte Versorgungsstränge einfach abnehmen können.

Tipps 11 Lüfter säubern

Es ist nahezu unvermeidlich, dass sich mit der Zeit Staub und Schmutz im PC ansammeln. Selbst eine dünne Dreckschicht auf den Blättern eines Lüfters kann zu einer

Unwucht des Propellers führen. Dadurch wiederum entstehen hörbare Störgeräusche, da der Rotor nicht mehr gleichmäßig dreht und im Extremfall sogar am Rahmen des Lüfters schleift. Um dem vorzubeugen, säubern Sie die Lüfter Ihres Computers. Staub lässt sich entweder mit Druckluft oder einem Staubsauger entfernen. Halten Sie dabei aber stets den Propeller fest, um zu verhindern, dass der Motor des Lüfters Spannung erzeugt, die das Mainboard beschädigen kann.

Tipps 12 Luftfilter reinigen

Viele Gehäuse sind mit Filtern ausgestattet, die das Eindringen von Staub verhindern sollen. Sind diese Filter aber stark verschmutzt, behindern sie die Zufuhr von frischer Luft in das Gehäuse. Das führt zu höheren Temperaturen und letztendlich zu einer höheren Geräuschentwicklung, da die Kühler mehr arbeiten müssen.

Tipps 13 Gehäuselüfter entkoppeln

Um die Übertragung von Vibrationen auf das Gehäuse zu unterbinden, können Sie die verbauten Lüfter entkoppeln. Zubehör-Hersteller bieten dazu mehrere Möglichkeiten an. Die gängigsten sind Gummistifte, die die Befestigungsschrauben ersetzen, und Anti-Vibrations-Rahmen, die zwischen den Lüfter und die Gehäusewand eingesetzt werden. Solche Entkopplungssets sind zum Teil schon für Cent-Beträge zu haben und bieten somit ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis.

Tipps 14 Lüfterspannung reduzieren

Mit Spannungsadaptern reduzieren Sie die Drehzahl von Lüftern und somit deren Geräuschpegel. Beachten Sie aber, dass eine niedrigere Anzahl von Umdrehungen pro Minute unweigerlich einen verringerten Luftdurchsatz zur Folge hat. Einige Lüfter benötigen außerdem



Befestigen Sie Ihre Gehäuselüfter mit Gummistiften, um die Übertragung von Vibrationen zu vermeiden.

Zu 30



Der Prolimatech MK-26 ist ein starker Austauschkühler für Grafikkarten. Mit zwei 140-mm-Lüftern bewältigt er auch die Abwärme von High-End-Modellen.

eine Mindestspannung, um anzulaufen.

Tipp 15 Lüftersteuerung (Hardware)

Mit einer Lüftersteuerung verändern Sie die Betriebsspannung eines Lüfters, um dessen Drehzahl zu regulieren. Der Vorteil einer Hardware-Lüftersteuerung besteht darin, dass sich meist mehrere Lüfter gleichzeitig anschließen lassen und Sie stufenlos festlegen können, mit wie viel Volt Sie deren Motoren versorgen wollen. Abhängig von der Steuerung können Sie die einzelnen Propeller individuell regeln, um die Kühlleistung an die jeweilige Temperatur im PC anzupassen.

Tipp 16 Lüftersteuerung (Software)

Alternativ zur Hardwarevariante gibt es auch Tools wie Speedfan, die die Steuerung der Lüfter übernehmen kann. Allerdings funktioniert das nur mit Lüftern, die direkt am Mainboard angeschlossen sind, und wenn selbige eine solche Regulierung der Anschlüsse unterstützt. Einige Programme bieten sogar die Möglichkeit, die Drehzahl der Lüfter direkt an die Temperaturentwicklung von Grafikkarte oder Prozessor zu koppeln. Bei niedriger Belastung des Systems wird der von den Lüftern erzeugte Schallpegel so automatisch reduziert.

Tipp 17 Gehäuselüfter tauschen

Wenn die bereits genannten Tipps zur Reduzierung der Lüftergeräusche nicht ausreichen, um ein annehmbares Niveau zu erreichen, tauschen Sie die

vorhandenen Lüfter gegen solche mit einer von Grund auf besseren Laufruhe aus. Gerade die ab Werk in einem Gehäuse verbauten Modelle sind den speziell auf einen leisen Betrieb ausgelegten Modellen deutlich unterlegen. Dabei gilt, dass Lüfter mit größerem Durchmesser meist eine geringere Drehzahl als kleinere Varianten brauchen, um die gleiche Luftmenge zu bewegen. Bei den derzeit am häufigsten eingesetzten Lüftergrößen von 120 Millimetern gibt es ein breit gefächertes Angebot, bei dem Sie jedoch nicht auf die Versprechen, die viele Hersteller bei ihren Silent-Modellen machen, hereinfallen sollten.

Tipp 18 Grafikkartenlüfter steuern

Reicht die automatische Steuerung der Grafikkarte nicht aus, um den 3D-Beschleuniger auf einem annehmbaren Geräuschpegel zu halten, können Sie mit Programmen wie dem MSI Afterburner selbst Hand anlegen. Die kostenlose Software ist zwar für Karten von MSI gedacht, unterstützt aber auch Modelle von anderen Herstellern. Mit diesem Werkzeug können Sie die Drehzahl des Grafikkartenlüfters auf einen niedrigen Wert festsetzen oder sie direkt an die Wärmeentwicklung koppeln. Nutzen Sie außerdem die Möglichkeit der Temperaturüberwachung. Denn eine niedrigere Lüftergeschwindigkeit bedeutet stets eine höhere Temperatur der GPU und anderer Bauteile wie zum Beispiel der Spannungswandler oder des Videospeichers.

LANG LÄUFER



Für jedes verkaufte Triathlor-Netzteil spendet Enermax 1 Euro an die Deutsche Sporthilfe zur Förderung talentierter Nachwuchssportler: www.sporthilfe.de

TRIATHLOR DER NEUE WETTKÄMPFER

Die neuesten Games verlangen dem Rechner alles ab. Grafikkarten und Prozessoren gehen an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit – und darüber hinaus. Umso wichtiger ist ein stabiles Netzteil, das den PC über Jahre hinweg sicher und zuverlässig mit Strom versorgt. Mit der Triathlor-Serie präsentiert Enermax einen Ausdauersportler für deinen Rechner, der in allen Disziplinen Bestwerte erzielt. Durchtrainiert mit erstklassigen Bauteilen und zwei muskulösen 12-Volt-Schienen, ein Netzteil, das dank des lauffähigen T.B.Silence-Lüfters niemals ins Schwitzen kommt. Triathlor ist Sport auf höchstem Niveau – jahrelang.

Mit 300, 385, 450 und 550 Watt, sowie ab Oktober die Kabelmanagement-Version Triathlor FC mit 550, 650 und 700 Watt.



WWW.ENERMAX.DE/TRIATHLOR

ALTERNATE

amazon.de

ATELCO Computer

CONRAD

DiTech COMPUTER-UND NETZGERÄTE

HOH.de

K&M Elektronik AG www.kmlelektronik.de

Mindfactory Aktionsgesellschaft



Zu 26



Festplatten mit einer Drehzahl von nur 5.400 U/min arbeiten meist mit großer Lauf-
ruhe. Solid-State-Drives haben keine beweglichen Teile und sind somit unhörbar.

Tipp 19 Mainboard entkoppeln

Eine Geräuschquelle, die häufig übersehen wird, ist die Befestigung des Mainboards im Gehäuse. Üblicherweise wird die Hauptplatte auf Abstandshaltern aus Metall festgeschraubt. Sitzen diese nicht korrekt, kann das Mainboard ein wenig Spiel bekommen und in Schwingung geraten. Durch die Bewegung von Metall auf Metall entstehen störende Geräusche. Ersetzen Sie die Abstandshalter durch Modelle aus Kunststoff oder setzen Sie Unterlegscheiben aus Gummi ein. Beachten Sie bei dem zuletzt Genannten aber, dass Ihr Mainboard nicht zu hoch sitzen darf, da es sonst zu Problemen beim Einbau von Grafikkarte und anderen Komponenten kommt.

Tipp 20 Netzteil entkoppeln

Eine nicht zu unterschätzende Geräuschquelle ist das Netzteil Ihres PCs. Gerade billige Modelle sind häufig mit nur einem einzelnen schnell drehenden Lüfter ausgestattet. Abhängig von der Verarbeitungsqualität kann dieser Vibrationen verursachen, die sich auf das Gehäuse übertragen und entsprechend Lärm generieren. Abhilfe schafft hier ein einfacher Anti-Vibrations-Rahmen, der zwischen Netzteil und Gehäuse gesetzt wird. Manche Gehäusehersteller statten ihre Produkte schon ab Werk mit vibrationsdämpfenden Befestigungsmöglichkeiten für die Stromversorgung des PCs aus – achten Sie beim Gehäusekauf auf solche Details.

Tipp 21 Silent-Netzteil

Sind es nicht die Vibrationen, die das Netzteil zum Lärmproduzenten machen, sondern der Lüfter selbst, sollten Sie über die Anschaffung eines neuen, von Haus aus leisen Modells nachdenken. Es ist zwar grundsätzlich möglich, nur den Lüfter zu tauschen, doch sind Arbeiten am Netzteil nicht zu empfehlen, da hier Lebensgefahr besteht. Investieren Sie stattdessen in ein Gerät mit langsam drehendem Lüfter oder gleich in eine passive Variante, komplett ohne bewegliche Teile. Sollte Ihr PC mehr Energie benötigen, als die verfügbaren Passiv-Netzteile liefern können, gibt es noch semi-passive Geräte, die deutlich mehr Leistung zur Verfügung stellen können und nur unter hoher Last eine aktive Kühlung zuschalten.

Tipp 22 Silent-Grafikkarten

Wenn Sie Ihre Grafikkarte nicht per Treiber oder Zusatzsoftware leiser bekommen und den Aufwand eines Kühlerwechsels scheuen, können Sie Ihren 3D-Beschleuniger auch durch ein Silent-Modell ersetzen. Viele Hersteller bieten sowohl AMD- als auch Nvidia-Karten in fast allen Leistungsklassen mit geräuscharmer oder passiver Kühlung. Bei der Kaufentscheidung müssen Sie jedoch abwägen, worauf Sie den größten Wert legen und einen passenden Kompromiss aus Leistung, Geräuscharmut und Preislage finden.

Tipp 23 Festplatte entkoppeln

Beim Lesen und Schreiben von Daten sind die drehenden Platter klassischer HDDs eine weitere Quelle lärmender Vibrationen. Damit sich diese nicht auf das PC-Gehäuse übertragen und zusätzlichen Lärm erzeugen, bietet es sich an, die Festplatte zu entkoppeln. Am einfachsten lässt sich das für wenig Geld mit Unterlegscheiben oder Schraubenentkopplern aus Gummi bewerkstelligen. Alternativ gibt es Befestigungssets, bei denen die Platte freischwingend in einem 5,25-Zoll-Schacht aufgehängt wird.

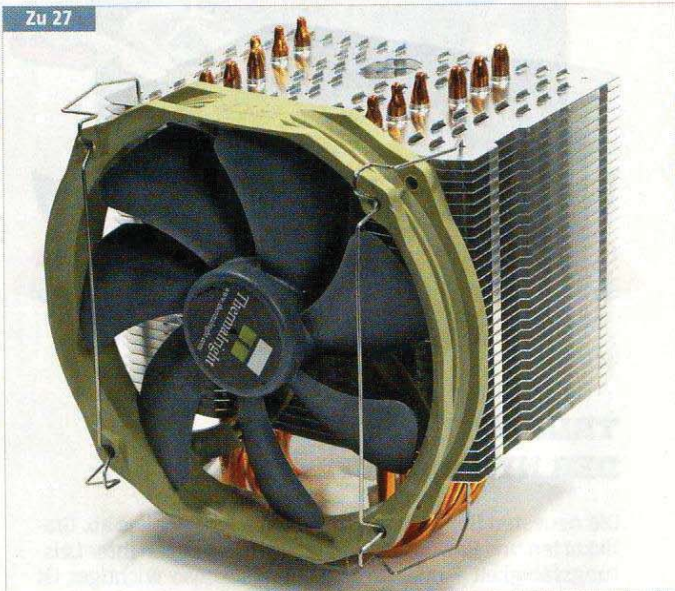
Tipp 24 Festplatte in Dämmbox

Eine noch bessere Schallisolierung der Festplatte bieten sogenannte Dämmboxen. Diese umschließen die Platte vollständig und absorbieren nicht nur die Vibrationen, sondern auch das eigentliche Laufgeräusch der rotierenden Datenscheiben. Beachten Sie, dass durch die vollständige Ummantelung die Betriebstemperatur der Festplatte um einige Grad ansteigen kann. Wenn Sie diesem Effekt entgegenwirken wollen, greifen Sie zu einer Dämmbox, die gleichzeitig Kühlleistungen aufweist.

Tipp 25 Festplatte mit geringer Drehzahl einsetzen

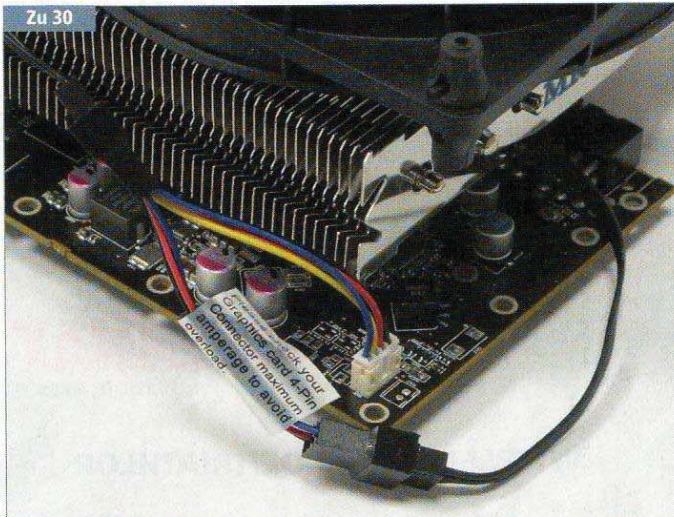
Festplatten mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 5.400 U/min erzeugen weniger Laufgeräusche als Modelle, deren Platter 7.200 oder sogar 10.000 Mal um die eigene Achse rotieren. Zwar sind zuletzt Genannte in Sachen Datenübertragungsgeschwindigkeit meist besser als die langsameren Varianten, aber in einem durchschnittlichen Spiele- oder Wohnzimmer-PC ist dieser Geschwindigkeitsvorteil nicht ausschlaggebend.

Zu 27



Mit CPU-Kühlern wie dem Thermalright HR-02 Macho oder dem EKL Alpenföhn Gott-hard halten Sie Ihren Prozessor auch bei geringer Lautstärke kühl.

Zu 30



Beim Grafikkartenkühler MK-26 ist ein Adapter enthalten, um zwei Lüfter an die Steuerung der Karte anzuschließen. Diese Adapter bekommen Sie auch einzeln.



Tip 26 HDD durch SSD ersetzen

Eine vollständig lautlose Alternative zu herkömmlichen Festplatten sind Solid-State-Drives. Im Gegensatz zu den mechanisch arbeitenden HDDs verfügen SSDs über keinerlei bewegliche Bauteile und erzeugen somit keine hörbaren Geräusche. Den Lautstärkenvorteil, den Sie durch den Einsatz einer SSD erzielen können, müssen Sie gegen die geringere Gesamtkapazität und den deutlich höheren Preis pro Gigabyte Speicherplatz abwägen.

Profi-Tipps

Wenn Sie den Aufwand nicht scheuen und etwas Geschick beim Basteln an Ihrer Hardware beweisen, sind unsere Profi-Tipps genau das Richtige für Sie.

Tip 27 Undervolting

Wenn Sie die Spannung senken, mit der Grafichip und Prozessor versorgt werden, verringert sich deren Stromverbrauch und die Chips bleiben kühler. Achten Sie beim Undervolting unbedingt darauf, die Spannung nicht zu weit zu drosseln, um zu verhindern, dass GPU und CPU nicht mehr stabil laufen. Um die optimale Einstellung zu finden, reduzieren Sie schrittweise die jeweilige Spannung im BIOS oder per Software und testen Sie das System auf Stabilität – etwa mit dem Tool Prime 95.

Tip 28 CPU-Kühler austauschen

Die ab Werk von den Prozessor-Herstellern mitgelieferten Kühler sind zwar ausreichend, um eine moderne CPU verhältnismäßig leise zu kühlen, doch gibt es Modelle, die bei besserer Kühlleistung noch leiser arbeiten. Neben Varianten mit großer Oberfläche und Lüftern mit hohem Durchmesser gibt es auch passive Systeme, die geräuschlos arbeiten. Beachten Sie aber, dass der Prozessorkühler nicht nur die von der CPU abgegebene Hitze abführt, sondern auch rund um den Sockel angeordnete Komponenten wie Spannungswandler in seinem Luftstrom liegen. Wenn Sie sich für ein lüfterloses Modell entscheiden, müssen Sie diese Elemente eventuell separat kühlen.

Tip 29 CPU untertakten

Wenn Sie nicht auf die allerletzten Leistungsreserven Ihres Prozessors angewiesen sind, lässt sich mit einer Verringerung der Taktfrequenz ein Beitrag zur Absenkung der Gesamtlautstärke Ihres Computers

leisten. Weniger Berechnungen pro Zeiteinheit bedeutet geringere Wärmeentwicklung und somit weniger Arbeit für den CPU-Kühler. Beim Untertakten des Prozessors müssen Sie durch schrittweises Ausprobieren im BIOS/UEFI eine optimale Kombination aus geringer CPU-Spannung und niedrigem Multiplikator finden.

Tip 30 Grafikkartenkühler tauschen

Die Grafikkarte ist oft eine der lautesten Komponenten in einem PC, gerade wenn Sie ein leistungsstarkes Modell im Referenzdesign besitzen. Verschiedene Hersteller bieten alternative Kühler zum Nachrüsten an, die einen deutlich geringeren Geräuschpegel verursachen. Wenn Sie sich entscheiden, einen Austausch vorzunehmen, beachten Sie, dass durch die Modifikation der Garantieanspruch Ihrer Grafikkarte erlischt. Die handwerkliche Schwierigkeit des Kühlerwechsels hängt davon ab, was für ein Modell Sie wählen. Informieren Sie sich auf jeden Fall vorab, welche Austausch Kühler für Ihre Grafikkarte geeignet sind.

Tip 31 Grafikkarte untertakten

Ähnlich wie bei der CPU können Sie auch Ihre Grafikkarte untertakten, um den Geräuschpegel zu senken. Mit dem bereits erwähnten MSI Afterburner können Sie sowohl die Spannung als auch die Taktfrequenz der GPU senken. Die gewünschte Einstellung lässt sich speichern und beim Windows-Start automatisch laden.

Tip 32 Neues BIOS/UEFI einspielen

Wenn Sie Gehäuselüfter direkt an das Mainboard gekoppelt haben, kann es sich lohnen, ein BIOS/UEFI-Update vorzunehmen. Bevor Sie dies jedoch tun, sollten Sie sich informieren, ob eine neue Revision mit Verbesserungen bei der Lüftersteuerung zur Verfügung steht. Halten Sie sich beim Update genau an die Vorgaben des Herstellers Ihrer Hauptplatine, um Schäden am Mainboard zu vermeiden.

Tip 33 Wasserkühlung einsetzen

Eine äußerst effektive Art, die Geräuschentwicklung eines PCs zu verringern ist eine Wasserkühlung. Der Vorteil dieser Kühlmethode liegt darin, dass Wasser einen deutlich höheren Wärmeleitkoeffizienten als Luft besitzt. Das bedeutet, dass es die Abwärme, die von den Komponenten erzeugt wird, besser

Zu 33



Eine Wasserkühlung ist eine effektive Methode, die lärmenden Kühler gleich mehrerer Komponenten zu ersetzen. Der Aufwand bei der Installation ist allerdings hoch.

Zu 33



Bei einer Wasserkühlung ist die Pumpe eine mögliche Geräuschquelle. Das Shoggy-Sandwich hat sich als günstige und effektive Vibrationsdämpfung erwiesen.

aufnehmen kann. Außerdem lässt sich die in der Flüssigkeit gespeicherte Abwärme einfacher an eine Stelle leiten, wo sie sich schneller an die Umgebung abgeben lässt. Der Markt für Wasserkühlungen ist riesig und bietet sowohl Komplettsysteme als auch eine Vielzahl an Einzelkomponenten, mit denen Sie ein individuelles System aufbauen können. Entscheiden Sie sich für eine selbst zusammengestellte Wasserkühlung, können Sie damit einige der größten Krachmacher im PC auf einen Schlag verstummen lassen. Grafikkarte und Prozessor sind die wichtigsten Komponenten, da sie die meiste Abwärme generieren und somit den größten Kühlaufwand benötigen. Aber auch Festplatten, Arbeitsspeicher und der Chipsatz des Mainboards lassen sich mit Wasser kühlen. Abhängig

davon, wie viel Geld Sie investieren und wie viel Aufwand Sie betreiben möchten, können Sie ein nahezu lautloses Kühlsystem zusammenstellen. „Nahezu lautlos“ deshalb, weil selbst bei der Verwendung von großflächigen, passiv arbeitenden Wärmetauschern noch immer eine Pumpe das Wasser im Kreislauf in Bewegung halten muss. Diese Pumpe erzeugt als mechanisch arbeitendes Teil ein Eigengeräusch und Vibrationen. Damit diese sich nicht auf das Gehäuse übertragen, gibt es für einige Pumpenmodelle spezielle Dämmboxen. Eine günstige Alternative zum Selberbasteln ist das sogenannte Shoggy-Sandwich. Das besteht aus zwei unterschiedlich strukturierten Schwämmen, die miteinander verklebt werden (siehe Bild). Die Bauteile finden Sie für ein paar Euro im Baumarkt. (kk)

Vier Spitzennetzteile mit 850 bis 1.200 Watt im Test

Leistung und Effizienz

Gerade PCs mit hohem Strombedarf benötigen effiziente Netzteile, um Leistungsverluste zu minimieren. PCGH testet die aktuellen Platzhirsche von Antec, Be quiet, Corsair und Enermax.

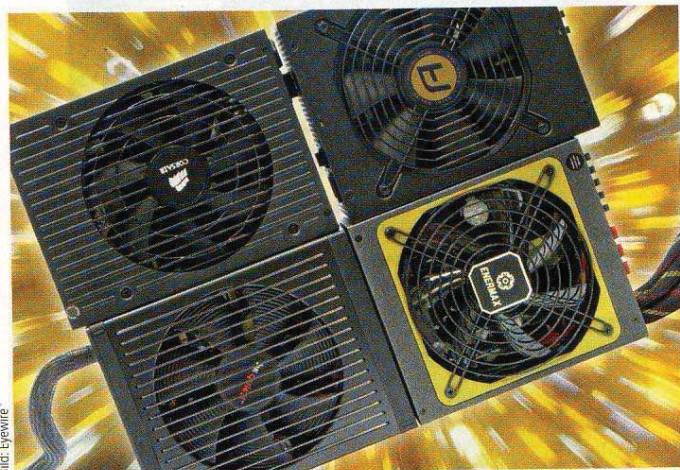


Bild: Eyewire

Effizienz in einem Office-PC

Office-PC (ca. 90 Watt Leistungsaufnahme)



System: Chroma-Testsystem; Office-PC: Intel Core i3-2100, Asus P8H67-M PRO R3.0, HD Graphics 2000 **Bemerkungen:** Bei geringer Last arbeiten die Netzteile messbar weniger effizient als bei mittlerer Auslastung, dennoch sind die Werte gut.

Prozent
► Besser

Effizienz in einem Spielerechner

Spielerechner (ca. 250 Watt Leistungsaufnahme)



System: Chroma-Testsystem; Spielerechner: Phenom II X6 1090T, MSI 870A-G54, Geforce GTX 560 Ti/1.024 MiByte **Bemerkungen:** Bei 250 Watt sind die Netzteile zu etwa 20 bis 30 Prozent ausgelastet und erreichen noch nicht 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 R3.0, 2 x Geforce GTX 580 **Bemerkungen:** 500 Watt Leistungsaufnahme sind für die Netzteile dieses Tests lange nicht die obere Leistungsgrenze.

Prozent
► Besser

Die meisten Spiele-PCs kommen mit 350 bis 450 Watt aus. Doch es gibt auch Anwender, die mehrere Grafikkarten einsetzen sowie Overclocking betreiben, sodass mehr als 800 Watt Leistungsaufnahme entstehen. Für solche PC-Monster benötigen Sie natürlich entsprechende Netzteile. Zudem entstehen bei hohen Lasten auch hohe Verlustleistungen, die das Netzteil in Wärme umsetzt. Daher sollte gerade ein Spannungswandler mit hoher Leistung auch besonders effizient arbeiten. PCGH testet nun vier Netzteile mit 850 bis 1.200 Watt und 80-Plus-Gold- beziehungsweise -Platin-Zertifizierung. Dabei sind das Antec HCP Platinum 1000W, das Be quiet Dark Power Pro P10 850W, das Corsair AX1200i und das Enermax Revolution87+ 850W. Die Preise reichen von 180 bis 290 Euro.

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 wichtiges 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). Dabei fällt auf, dass einige Netzteile in der Vergangenheit die Vorgaben aus dem „Intel Power Supply Design Guide“ nicht einhielten. Die Messwerte der Restwelligkeit gehen ab dieser Ausgabe ebenfalls in die Leistungsnote der Tests ein

Corsair AX1200i: Starkes Netzteil mit cooler Zusatzsoftware.

Das nagelneue Corsair AX1200i ist das leistungsstärkste Netzteil dieses Vergleichstests: Es bietet bis zu 1.205 Watt auf einer 12-Volt-Schiene sowie 180 Watt pro 3,3 und 5 Volt. Mit 200 Millimetern Einbautiefe benötigt der Spannungswandler auch entsprechend Platz im Gehäuse. Die zahlreichen Leitungen des komplett modularen Kabelmanagements sind mit 60 bis 85 Zentimetern ausreichend dimensioniert. Die Stecker für den PCI-Express-Stromanschluss von Grafikkarten messen allerdings nur 60 Zentimeter, das ist für den wahrscheinlichen Einsatzzweck im Big-Tower unter Umständen zu kurz. Die 80-Plus-Platin-Zertifizierung spiegelt sich in den Werten der Effizienzmessung wider: Wir messen einen Spitzenwirkungsgrad von 94 Prozent bei 50 Prozent Auslastung. Bei einer geringen Last um die 90 Watt sind es immer noch gute 85 Prozent. Das Corsair AX1200i arbeitet semipassiv, sodass der 140-Millimeter-Lüfter erst ab einer Auslastung von etwa 50 Prozent anspringt. Die Lautheit steigt aber auch bei maximaler Last – also 1.200 Watt – nur auf 1,3 Sone.

Die Verarbeitung und die Qualität der Bauteile sind sehr gut und die Restwelligkeit liegt innerhalb der Intel-Spezifikationen. Neben den

sieben Jahren Garantie bietet das AX1200i alle wichtigen Schutzschaltungen inklusive Überstromschutz (OCP). Ob OCP bei einem 1-Schienen-Design der 12-Volt-Leitung funktionieren kann, ist bisher nicht eindeutig geklärt. Abhilfe schafft hier aber die mitgelieferte Funktion Corsair Link, mit der Sie OCP manuell pro 12-Volt-Kabel einstellen können. Fazit: Das Corsair AX1200i ist ein sehr gutes Netzteil ohne Schwächen und bietet Top-Technik.

Be quiet Dark Power Pro P10 850W: Spitzennetzteil mit sehr gutem Wirkungsgrad. Das Dark Power Pro P10 850W ist das erste Netzteil von Be quiet mit 80-Plus-Platin-Siegel, das im PCGH-Testlabor geprüft wird. Das 850-Watt-Netzteil bietet ein teilmodulares Kabelmanagement, fünf Jahre Garantie sowie einen 135-Millimeter-Lüfter. Per OC-Key können Sie die vier 12-Volt-Schienen zu einer zusammenschalten und erhalten so 840 Watt beziehungsweise 70 Ampere gebündelt. Die Kabel des Dark Power Pro P10 sind mit 60 bis 120 Zentimetern sehr lang und der Spannungswandler bietet vier Anschlüsse für Lüfter, die mit dem Netzteil geregelt werden. Die Bauteile und die Verarbeitung sind makellos. Alle wichtigen Schutzschaltungen hat Be quiet eingebaut. Der Wirkungsgrad des Netzteils liegt im 230-Volt-Netz bei 85 bis 93 Prozent – sehr gut.

Die Lautheit liegt bis 80 Prozent Auslastung bei 0,3 bis 0,4 Sone – das ist sehr leise. Bei voller

Last dreht der Lüfter allerdings auf und erzeugt laute 4,7 Sone. Die Temperaturen und die Restwelligkeit sind hingegen unbedenklich. Die Leistungsfaktorkorrektur (PFC) ist nur bei sehr geringer Belastung niedrig (0,877); ab etwa 150 Watt liegt sie bei 0,943 bis 0,988. Fazit: Das Dark Power Pro P10 850W gehört aktuell zu den besten Netzteilen am Markt.

Antec HCP Platinum 1000W: Hohe Effizienz und lange Garantie. Antec schickt das HCP Platinum 1000W mit 80-Plus-Platin-Siegel und 1.000 Watt Maximalleistung ins Rennen. Das 24-Pin-ATX-Kabel ist mit 55 Zentimetern etwas kurz geraten, alle anderen Anschlüsse sind hingegen mit maximal 75 bis 100 Zentimetern sehr lang. Dank des modularen Kabelmanagements sind alle Leitungen abnehmbar. Zudem bietet Antec sieben Jahre Garantie und hat alle wichtigen Schutzschaltungen eingebaut.

Ab 20 Prozent Last erreicht das Netzteil 90 bis 93 Prozent Wirkungsgrad. Hinzu kommt eine gute Leistungsfaktorkorrektur (0,913 bis 0,980). Bei geringer Last (etwa 100 Watt) liegt die Effizienz bei 84 Prozent (PFC bei 0,849). Neben den guten Ripple&Noise-Werten bietet das HCP Platinum 1000W bis 80 Prozent Last eine geringe Lautheit. Allerdings steigt die Geräuschkulle bei hoher Auslastung des Netzteils auf 3,3 Sone – das ist laut. Fazit: Das Antec HCP Platinum 1000W hinterlässt einen guten Eindruck, vor allem die Effizienz ist hervorragend.



Die Corsair-Link-Technik erlaubt nicht nur die Überwachung des Netzteils, Sie können auch die Werte für den Überlastschutz der 12-V-Leitung einstellen.

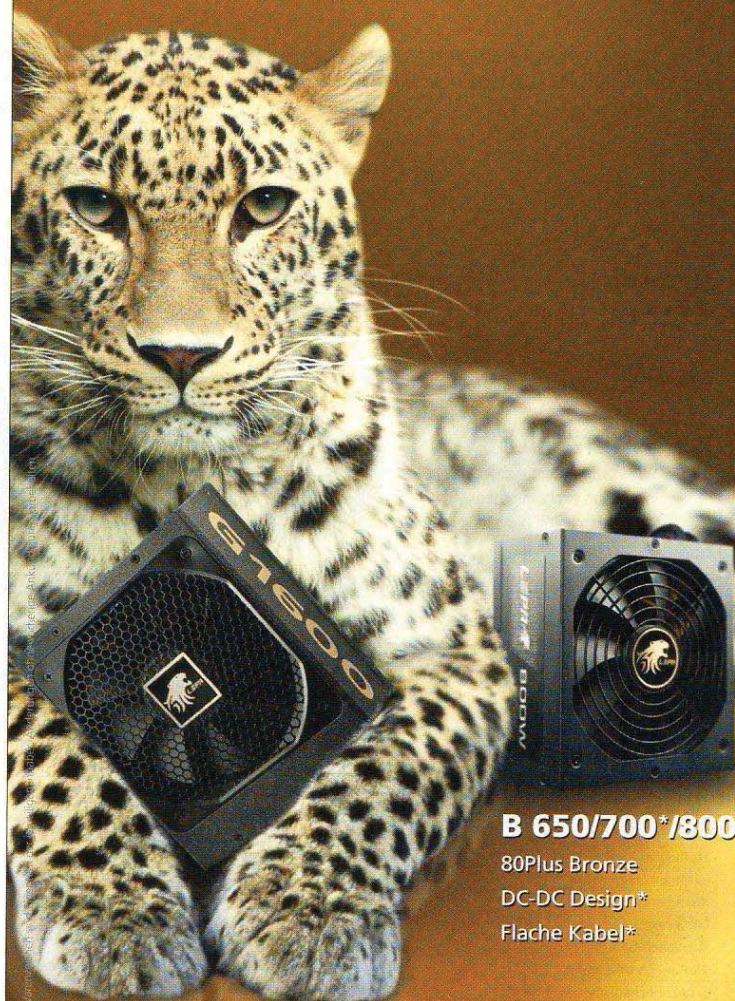
www.pcgameshardware.de

LEPA

Fan · Cooler · Power

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

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



B 650/700*/800*
80Plus Bronze
DC-DC Design*
Flache Kabel*

G 1600

RELEASE THE BEAST

Gold-Effizienz / 1700W Spitze / Vollmodular

Ab sofort verfügbar:

G 1000 / G 850 / G 750 / G 650

WWW.LEPATEK.DE/G1600

2012 ALTERNATE

amazon.de

DiTech

Mindfactory

Enermax Revolution87+ 850W: Sehr zuverlässiger Stromlieferant. Das Enermax Revolution87+ 850W ist das einzige Netzteil des Tests mit „nur“ 80-Plus-Gold-Zertifizierung. Im Labor ist das 850-Watt-Netzteil allerdings kaum messbar schlechter als die Platin-Kandidaten. Während die Peripheriekabel des teilmodularen Kabelmanagements mit maximal 90 bis 105 Zentimeter sehr lang sind, messen die Leitungen

für 24-Pin-ATX und PCIE-Stromanschluss nur 50 bis 55 Zentimeter. Im Inneren des Revolution87+ 850W kommen hochwertige Bauteile zum Einsatz und Enermax hat alle wichtigen Schutzschaltungen eingebaut.

Die 840 Watt Leistung der 12-Volt-Leitung sind auf vier Schienen mit jeweils 30 Ampere aufgeteilt. Bis 50 Prozent Last ist das Netzteil mit 0,2 Sone im eingebauten Zustand

fast nicht hörbar. Allerdings steigt ab 80 Prozent Auslastung die Lautheit auf 1,1 bis 2,9 Sone – deutlich hörbar. Die Restwelligkeit ist zwar etwas höher als bei den anderen Testkandidaten, aber innerhalb der Grenzwerte. Fazit: Das Enermax Revolution87+ 850W schneidet nicht schlechter ab als die Platin-Netzteile und kostet mit rund 180 Euro etwas weniger als das gleich starke Dark Power Pro P10 850W. (ma)

Fazit

Hardware

Netzteile

Die Wertungen der vier Netzteile liegen sehr nahe beieinander. Nur das Corsair AX1200i kann sich etwas absetzen, da es auch bei hoher Auslastung noch leise bleibt. Etwas besser ist einzig das Enermax Platimax 850W (siehe auch Einkaufsführer), welches mit 1,46 bewertet wurde.

Messungen der Restwelligkeit bzw. Ripple & Noise: Alle getesteten Netzteile innerhalb der Spezifikationen

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
Antec HCP Platinum 1000W	18,0 mV	22,0 mV	14,0 mV	15,0 mV	14,0 mV	15,0 mV	13,0 mV	13,0 mV	17,0 mV	16,0 mV	17,0 mV	21,0 mV	20,0 mV	23,0 mV	25,0 mV
Be quiet Dark Power Pro P10 850W	07,0 mV	15,0 mV	14,0 mV	08,0 mV	17,0 mV	14,0 mV	11,0 mV	21,0 mV	17,0 mV	13,0 mV	23,0 mV	20,0 mV	15,0 mV	26,0 mV	24,0 mV
Corsair AX1200i	16,0 mV	09,0 mV	15,0 mV	17,0 mV	10,0 mV	15,0 mV	15,0 mV	08,0 mV	16,0 mV	20,0 mV	11,0 mV	16,0 mV	23,0 mV	13,0 mV	19,0 mV
Enermax Revolution87+ 850W	19,0 mV	18,0 mV	20,0 mV	20,0 mV	21,0 mV	29,0 mV	28,0 mV	31,0 mV	41,0 mV	36,0 mV	38,0 mV	61,0 mV	43,0 mV	45,0 mV	72,0 mV
Grenzwerte: 3,3 Volt: 50,0 mV; 5 Volt: 50,0 mV; 12 Volt: 120,0 mV															

Grenzwerte: 3,3 Volt: 50,0 mV; 5 Volt: 50,0 mV; 12 Volt: 120,0 mV

NETZTEILE

Alle Watt-Klassen werden nach dem exakt gleichen Wertungsschema benotet.



Produkt	AX1200i	Dark Power Pro P10 850W	HCP Platinum 1000W	Revolution87+ 850W
Hersteller	Corsair	Be quiet	Antec	Enermax
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 290,-/befriedigend	Ca. € 190,-/befriedigend	Ca. € 240,-/befriedigend	Ca. € 180,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/815977	www.pcgh.de/preis/790591	www.pcgh.de/preis/694251	www.pcgh.de/preis/718284
Maximalleistung (Herstellerangabe)	1.200 Watt	850 Watt	1.000 Watt	850 Watt
ATX-Version	2,3	2,3	2,3	2,3
Ausstattung (20 %)	1,08	1,06	1,14	1,29
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	60-85 cm/60-75 cm	60-90 cm/90-120 cm	55-85 cm/55-100 cm	45-90 cm/45-105 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	2/12/16 Stück	2/9/9 Stück	1/6/9 Stück	1/6/8 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	2x 4+4-Pin (65 cm)/1x 24-Pin (61 cm)	2x 4+4-Pin (70 cm)/1x 8-Pin (70 cm)/1x 24-Pin (60 cm)	1x 8-Pin/1x 4+4-Pin (65 cm)/1x 24-Pin (55 cm)	1x 8-Pin/1x 4+4-Pin (60 cm)/1x 24-Pin (55 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	6x 6+2-Pin (60 cm)	6x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	6x 6+2-Pin (55-75 cm)	4x 6+2-Pin (45-50 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, komplett	Ja, teilweise	Ja, komplett	Ja, teilweise
Lüfteranschlüsse	Nein	Ja, 4	Nein	Nein
Kühlsystem	Semi-passiv, 140 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Aktiv, 139 Millimeter
Lüfterregelung beim Netzteil	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/7 Jahre	Ja, deutsch/5 Jahre	Ja, deutsch/7 Jahre	Ja, deutsch/5 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Platinum	80 Plus Platinum	80 Plus Platinum	80 Plus Gold
Schutzmechanismen laut Hersteller	OC, OPP, OTP, SCP, OVP, UVP	OC, OPP, SCP, OTP, OVP, UVP	OC, OPP, OTP, SCP, OVP, UVP	OC, OPP, OTP, SCP, OVP, UVP, SIP
Zubehör/Sonstiges	Selbsttest, Corsair Link, Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	OC-Key, Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabeltasche	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabeltasche
Eigenschaften (20 %)	1,48	1,35	1,48	1,27
Kondensatoren primär	2x Panasonic 470 µF, 450 V, 105 °C	2x Nippon Chemicon 390 µF, 420 V, 105 °C	2x Nippon Chemicon 470 µF, 450 V, 105 °C	2x Matsushita 390 µF, 400 V, 105 °C
Kondensatoren sekundär	Nippon Chemicon Elko 105 °C, Solid State Caps	Nippon Chemicon Elko 105 °C, Solid State Caps	Nippon Chemicon/Rubycon Elko 105 °C, Solid State Caps	Nippon Chemicon Elko 105 °C, Solid State Caps auf VRM
Platinenmaterial	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)	Epoxyd (FR3/FR4)
Nachlaufsteuerung Lüfter	Nein	Nein	Nein	Ja
Abmessungen B x H x T	150 x 86 x 200 mm	150 x 86 x 180 mm	150 x 86 x 190 mm	150 x 86 x 180 mm
Belastbarkeit* +3,3 V und +5 V	180 Watt	125 Watt	130 Watt	120 Watt
Belastbarkeit* +12 V/Schienen	1.205 Watt/1	840 Watt/4	1.000 Watt/4	840 Watt/4
Leistung (60 %)	1,62	1,81	1,77	1,78
Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,1/0,1/0,3/0,8/1,3 Sone	0,3/0,3/0,3/0,4/4,7 Sone	0,3/0,3/0,3/0,8/3,3 Sone	0,2/0,2/0,2/1,1/2,9 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	1,1 Watt	1,2 Watt	0,8 Watt	0,9 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %**	88/93/94/92/91 %	85/91/93/92/91 %	84/90/93/93/92 %	86/90/93/91/90 %
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,921 bis 0,998	0,877 bis 0,988	0,849 bis 0,980	0,880 bis 0,974
Temperatur 10 bis 100 %**	21,5 bis 32,8 °C	21,9 bis 26,4 °C	20,1 bis 31,1 °C	21,4 bis 28,4 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation
Sehr guter Wirkungsgrad Sehr leise Diagnose- und Tuning-Software Sehr guter Wirkungsgrad Bis 80 % Last leise Bei 100 % Last laut Sehr guter Wirkungsgrad Bis 80 % Last leise Bei 100 % Last laut Sehr guter Wirkungsgrad Bis 50 % Last leise Kurzes ATX-Kabel				
Wertung: 1,48 Wertung: 1,57 Wertung: 1,58 Wertung: 1,58				

* Belastbarkeit wird nicht getestet ** Auslastung

WERBUNG



Samsung will mit der SSD 840 Pro den Solid-State-Drive-Markt aufmischen

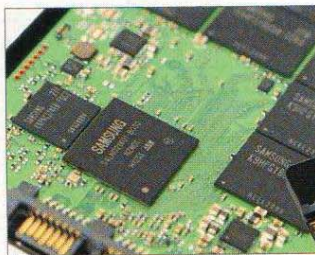
Frischer Wind bei SSDs

Nicht nur Samsungs brandneue SSD 840 Pro buhlt um Kundengunst, auch Corsair schickt mit der Neutron ein Modell mit neuem Controller-Chip ins Rennen – wir sagen Ihnen, wo sie zuschlagen sollten.

Samsung SSD 840 Pro (256 GB)

Frisch vorgestellt soll die SSD 840 Pro Samsungs Anspruch auf eine Vorreiterrolle im SSD-Markt untermauern.

Nachdem bereits die 830-Reihe durchaus gelungen war, bessert Samsung mit dem Nachfolger, der SSD 840 Pro, konsequent die verbliebenen Schwächen aus. Der Arm-basierte MDX-Controller, wie auch Cache und NAND-Speicher von Samsung hergestellt, hebt die Transferraten nahe an das SATA-6Gb/s-Limit – 512 MiB LPDDR2-RAM-Cache unterstützen ihn dabei. Er kann die Daten auf den Toggle-DDR-Chips per AES-256 transparent verschlüsseln. Auch mit den per I/O-Meter gemessenen 4K-Random Writes erreichen wir die bisherigen Höchstwerte für SATA-SSDs im Testlabor: 90.734 I/O-Ops pro Sekunde stehen über mehr als zehn Minuten stabil bis auf die Nachkommastellen an. Größter Kritikpunkt am Vorgänger war die vergleichsweise hohe Leistungsaufnahme unter Last – diesen verbessert Samsung von rund 5 auf knapp über 3 Watt.



Endlich kommt Bewegung in den SSD-Markt, nach den zuletzt etwas ermüdenden Iterationen neuer Firmware-Versionen mit den bekannten Marvell- und LSI/Sandforce-Controllern. Wir testen neben drei aktuellen SSDs mit letztgenanntem und einem Marvell-basierten Modell nicht nur Samsungs topaktuelle SSD 840 Pro, sondern auch Corsairs Neutron-SSD mit LAMD-Controllerchip sowie eine M-SATA-Variante von Crucials bewährter m4-SSD.

Flash- und Controllerkunde

SSDs setzen auf NAND-Speicherchips (auch „Flash“ genannt), welche die Daten im Gegensatz zu Arbeitsspeicher auch ohne Spannung halten können („Solid State...“). Die Zugriffszeiten sind enorm niedrig und neben der hohen Lese-Transferrate hauptverantwortlich für das stark verbesserte PC-Ansprechverhalten. Das Problemkind sind

prinzipbedingt die Schreibvorgänge. Hier gibt es verschiedene Lösungsansätze: LSI/Sandforce-Controller zum Beispiel nutzen eine integrierte Komprimierung, um die Datenmenge beim Schreiben zu verringern – der Effekt verpufft natürlich, wenn Daten wie Filme, Bild- oder Musikdateien sich kaum komprimieren lassen. Auch bei den Speicherchips gibt es Unterschiede: SDR, DDR- oder Toggle-DDR-Chips sind die (aufsteigend sortierten) Leistungsklassen. Generell gilt, dass SSDs mit zunehmender Speicherkapazität auch leistungsfähiger werden, hier liegt die derzeitige Optimalgröße bei 256 GByte.

Samsung SSD 840 Pro (256 GB): Neuer Gesamtsieger. Das umfangreiche Ausstattungspaket und die sehr guten Eigenschaftswerte inklusive des niedrigen Stromverbrauchs, insbesondere im Leerlauf, verhelfen der Samsung SSD 840 Pro zum verdienten



Maximale Transferraten: Nah am SATA-Limit

Atto Disk-Benchmark v2.47

Samsung SSD 840 Pro (256 GB)	519	561 (+242 %)
OCZ Vertex 4 (256 GB)	513	561 (+242 %)
Corsair Force GS (240 GB)	536	559 (+241 %)
Sandisk Extreme SSD (240 GB)	535	559 (+241 %)
Mach Xtr. DS Turbo PE (240 GB)	534	559 (+241 %)
Corsair Neutron GTX (240 GB)	512	559 (+241 %)
OCZ Vertex 4 (128 GB)	406	554 (+238 %)
Samsung SSD 830 (256 GB)	410	549 (+235 %)
Plextor M5 Pro (128 GB)	336	548 (+234 %)
Magnet-Festpl. (10.000 U/Min.)	157	164 (Basis)

System: Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP1
Bemerkungen: Dieser Benchmark zeigt die maximal erreichbaren Übertragungsraten.

MB/s
Schr. | Lesen
➤ Besser

ten Testsieg, auch wenn sie bei der Performance hauchdünn gegen Corsairs Neutron GTX verliert. Auf das Gesamtpaket gibt Samsung fünf Jahre Garantie, Preise und Verfügbarkeit sind zu Redaktionsschluss noch die großen Unbekannten.

Corsair Neutron GTX (240 GB): Neu-ling mit überraschend und überraschend guter Leistung. In unseren gewerteten Tests kann sich die mit Toggle-DDR-NAND bestückte Neutron GTX mit LAMD-Controller knapp vor Samsungs brandneue SSD 840 Pro setzen – mit 1,22 zu 1,23 Notenpunkten. Der Stromverbrauch ist dafür besonders im Leerlauf deutlich höher und die Ausstattung weniger umfangreich als bei Samsungs Kit-Version. Corsair gewährt fünf Jahre Garantie, der Einstandspreis ist mit rund 225 Euro allerdings recht hoch.

Mach Xtreme DS Turbo Premium, Corsair Force DS (240 GB): LSI/Sandforce-SSDs mit aktueller Firmware. Wenige Überraschungen gibt es bei diesen beiden Sandforce-Kandidaten. Die Ausstattung beschränkt sich im wesentlichen auf Schraubensets und Einbaurahmen, die Garantie auf drei Jahre. Die Leistungswerte sind sehr gut, brechen aber bei schlecht komprimierbaren Daten wie gehabt ein. Mit Preisen von 200 respektive 185 Euro sind die SSDs von Mach Xtreme und Corsair zudem keine Schnäppchen.

OCZ Vertex 4 (256 GB): Mit neuer Firmware verbessert. Einen Neutest verdient sich OCZs neue Firmware 1.5 für die erstmals in Ausgabe 09/2012 getestete Vertex 4 mit Marvell-Controller. Die Leistungswerte steigen meßbar an, doch die 256er-Version profitiert weniger stark als die 128-GB-Variante, welche im

Einkaufsführer der letzten Ausgabe bereits unser aktueller P-/L-Tipp war. Mit der neuen Firmware positioniert sich die Vertex 4 nur im Mittelfeld der 256-GB-SSDs.

Sandisk SSD Extreme (240 GB): Flotte SSD ohne Höhepunkte. Wie der Familienname „SSD“ schon andeutet, ist Sandisks Modell mit LSI/Sandforce-Controller nicht spektakulär, aber sehr solide. Die Leistung ist auf hohem Niveau, alle anderen Werte sind ok – mit dieser SSD machen Sie nichts verkehrt. Sie ist überdies die günstigste 256-GB-SSD im Testfeld.

Plextor M5 Pro (128 GB): Beste 128-GB-SSD. Die M5 Pro nutzt die Platine der bekannten M3S, jedoch schnellen Toshiba Toggle-DDR-Flashspeicher und den beschleunigten Marvell-Controller 88SS9187 (ggü. 9174 anderer SSDs). Damit katapultiert sie sich knapp an die Leistungsspitze der 128-GB-Riege vor Vertex 4 und Samsung 830 (die 840 Pro mit 128 GB liegt uns noch nicht vor) und dank guter Ausstattung sowie niedrigen Stromverbrauchs auch an die Spitze der bisher getesteten 128-GB-Modelle. Dafür zahlen Sie mit 140 Euro laut PCGH-Preisvergleich allerdings auch einen Premium-Zuschlag. (cs)

Fazit

Frischer Wind bei SSDs

Lange schon war der SSD-Markt nicht mehr so spannend. Mit der neuen Samsung-Reihe und Corsairs Vorpreschen mit dem LAMD-Controller sind die Karten neu gemischt – auch Marvells flinker 9187 ist vielversprechend. Nur vom ehemaligen Platzhirschen Sandforce hört man seit der Übernahme durch LSI nichts mehr.

Kopierzeiten: Samsung und Corsair vorn

10 GiByte Daten: PCGH-Kopiertest 3 & 2

Corsair Force GS (240 GB)	66	67 (-71 %)
Mach Xtr. DS Turbo PE (240 GB)	61	67 (-70 %)
Corsair Neutron GTX (240 GB)	45	69 (-70 %)
Samsung SSD 840 Pro (256 GB)	47	69 (-70 %)
Sandisk Extreme SSD (240 GB)	67	69 (-70 %)
OCZ Vertex 4 (256 GB)	54	72 (-68 %)
Samsung SSD 830 (256 GB)	48	74 (-67 %)
OCZ Vertex 4 (128 GB)	55	74 (-67 %)
Plextor M5 Pro (128 GB)	55	79 (-65 %)
Magnet-Festpl. (10.000 U/Min.)	196	227 (Basis)

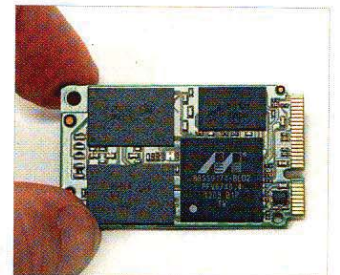
System: Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP1
Bemerkungen: Test 2 beinhaltet ca. 50.000 gemischte Dateien, Test 3 besteht aus 10 nicht komprimierbaren Dateien.

Sekunden
Test 3 | Test 2
➤ Besser

Crucial m4 M-SATA (256 GB)

Kleine Computer sind langsamer als große, kleine SSDs folgich langsamer als solche mit großer Platine und vielen Chips - oder nicht?

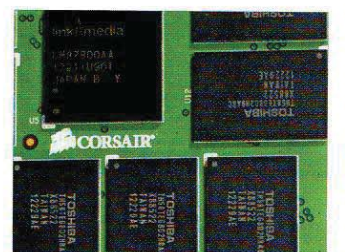
Im Notebook-Markt und seit dem Z68-Chipsatz auch vielen Mainboards findet sich ein kleiner Mini-PCI-Express-Steckplatz, welcher neben WLAN-Modulen wahlweise auch M-SATA-SSDs aufnehmen kann. Diese Mini-SSDs haben weniger Platz auf der Platine, können daher auch nur wenige Chips tragen. Im Falle von Crucials M-SATA-Version der m4-SSD sind das neben dem Marvell-Controller und einem Cache-Baustein (128 MiB DDR3-1333) noch vier NAND- oder Flash-Chips, auf die sich die 256 GByte Gesamtkapazität verteilen. Im Test erreicht das Modul beinahe dieselbe Leistungsnote wie die m4 mit voller 2,5-Zoll-Baugröße. Damit ist sie für den mobilen oder HTPC-Einsatz auf Mini-ITX-Boards absolut zu empfehlen, kommt aber nicht an die Performance-Spitze heran. Positiv ist auch der Preis: Nur rund 10 Euro Aufpreis sind gegenüber der 2,5-Zoll-m4 fällig (Stand: 19.09.2012).



Corsair Neutron GTX (240 GB)

Mit dem LM87800 von Link-A-Media Devices (LAMD) bringt Corsair eine weitere Alternative zum verbreiteten LSI/Sandforce-Controller.

Der als SoC mit bis zu acht bestückbaren Kanälen hochintegrierte Controllerchip kommt auf der Neutron-Serie zum Einsatz – die GTX-Version nutzt in der vorliegenden 240-GB-Version acht Toggle-DDR-Speicherchips von Toshiba, die normale, etwas langsamere Neutron 16 ONFI-DDR-Flashbausteine des Joint Ventures von Intel und Micron. Im Test messen wir eine im Vergleich zur Force DS aus gleichem Hause hohe Leerlauf-Leistungsaufnahme von rund 0,9 Watt. Im Lastzustand nimmt die Neutron GTX circa 4 Watt auf. Dafür gibt es aber auch Leistung: Im I/O-Meter messen wir nahezu rekordverdächtige 87.500 I/O-Ops pro Sekunde (Vertex 4: 83.400), welche lange 10 Minuten gehalten werden können und auch die Praxisleistung der Neutron GTX ist etwa auf dem Niveau der Samsung SSD 840 Pro. Lediglich bei Schreibvorgängen mit gut komprimierbaren Daten liegen manche Sandforce-Modelle noch vorn, dafür aber umso weiter zurück, wenn die SF-Kompression nicht greift.



SSDs

Auszug aus Testtabelle
mit 28 Wertungskriterien



Produkt	SSD 840 Pro (256 GB)	Neutron GTX (240 GB)	DS Turbo Premium (240 GB)	Force GS (240 GB)
Modellbezeichnung	MZ-7PD256	CSSD-N240GBGTX-BK	MXSSD3MDSTP-240G	VTX4-25SAT3-256G
Hersteller/Webseite	Samsung (www.samsung.com)	Corsair (www.corsair.com)	Mach Xtreme Techn. (www.mx-technology.com)	Corsair (www.corsair.com)
PCGH-Preisvergleich	Noch nicht im Preisvergleich vorhanden	www.pcgh.de/preis/796012	www.pcgh.de/preis/745550	www.pcgh.de/preis/759200
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Nicht lieferbar/entfällt	Ca. € 225,-/befriedigend	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 185,-/gut
Preis pro GByte	Entfällt	€ 0,94	€ 0,83	€ 0,77
MTBF*/Haltbarkeit	Keine Angabe	2,0 Mio. Stunden	2,0 Mio. Stunden	2,0 Mio. Stunden
Firmware Testmuster	DXM02B0Q	M206	5.02	5.02
SSD-Controller	Samsung S4LN201X01 (3-core MDX)	Link_A_Media LM87800	Sandforce SF-2281	Sandforce SF-2281
Flash-Chips	8x 256 GBit MLC-NAND (Samsung, 2x nm, Toggle-DDR 2.0)	8x 256 GBit MLC-NAND (Toshiba, 27 nm, Toggle-DDR)	8x 256 GBit MLC-NAND (Hst. nicht erkennbar, ONFI-DDR)	16x 128 GBit MLC-NAND (Sandisk-Label, 24 nm, Toggle-DDR)
DRAM-Cache	512 MiB LPDDR2-RAM (1x 512)	256 MiB DDR2-800-RAM (2x 128)	-	-
Ausstattung (20 %)	2,18	1,89	2,19	2,19
Formatierte Kapazität (GiByte)	238,47	223,57	223,57	223,57
Herstellergarantie	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Zubehör/Besonderheiten	Samsung-Software, SSD-Magician (Tool); 7 Millimeter Bauhöhe	Einbaurahmen, Schraubenset; 7 Millimeter Bauhöhe	Einbaurahmen, Schraubenset	Einbaurahmen, Schraubenset
Eigenschaften (20 %)	1,76	2,08	1,86	1,87
Schnittstelle	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s
NAND-Typ	MLC	MLC	MLC	MLC
Trim-Unterstützung/int. Garbage Collect.	Ja/Ja	Ja/Ja	Ja/Ja	Ja/Ja
Echtzeit-Verschlüsselung	Ja	Ja	Ja	Ja
Leistungsaufn. Leerlauf/max. Schreiben	0,2/3,1 Watt	0,9/4,1 Watt	0,6/3,2 Watt	0,5/3,4 Watt
Leistung (60 %), siehe Benchmarks/EKF	1,23	1,22	1,29	1,35
FAZIT	- Sehr hohe Performance - Lange Garantie (5 Jahre) - Sehr geringer Leerlauf-Verbrauch	- Sehr hohe Performance - Lange Garantie (5 Jahre) - Etwas hoher Stromverbrauch	- Sehr gute Leistungswerte außer beim Schreiben nicht komprimierbarer Daten (SF-Controller-typisch)	- Sehr gute Leistungswerte außer beim Schreiben nicht komprimierbarer Daten (SF-Controller-typisch)
	Wertung: 1,52	Wertung: 1,53	Wertung: 1,58	Wertung: 1,62

* Herstellerangabe, „Mean Time Between Failures“, durchschnittliche Anzahl an Betriebsstunden bis zum Ausfall; theoretischer Wert

SSDs

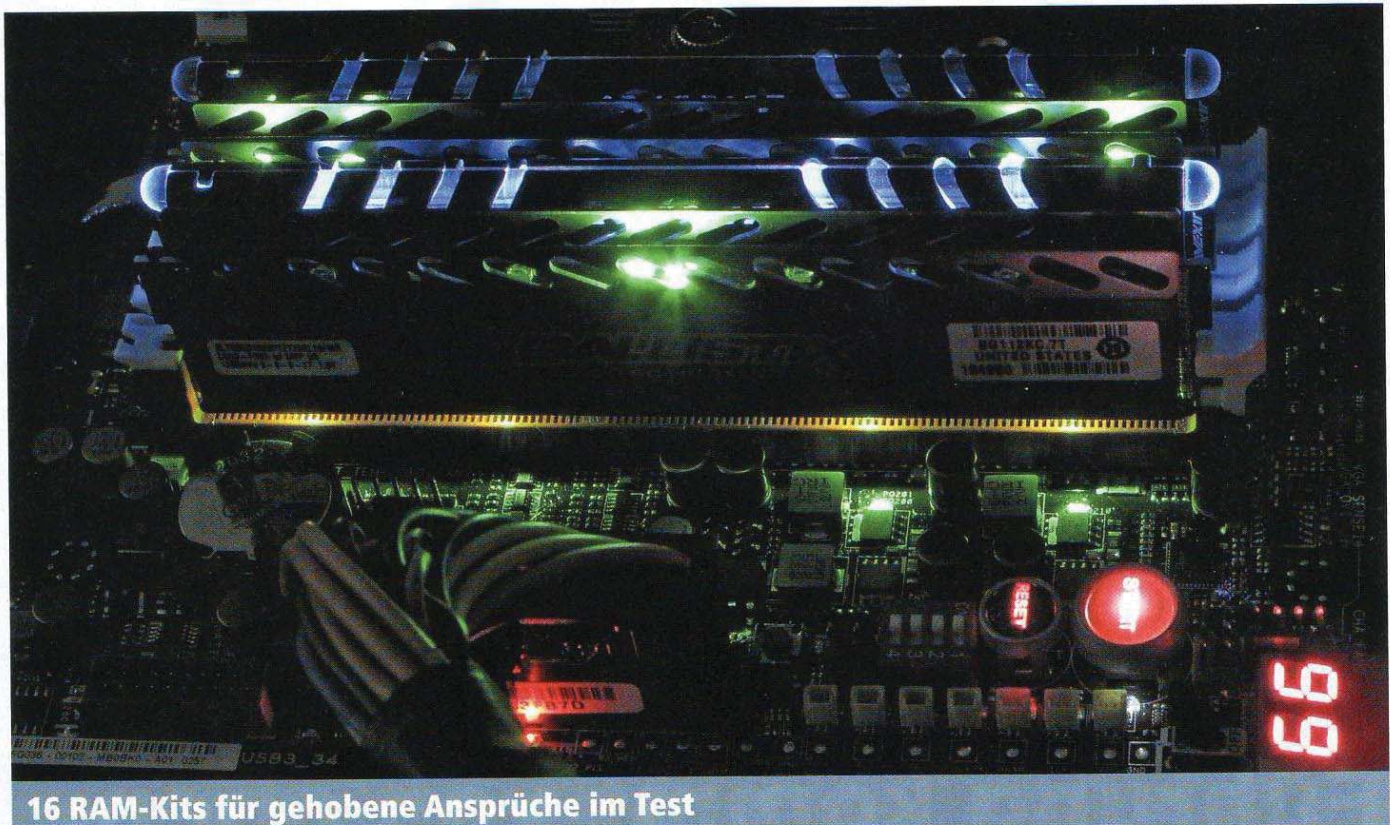
Auszug aus Testtabelle
mit 28 Wertungskriterien



Produkt	Vertex 4 (256 GB)	Sandisk Extreme SSD (120 GB)	m4 M-SATA (256 GB)	M5 Pro
Modellbezeichnung	VTX4-25SAT3-256G	SDSSDX-240G-G25	CT256M4SSD3	PX-128M5P
Hersteller/Webseite	OCZ (ocztechnology.de)	Sandisk (www.sandisk.de)	Crucial (www.crucial.com)	Plextor (www.plextor.de)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/759200	www.pcgh.de/preis/717810	www.pcgh.de/preis/788215	www.pcgh.de/preis/820221
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 180,-/gut	Ca. € 165,-/befriedigend	Ca. € 185,-/befriedigend	Ca. € 140,-/ausreichend
Preis pro GByte	€ 0,70	€ 0,69	€ 0,72	€ 1,09
MTBF*/Haltbarkeit	2,0 Mio. Stunden	2,5 Mio. Stunden	1,2 Mio. Stunden (bis 72 TByte Schreibleistung)	2,4 Mio. Stunden
Firmware Testmuster	1.5	R201	000F	1.00
SSD-Controller	Indilinx Everest 2 (IDX400, Marvell-basiert)	Sandforce SF-2281	Marvell 88SS9174	Marvell 88SS9187
Flash-Chips	16x 128 GBit MLC-NAND (Intel, 25nm, ONFI-DDR)	ONFI-DDR MLC-NAND (keine näheren Angaben)	4x 512 GBit MLC-NAND (Micron, 25 nm, ONFI)	8x 128 GBit MLC-NAND (Toshiba, 27nm, Toggle-DDR)
DRAM-Cache	512 MiB DDR3-RAM (2x 256)	-	128 MiB DDR3-1333-RAM (1x 128)	256 MiB DDR3-1333-RAM (1x 256)
Ausstattung (20 %)	1,88	2,64	2,58	1,83
Formatierte Kapazität (GiByte)	238,47	223,57 GiByte	238,47	119,24
Herstellergarantie	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Zubehör/Besonderheiten	Einbaurahmen, Schraubenset	Aufkleber	-	Einbaurahmen, Schraubenset; 7 Millimeter Bauhöhe
Eigenschaften (20 %)	2,06	1,84	2,48	1,91
Schnittstelle	SATA 6 GBit/s	SATA 6,0 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s
NAND-Typ	MLC	MLC	MLC	MLC
Trim-Unterstützung/int. Garbage Collect.	Ja/Ja	Ja/Ja	Ja/Ja	Ja/Ja
Echtzeit-Verschlüsselung	Ja	Ja	Nein	Ja
Leistungsaufn. Leerlauf/max. Schreiben	1,3/3,1 Watt	0,9/3,0 Watt	0,5/4,0 Watt	0,5/3,6 Watt
Leistung (60 %), siehe Benchmarks/EKF	1,42	1,86	2,11	1,51
FAZIT	- Sehr gute Leistung im Praxistest - Niedriger Stromverbrauch unter Last aber nicht im Leerlauf	- Günstiger Preis - Für die Hardware-Komponenten typische Performance	- Extrem kleine Bauweise - Kaum Aufpreis zur 2,5-Zoll-Version - Gute Praxisleistung	- Sehr gute Performance - Lange Garantie (5 Jahre) - Hoher Preis
	Wertung: 1,68	Wertung: 1,72	Wertung: -**	Wertung: 1,65

* Herstellerangabe, „Mean Time Between Failures“, durchschnittliche Anzahl an Betriebsstunden bis zum Ausfall; theoretischer Wert
** Ohne Wertung, da aufgrund der M-SATA-Bauweise nicht vergleichbar

WERBUNG


16 RAM-Kits für gehobene Ansprüche im Test

Hochleistungsspeicher

In den letzten Monaten sind eine Vielzahl von High-End-Kits mit Taktraten ab DDR3-1866 erschienen, die zum Teil das Vielfache von günstigen DDR3-Modulen kosten – lohnt sich der Aufpreis?

Der im Frühjahr von einigen Branchen-Insidern angekündigte Preisanstieg bei Speicherchips ist ausgeblieben; im Gegenteil, die Preise sind sogar noch ein wenig gefallen: 8-GiByte-Pärchen sind mittlerweile für 30 Euro erhältlich, wer sich mit 2 x 2 GiByte begnügt, hat bereits für 20 Euro einige Modelle zur Auswahl. Bei diesen Niedrigpreisen dürfen Sie aber keine Wunder erwarten: Kühlkörper haben die meisten Speicherriegel nicht und garantiert wird lediglich ein DDR3-1333-Betrieb mit entspannten Timings.

Klotzen, nicht kleckern

Damit können es die Preisbrecher in keiner Weise mit den Testmustern dieser Marktübersicht aufnehmen, die ihren höheren Pro-GiByte-Preis durch einige Besonderheiten ausgleichen: Aufwendige Kühlkörper, Beleuchtung, Taktraten bis DDR3-2666 und einzelne Riegel mit

8 GiByte Kapazität sind Eigenschaften, mit denen die getesteten Produkte glänzen können und die eine nähere Betrachtung wert sind. Die Testmuster stammen von den jeweiligen Herstellern beziehungsweise zuständigen PR-Agenturen. Die Kits der Hersteller Avexir, Mach Xtreme Technology und Teamgroup haben wir über Caseking bezogen.

So testen wir

Neben Ausstattungsmerkmalen und den spezifizierten Werten fließen auch Eigenschaften wie die Höhe der Module oder ein sauber programmiertes XMP-Profil in die Wertung ein. Am wichtigsten ist allerdings, was die DDR3-Riegel in der Praxis leisten: Mit Prime 95 Blend testen wir bei fünf (statt vormals zwei) Taktraten, nämlich DDR3-1333/1600/1866/2133/2400, die niedrigsten stabilen Latenzen aus. Dabei gehen wir schrittweise vor und senken paarweise die CAS- und

die RP-Latenz um eine Stufe und – sofern das System stabil läuft – die RCD-Latenz um eine sowie die RAS-Latenz um drei Stufen. Beispiel: 9-9-9-27, dann 8-9-8-27, dann 8-8-8-24 und so weiter. Die Spannung beträgt dabei stets nur 1,5 Volt, was eine Herausforderung für die High-End-Sticks darstellt, die häufig für 1,65 Volt ausgelegt sind. Details zum Testsystem und der Temperaturmessung, deren Werte aufgrund von Schwankungen nicht in die Endnote einfließen, erfahren Sie im Extrakasten auf der nächsten Seite.

Die Leistungsspitze

Ein Blick in die Testtabelle verrät: Nur wenige Produkte sind bei einer niedrigen Spannung von 1,5 Volt für 1.200 MHz (DDR3-2400) geeignet. Dazu zählen beide Dominator-Platinum-Kits mit 16 GiByte, die zusammen mit dem Trident-X-Pärchen (2 x 4 GiByte) bei diesem Takt die besten Latenzen 11-11-11-33 schaf-

fen. Das ist bemerkenswert, da es sich bei den Corsair-Riegeln um ein Set aus vier Modulen handelt und bereits ein minderwertiger Stick das Testergebnis ruinieren könnte. Ähnlich gute Resultate sind mit den zwei 4-GiByte-Riegeln Adata XPG Gaming Series V2.0 (11-12-11-36) und Kingston Hyper X Predator (12-12-12-36) möglich.

Kühlung

Angesichts der mitunter sehr ausladenden Kühlkonstruktionen könnte man vermuten, dass die Temperaturentwicklung aktueller DDR3-Sticks ein großes Problem darstellt. Unsere Ergebnisse weisen aber auf das Gegenteil hin: Mit ermittelten Temperaturen zwischen 30,2 und 39,2 °C nach Dauerlastung sind hitzebedingte Ausfälle nicht zu erwarten. Die Werte zeigen auch, dass von der Komplexität der Kühlkonstruktion nicht automatisch auf die resultierenden



Starcraft 2: DDR3-2666 bringt bis zu 11 Prozent

4,5 GHz, v1.5.2 – „2 on 2 MP replay“, max. Details, DX9

DDR3-2666, 10-12-12-31	26	58,8 (+11 %)
DDR3-1333, 9-9-9-27	26	52,9 (Basis)

3,5 GHz, v1.5.2 – „2 on 2 MP replay“, max. Details, DX9

DDR3-2666, 10-12-12-31	26	49,0 (+9 %)
DDR3-1333, 9-9-9-27	26	44,8 (Basis)

System: 2 x 4 GiByte, Core i7-3770K, Turbo deaktiviert, Asus Maximus V Extreme, Geforce GTX 580; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.02 **Bemerkungen:** Der verdoppelte RAM-Takt bringt bis zu 6 Fps, ohne Übertaktung ist der Unterschied etwas geringer.

Min. | Ø Fps
► Besser

7-Zip: Hoher RAM-Takt bei CPU-OC wirkungsvoll

4,5 GHz, v9.20, Komprimierung

DDR3-2666, 10-12-12-31	25.670 (+12 %)
DDR3-1333, 9-9-9-27	22.999 (Basis)

3,5 GHz, v9.20, Komprimierung

DDR3-2666, 10-12-12-31	20.235 (+6 %)
DDR3-1333, 9-9-9-27	19.091 (Basis)

System: 2 x 4 GiByte, Core i7-3770K, Turbo deaktiviert, Asus Maximus V Extreme, Geforce GTX 580; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.02 **Bemerkungen:** Erst nach Übertaktung der CPU kommt das System richtig in Schwung; Hoher RAM-Takt bringt dann doppelt so viel.

KB/s
► Besser

Temperaturen geschlossen werden kann.

Die Trident-X-Kühlung ist beispielsweise zwar massiv, aber sehr simpel gehalten. Die gemessenen 32,4 °C zählen aber zu den niedrigsten Werten im Testfeld. Die Armor-Kühlkörper von Mach Xtreme Technology sind hingegen sehr filigran und bestehen am oberen Ende aus zehn übereinander liegenden Lamellen. Mit gemessenen 33,2 °C ist die Kühlleistung zwar kaum geringer (die von der Lüftersteuerung angezeigten Werte schwanken ohnehin etwas), angesichts der vergleichsweise aufwendigen Konstruktion aber ernüchternd. Völlig zu vernachlässigen ist das Thema Kühlung dennoch nicht: In einem geschlossenen Gehäuse – erst recht bei sommerlichen Temperaturen – ist die Umgebungstemperatur deutlich höher als die von uns auf 20 °C normierte Lufttemperatur. Sollten Sie dann noch mit erhöhten RAM-Spannungen arbeiten, werden die Chips deutlich wärmer.

Nebenschauplätze

Wie Sie dem Extrakasten auf der nächsten Seite entnehmen können, sind mehrere Module mit einer Beleuchtung ausgestattet, die für Besitzer eines PCs mit Fenster im Seitenteil besonders interessant sind. Corsair setzt bei den Dominator-Platinum-Riegeln auf eine dezente und eher indirekte Beleuchtung. Da sich die Leuchtröhre unter den Me-

tallbügeln des Kühlkörpers befindet, werden die Module von oben angestrahlt, während die Leuchtquelle selbst aus einem normalen Betrachtungswinkel nicht zu sehen ist. Sollten Sie andere Leuchtmittel wie LED-Lüfter oder Kaltlichtkathoden im Rechner haben, verpufft der Effekt aber sehr leicht: In diesem Fall werden die Corsair-Riegel überstrahlt.

Dies kann mit den DDR3-2400-Sticks von Avexir nicht passieren, denn die Leuchtintensität ist deutlich höher. Außerdem strahlen die Röhren am oberen Ende des kompakten Kühlkörpers nicht permanent, sondern leuchten alle paar Sekunden auf und sind dazwischen inaktiv. Kaum zu übersehen sind die Crucial Ballistix Tactical Tracer mit hellen LEDs. Diese werden (im Leerlauf) nicht nur nach der Reihe kurz aktiviert, sondern zeigen auch die Auslastung der Speicherriegel an: Je mehr RAM vom System gerade genutzt wird, desto mehr LEDs erhellen den PC-Innenraum. Schade: Anders als auf der Packung angegeben, leuchtet unser Testmuster nur grün und nicht rot und grün.

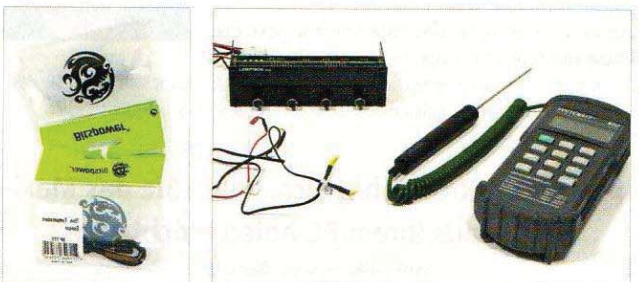
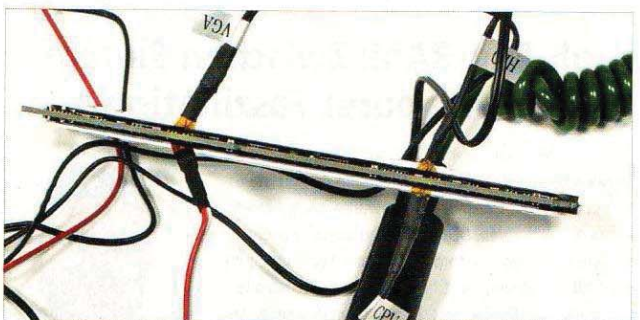
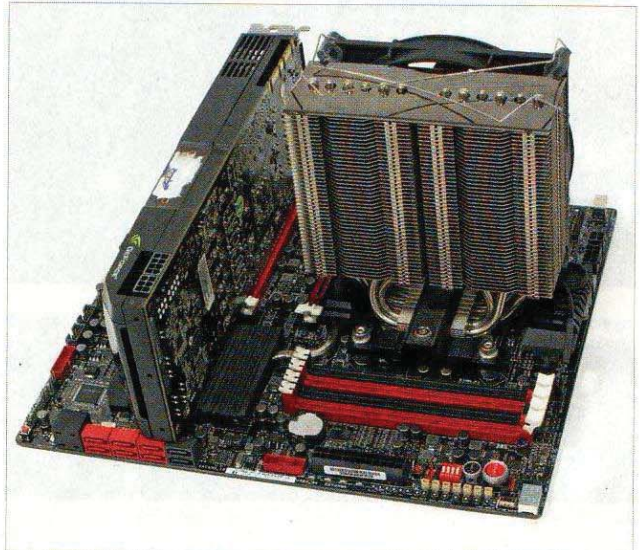
Alle drei Corsair-Produkte in dieser Marktübersicht zeichnen sich durch eine weitere Besonderheit aus: Ein Anschluss an der Seite der Platine kann mit dem separat erhältlichen Aufsatz Airflow Pro verbunden werden, der nicht nur eine Aktivkühlung bietet, sondern

Testplattform und Messmethode

Ein neues Testsystem mit Ivy-Bridge-CPU sorgt dafür, dass wir auch High-End-Module ans Limit treiben können.

Der von uns verwendete Core i7-3770K ist im Zusammenspiel mit dem Asus Maximus V Extreme für einen stabilen DDR3-2666-Betrieb mit 4 x 4 GiByte in der Lage. Unser in Ausgabe 04/2012 genutztes Bulldozer-System war leider bereits bei DDR3-2133 bzw. nach einem CPU-Wechsel bei DDR3-2400 am Limit.

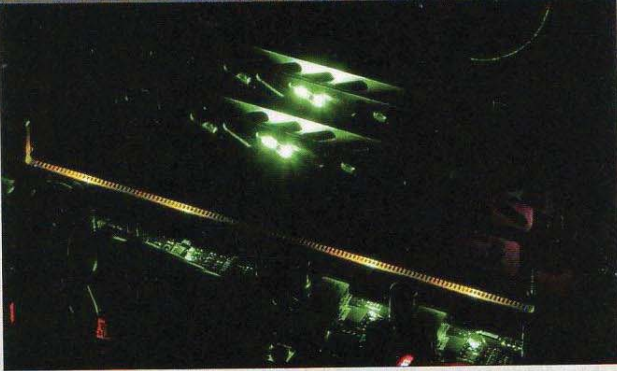
Die Temperaturmessung erfolgt stets mit einem Riegel im DDR3-1333-Modus bei 1,50 Volt und den Hauptlatenzen 9-9-9-27. Hierfür stecken wir vier Messfühler unter die Kühlbleche eines Speicherriegels und lesen die Werte an der Lüftersteuerung Lampron FC-6 ab. Bei einseitig bestückten Modulen wie den Dominator-GT-Riegeln begnügen wir uns mit zwei Sensoren. Die Sticks erhalten ein wenig Frischluft durch einen Be quiet Silent Wings 2 im 140-mm-Format, der von der Kühler-Rückseite durch die Lamellen des Prolimatech Armageddon bläst (und mit improvisierten Befestigung aufwarten kann). Bei den Messführern handelt es sich um die Modelle Bitspower Thin Temperature Sensor, die bei Caseking für 3,50 Euro pro Stück bestellt werden können. Positiv überrascht hat uns die Haltbarkeit der Fühler: Trotz der bei dieser Messmethode hohen mechanischen Beanspruchung – die Fühler kleben oft am Heatspreader fest und müssen durch Ziehen davon gelöst werden – ist während des Tests kein Sensor ausgefallen.



RAM-Beleuchtung im Vergleich

Alle Bilder wurden in einem dunklen Raum aufgenommen. Die Helligkeit fällt von den Crucial-Sticks über die Avexir-Module zu den Corsair-Riegeln hin ab.

Crucial Ballistix Tactical Tracer: Beleuchtung abhängig von der Aktivität



Avexir Core Series: Beleuchtung pulsiert alle paar Sekunden.



Corsair Dominator Platinum: dezentes Dauerleuchten



High-End-RAM: Zwischen Sinnlosigkeit und purer Faszination

Für 16 GiByte (oder mehr) haben Spieler derzeit keine Verwendung, selbst 4 GiByte reichen in den meisten Fällen problemlos aus. Beim Takt würde ich nur erfahrenen Nutzern raten, DDR3-2133 zu überschreiten: Höhere Taktraten überfordern mitunter Fein-Tuning im BIOS/UEFI und sind nicht für jeden Speichercontroller eine Selbstverständlichkeit. Es war beeindruckend, 16 GiByte DDR3-2666-RAM mal in Aktion zu erleben – da hat es mich stark in den Übertakterfingern gejackt, eine Pause vom Testen einzulegen und zu versuchen, einen möglichst hohen Takt zu erreichen. Daher: High-End-RAM lohnt sich, wenn Sie das Maximum aus Ihrem PC holen möchten, aber nicht aus Preis-Leistungs-Sicht.



»High-End-RAM lohnt sich, wenn Sie das Maximum aus Ihrem PC holen möchten.«

Stephan Wilke, Fachbereich Overclocking

auch die Auslastung und Temperatur mittels LED anzeigen kann. Der Aufsatz kostet allerdings 45 Euro.

Preis-Leistungs-Verhältnis

Ein Grundproblem haben alle Testprobanden: Ihr Pro-GiByte-Preis ist relativ hoch. Knallharte Sparfüchse sollten daher den eingangs erwähnten Speicherriegeln den Vorzug geben, bei denen ein GiByte für unter 4 Euro zu haben ist. Dennoch hat es für ein Kit zu einem Spar-Tipp-Award gereicht: Das Teamgroup Xtrem LV zählt mit 45 Euro zu den günstigsten DDR3-2133-Kits mit 2 x 4 GiByte am Markt und punktet darüber hinaus mit Tuning-Reserven bei der niedrigen Standardspannung von 1,5 Volt: 10-10-10-30 liefen im DDR3-2133-Test stabil. Auch die Kühlleistung ist überdurchschnittlich, sodass es Teamgroup schafft, für einen überschaubaren Aufpreis einen deutlichen Mehrwert gegenüber Tiefpreis-Produkten zu bieten.

Schneller Speicher sinnlos?

Immer wieder ist in einschlägigen Foren zu lesen, dass „High-End-RAM nichts bringt“. Eine solche Aussage lässt Differenzierung vermissen und ist schlicht falsch. Klar ist: Wichtig ist vor allem die Speichermenge. Hoher Speichertakt und niedrige Latenzen nutzen nur dann etwas, wenn keine Daten auf die Festplatte oder SSD ausgelagert werden müssen – deren Zugriffszeit und Transferrate können es nicht mit DDR3-RAM aufnehmen. Greifen Sie im Zweifelsfall also lie-

ber zu einem Kit mit einer höheren Speichermenge und gewöhnlichen Eckdaten als zu einem Produkt mit hoher Taktfrequenz, aber geringer Kapazität.

Stimmt die Speichermenge, bringt High-End-RAM trotz immer größerer und schnellerer CPU-Caches auch bei aktuellen Systemen wie unserem Sockel-1155-Testsystem mit Core i7-3770K ordentliche Leistungszuwächse: In *Starcraft 2* und *7-Zip* haben wir im DDR3-2666-Betrieb gegenüber DDR3-1333-Takt eine Leistungssteigerung um 9 beziehungsweise 6 Prozent gemessen. Nach einer Übertaktung der CPU von 3,5 auf 4,5 GHz fallen die Unterschiede noch größer aus: 11 Prozent mehr Fps in *Starcraft 2* und eine 12 Prozent höhere Komprimierungsgeschwindigkeit in *7-Zip* sind der Lohn des verdoppelten RAM-Takts. Der Unterschied ist nicht nur mess-, sondern auch wahrnehmbar.

Interessant: Der Fps-Unterschied zwischen dem DDR3-1333-Betrieb und dem DDR3-2666-Modus bei 3,5 GHz ist größer als der Unterschied zwischen dem DDR3-2666-Setup mit 3,5 GHz Kerntakt und dem DDR3-1333-PC nach Übertaktung der CPU auf 4,5 GHz! CPU-Übertakter erhalten durch High-End-RAM also einen größeren Leistungszuwachs als Nicht-Übertakter. Ursächlich ist, dass ein übertakteter Prozessor mehr Daten in der gleichen Zeit verarbeiten kann und bei Übertaktung des RAM-Controllers

Kühlleistung: Alle Module bleiben kühl genug

Prime 95 Blend, DDR3-1333, 9-9-9-27, 1,50 Volt

Dominator GT (DDR3-2400)	30,2
Dominator Platinum (DDR3-2133)	32,0
G.Skill Trident X (DDR3-2400)	32,4
Teamgr. Xtrem LV (DDR3-2133)	32,5
Hyper X Predator (DDR3-2666)	32,7
Intel Extreme M. (DDR3-2133)	33,1
Mach Xtreme Armor (DDR3-2133)	33,2
GEIL Evo Veloce (DDR3-2133)	33,2
Dominator Platinum (DDR3-2666)	33,5
Hyper X Predator (DDR3-2400)	33,8
XPG Gaming v2.0 (DDR3-2400)	35,1
Ballistix Tact. Tracer (DDR3-1866)	35,6
XPG Xtreme Series (DDR3-2133)	35,6
G.Skill Ripjaws X (DDR3-2133)	36,3
Avexir Core Series (DDR3-2400)	36,6
GEIL Evo Leggera (DDR3-1866)	39,2

System: Core i7-3770K, Asus Maximus V Extreme, Geforce GTX 580; Win 7 x64 SP1; Lufttemperatur auf 20 °C normiert. **Bemerkungen:** Am kühlsen bleiben die einseitig bestückten Dominator-GT-Riegel, ziemlich warm wird dafür das Evo-Leggera-Kit von GEIL.

°C
Besser

(der bei Ivy-Bridge-CPU's direkt an den Kerntakt gekoppelt ist) auch dieser Flaschenhals geweitet wird.

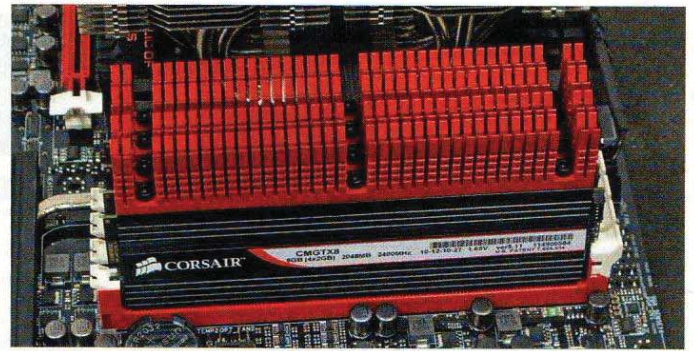
Einstecken und ab geht's?

Leistungsfähiger Arbeitsspeicher allein reicht nicht, um hohe Taktraten nutzen zu können. Eine entscheidende Rolle spielt der RAM-Controller des Prozessors, der die maximal nutzbare Taktrate vorgibt. Mit zwei FX-8150-Prozessoren war es beispielsweise nicht möglich, das System überhaupt im DDR3-2666-Modus zu starten, DDR3-2400 war nur mit einem Exemplar bei erhöhter CPU-NB-Spannung möglich. Ähnlich verhält es sich auch mit aktuellen Intel-Systemen: Sowohl mit Sandy-Bridge-(Extreme-) als auch mit Ivy-Bridge-Prozessoren ist ein stabiler Betrieb bei 1.200 MHz (DDR3-2400) oder gar noch höheren Taktraten keine Selbstverständlichkeit, die von jedem System erwartet werden kann!

Je mehr Sticks mit hoher Kapazität zum Einsatz kommen, desto geringer ist die Chance, selbst mit angehobener RAM-Controller-Spannung sehr hohe Taktraten zu erreichen. Leider gibt es keine zuverlässige

Möglichkeit, vor dem RAM-Kauf die Güte des Speichercontrollers zu verlässlich zu testen. Die Herstellerangaben sind nicht aussagekräftig: AMD und Intel spezifizieren ihre aktuellen Prozessoren maximal für DDR3-1600, eine Ausnahme sind Llano-Systeme mit einer Freigabe für DDR3-1866. Falls Sie stressfrei flotten Speicher betreiben möchten, raten wir Ihnen zu DDR3-2133-Kits: Diese Taktfrequenz ist oft ohne Anpassung der RAM-Controller-Spannung möglich, außerdem gibt es auch passende Teiler dafür, was zum Beispiel bei DDR3-2666 nicht immer der Fall ist.

Falls es trotzdem hakt, muss nicht immer der Speichercontroller Schuld sein: Bei drei Modulen gelang es uns zunächst nicht, den Latenz-Test im DDR3-1866-Modus durchzuführen. Da die Testmuster (G.Skill Trident X DDR3-2400, Adata XPG Gaming Series V2.0 DDR3-2400, Kingston Hyper X Predator DDR3-2666) für höhere Taktraten spezifiziert sind und allesamt auch mit den Teilern für DDR3-2133 und DDR3-2400 einwandfrei funktionierten, konnte es sich nicht um ein Qualitätsproblem handeln. Wir ver-



Der hohe Kühlkörper der Dominator-GT-Sticks lässt sich bei Bedarf abnehmen, wodurch die Höhe von 6,4 auf 4,3 Zentimeter sinkt.

muteten, dass die vom Mainboard im DDR3-1866-Betrieb automatisch eingestellten Subtimings zu aggressiv sind. Abhilfe schaffte das Laden des im UEFI hinterlegten Profils „Medium 2x4GB Samsung“, bei dem die Werte einiger Subtimings gegen etwas entspanntere Werte ausgetauscht wurden. Anschließend liefen alle drei Testmuster problemlos mit den Hauptlatenzen 9-9-9-27 bei 1,50 Volt. Sollte das von Ihnen erworbene Speicherkit auf Anhieb also nicht so laufen wie erhofft, dann sind die Subtimings einen Blick wert. (sw)

Fazit

Hardware

High-End-RAM im Test

Mit den Dominator-Platinum-Kits hat Corsair sehr leistungsfähige, aber auch teure Module im Rennen. Preislich interessanter ist G.Skill's Trident-X-Kit, das vergleichbare Leistungswerte erreicht. Teamgroup liefert das High-End-Kit mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis: Für 45 Euro gibt es 2 x 4 GiByte und Oberklasse-Leistung zum (Beinahe)-Low-Budget-Preis. Schön: Selbst die Kits auf den hinteren Positionen sind für sich genommen empfehlenswert.

DDR3-RAM

Auszug aus Testtabelle mit 18 Wertungskriterien

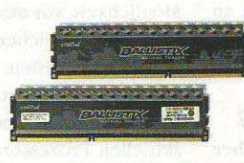
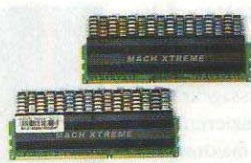


Produkt	Dominator Platinum	Dominator Platinum	Trident X	XPG Gaming Series V2.0
Hersteller (Website)	Corsair (corsair.com)	Corsair (corsair.com)	G.Skill (gskill.com)	Adata (adata-group.com)
Produktnummer	CMD16GX3M4A2666C10 (ver4.13)	CMD16GX3M4A2133C9 (ver4.13)	F3-2400C10D-8GTX	AX3U2400GC4G10-DG2
PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/795695	www.pcg.de/preis/805440	www.pcg.de/preis/764626	www.pcg.de/preis/836861
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 420,- (Corsair Webshop)/ausreichend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 75,-/gut	Noch nicht erhältlich
Preis pro GiByte	Ca. € 26,25	Ca. € 14,38	Ca. € 9,38	Entfällt
Speichertyp	4 x 4 GiByte DDR3-2666	4 x 4 GiByte DDR3-2133	2 x 4 GiByte DDR3-2400	2 x 4 GiByte DDR3-2400
Ausstattung (20 %)	1,71	1,71	2,00	2,01
Kühlkörper	Große Kühlrippen	Große Kühlrippen	Große Kühlrippen	Große Kühlrippen
Besondere Ausstattung	Beleuchtung, Link-Anschluss	Beleuchtung, Link-Anschluss	G.Skill-Aufkleber	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung
Eigenschaften (20 %)	2,54	2,77	2,69	2,68
Kapazität	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	DDR3-2666, 10-12-12-31, 1,65 Volt	DDR3-2133, 9-11-10-30, 1,50 Volt	DDR3-2400, 10-12-12-31, 1,65 Volt	DDR3-2400, 10-13-13-31, 1,65 Volt
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-2666	DDR3-2133	DDR3-2400	DDR3-2400
Vom Hersteller garantierte Latenzen	10-12-12-31	9-11-10-30	10-12-12-31	10-12-12-31
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,65 Volt	1,65 Volt	1,65 Volt	1,65 Volt
Temperatur (Prime 95, DDR3-1333, 9-9-9-27, 1,65 Volt)***	33,5 °C	32,0 °C	32,4 °C	35,1 °C
Höhe mit Kühler	5,5 cm	5,5 cm	5,3 cm	4,8 cm
Breite mit Kühler	0,9 cm	0,9 cm	0,9 cm	0,8 cm
Leistung (60 %)**	2,45	2,50	2,45	2,50
Stabile Latenzen (DDR3-1333, 2T, 1,50 V)*	7-7-7-21	7-7-7-21	6-7-6-21	6-7-6-21
Stabile Latenzen (DDR3-1600, 2T, 1,50 V)*	7-8-7-24	8-8-8-24	8-8-8-24	8-8-8-24
Stabile Latenzen (DDR3-1866, 2T, 1,50 V)*	9-9-9-27	9-9-9-27	9-9-9-27****	9-9-9-27****
Stabile Latenzen (DDR3-2133, 2T, 1,50 V)*	10-10-10-30	10-10-10-30	10-10-10-30	10-10-10-30
Stabile Latenzen (DDR3-2400, 2T, 1,50 V)*	11-11-11-33	11-11-11-33	11-11-11-33	11-12-11-36
	16 GiByte Kapazität, Beleuchtung - DDR3-2666 garantiert - Hoher Kühlkörper, P/L-Verhältnis	16 GiByte Kapazität, Beleuchtung - DDR3-2400 stabil, gute Kühlung - Hoher Kühlkörper, P/L-Verhältnis	- DDR3-2400 garantiert & bei 1,5 V stabil - Gute Kühlung, P/L-Verhältnis - Hoher Kühlkörper	- DDR3-2400 garantiert & bei 1,5 V stabil - Hoher Kühlkörper - Nur durchschnittliche Kühlleistung
FAZIT	Wertung: 2,32	Wertung: 2,40	Wertung: 2,41	Wertung: 2,44

* System: Core i7-3770K, Asus Maximus V Extreme (UEFI 0704) ** Die erreichten Werte können je nach Kit variieren. *** Tatsächliche Temperatur, normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte **** Mit RAM-Profil „Medium 2x4GB Samsung“ erzielt; RAM sonst instabil

DDR3-RAM

Auszug aus Testtabelle
mit 18 Wertungskriterien

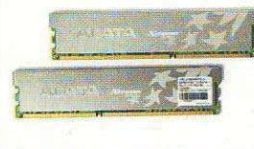
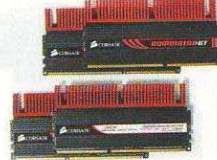
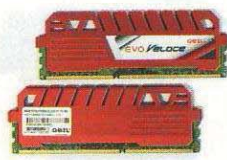


Produkt	Hyper X Predator	Armor	Ballistix Tactical Tracer	Evo Leggera
Hersteller (Website)	Kingston (kingston.com)	Mach Xtreme Technology (mx-technology.com)	Crucial (crucial.com)	GEIL (geil.com.tw)
Produktnummer	KHX26C11T2K2/8X	MXD3AR21334GK	BLT2CP4G3D1869DT2XRGCEU	GEL316GB1866C10DC
PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/825745	www.pcg.de/preis/566754	www.pcg.de/preis/757945	www.pcg.de/preis/808530
Preis/Preis-Leistungsverhältnis	Noch nicht erhältlich	Ca. € 55,-/befriedigend	Ca. € 60,-/gut	Ca. € 110,-/gut
Preis pro GiByte	Entfällt	Ca. € 13,75	Ca. € 7,50	Ca. € 6,88
Speichertyp	2 x 4 GiByte DDR3-2666	2 x 2 GiByte DDR3-2133	2 x 4 GiByte DDR3-1866	2 x 8 GiByte DDR3-1866
Ausstattung (20 %)	2,08	2,06	1,86	2,11
Kühlkörper	Grobe Kühlrippen	Feine Kühlrippen	Standard-Heatspreader	Standard-Heatspreader
Besondere Ausstattung	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Beleuchtung	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	Takt, CAS-Latenz, Spannung	Takt, Latenzen	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung
Eigenschaften (20 %)	2,60	3,07	2,78	2,49
Kapazität	4.096 MiByte pro Modul	2.048 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul	8.192 MiByte pro Modul
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	DDR3-2666, 11-13-13-32, 1,65 Volt	DDR3-2133, 9-11-9-27, 1,65 Volt	DDR3-1866, 9-9-9-27, 1,50 Volt	DDR3-1866, 10-10-10-32, 1,50 Volt
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-2666	DDR3-2133	DDR3-1866	DDR3-1866
Vom Hersteller garantierte Latenzen	11-13-13-32	9-11-9-27	9-9-9-27	10-10-10-32
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,65 Volt	1,65 Volt	1,50 Volt	1,50 Volt
Temperatur (Prime 95, DDR3-1333, 9-9-9-27, 1,65 Volt)***	32,7 °C	33,2 °C	35,6 °C	39,2 °C
Höhe mit Kühler	5,4 cm	5,3 cm	3,5 cm	3,1 cm
Breite mit Kühler	0,8 cm	0,9 cm	0,7 cm	0,8 cm
Leistung (60 %)**	2,55	2,55	2,80	2,85
Stabile Latenzen (DDR3-1333, 2T, 1,50 V)*	6-7-6-21	6-6-6-18	6-6-6-18	7-7-7-21
Stabile Latenzen (DDR3-1600, 2T, 1,50 V)*	8-8-8-24	7-8-7-24	7-8-7-24	8-8-8-24
Stabile Latenzen (DDR3-1866, 2T, 1,50 V)*	9-9-9-27****	8-9-8-27	9-9-9-27	9-9-9-27
Stabile Latenzen (DDR3-2133, 2T, 1,50 V)*	10-10-10-30	9-10-9-30	11-12-11-36	10-11-10-33
Stabile Latenzen (DDR3-2400, 2T, 1,50 V)*	12-12-12-36	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich
	- DDR3-2666 garantiert, gute Kühlung - DDR3-2400 bei 1,5 V stabil - Hoher Kühlkörper	- Relativ gute Latenzen möglich - Nur 2 x 2 GiByte, P/L-Verhältnis - Hoher Kühlkörper	- Beleuchtung, niedriger Kühlkörper - P/L-Verhältnis, DDR3-2133 stabil - Nur DDR3-1866 garantiert	16 GiByte Kapazität, niedriger Kühler - Wird relativ warm - Nur DDR3-1866 garantiert
FAZIT	Wertung: 2,47	Wertung: 2,56	Wertung: 2,61	Wertung: 2,63

* System: Core i7-3770K, Asus Maximus V Extreme (UEFI 0704) ** Die erreichten Werte können je nach Kit variieren. *** Tatsächliche Temperatur, normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte **** Mit RAM-Profil „Medium 2x4GB Samsung“ erzielt; RAM sonst instabil

DDR3-RAM

Auszug aus Testtabelle
mit 18 Wertungskriterien



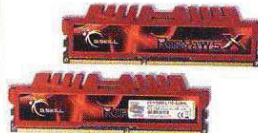
Produkt	Xtrem IV	Evo Veloce	Dominator GT	XPG Xtreme Series
Hersteller (Website)	Teamgroup Inc. (teamgroup.com.tw)	GEIL (geil.com.tw)	Corsair (corsair.com)	Adata (adata-group.com)
Produktnummer	TXD38G2133HC11DC01	GEV316GB2133C10ADC	CMGT8 (ver 5.11)	AX3U2133XW8G10-2X
PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/815197	www.pcg.de/preis/800115	Nicht gelistet	www.pcg.de/preis/771042
Preis/Preis-Leistungsverhältnis	Ca. € 45,-/sehr gut	Noch nicht erhältlich	Ca. € 310,- (Corsair Webshop)/mangelhaft	Ca. € 200,-/befriedigend
Preis pro GiByte	Ca. € 5,63	Entfällt	Ca. € 38,75	Ca. € 12,50
Speichertyp	2 x 4 GiByte DDR3-2133	2 x 8 GiByte DDR3-2133	4 x 2 GiByte DDR3-2400	2 x 8 GiByte DDR3-2133
Ausstattung (20 %)	2,01	2,06	1,91	2,11
Kühlkörper	Grobe Kühlrippen	Kühler mit Schläufen	Grobe Kühlrippen, Aufsatz abnehmbar	Standard-Heatspreader
Besondere Ausstattung	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Link-Anschluss	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung
Eigenschaften (20 %)	2,75	2,38	2,99	2,42
Kapazität	4.096 MiByte pro Modul	8.192 MiByte pro Modul	2.048 MiByte pro Modul	8.192 MiByte pro Modul
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	DDR3-2133, 11-11-11-28, 1,50 Volt	DDR3-2133, 10-11-11-30, 1,50 Volt	DDR3-2400, 10-12-10-30, 1,65 Volt	DDR3-2133, 10-11-11-30, 1,65 Volt
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-2133	DDR3-2133	DDR3-2400	DDR3-2133
Vom Hersteller garantierte Latenzen	11-11-11-28	10-11-11-30	10-12-10-27	10-11-11-30
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,50 Volt	1,50 Volt	1,65 Volt	1,65 Volt
Temperatur (Prime 95, DDR3-1333, 9-9-9-27, 1,65 Volt)***	32,5 °C	33,2 °C	30,2 °C	35,6 °C
Höhe mit Kühler	5,3 cm	4,7 cm	6,4 cm (ohne Aufsatz: 4,3 cm)	3,1 cm
Breite mit Kühler	0,8 cm	0,7 cm	0,8 cm	0,7 cm
Leistung (60 %)**	2,80	2,95	2,85	3,05
Stabile Latenzen (DDR3-1333, 2T, 1,50 V)*	7-7-7-21	7-7-7-21	7-7-7-21	7-7-7-21
Stabile Latenzen (DDR3-1600, 2T, 1,50 V)*	8-8-8-24	8-8-8-24	8-8-8-24	8-9-8-27
Stabile Latenzen (DDR3-1866, 2T, 1,50 V)*	9-9-9-27	9-10-9-30	9-9-9-27	10-10-10-30
Stabile Latenzen (DDR3-2133, 2T, 1,50 V)*	10-10-10-30	11-11-11-33	10-11-10-33	11-11-11-33
Stabile Latenzen (DDR3-2400, 2T, 1,50 V)*	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich
	- Preis-Leistungs-Verhältnis - Bleibt kühl, niedrige Standardspannung - Hoher Kühlkörper	16 GiByte Kapazität, bleibt kühl - Niedrige Standardspannung - Hoher Kühlkörper	- DDR3-2400 garantiert, extrem kühl - Hoher Kühlkörper (aber: demontierbar) - Preis-Leistungs-Verhältnis	16 GiByte Kapazität - Niedriger Kühlkörper - Nur durchschnittliche Kühlleistung
FAZIT	Wertung: 2,63	Wertung: 2,66	Wertung: 2,69	Wertung: 2,74

* System: Core i7-3770K, Asus Maximus V Extreme (UEFI 0704) ** Die erreichten Werte können je nach Kit variieren. *** Tatsächliche Temperatur, normiert auf 20 °C Lufttemperatur – keine Delta-Werte



DDR3-RAM

Auszug aus Testtabelle
mit 18 Wertungskriterien



Produkt	Core Series	Ripjaws X	Intel Extreme Masters Limited E.	Hyper X Predator
Hersteller (Website)	Avexir (avexir.com)	G.Skill (gskill.com)	Patriot Memory (patriotmemory.com)	Kingston (kingston.com)
Produktnummer	AVD3U24001004G-2CI	F3-17000CL11D-8GBXL	PVI38G213C1K	KHX24C11T2K2/8X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/801185	www.pcgh.de/preis/639751	www.pcgh.de/preis/812373	www.pcgh.de/preis/825759
Preis/Preis-Leistungsverhältnis	Ca. € 100,-/befriedigend	Ca. € 50,-/gut	Ca. € 80,-/befriedigend	Ca. € 55,-/gut
Preis pro GiByte	Ca. € 12,50	Ca. € 6,25	Ca. € 10,-	Ca. € 6,88
Speichertyp	2 x 4 GiByte DDR3-2400	2 x 4 GiByte DDR3-2133	2 x 4 GiByte DDR3-2133	2 x 4 GiByte DDR3-2400
Ausstattung (20 %)	1,93	2,05	2,06	2,08
Kühlkörper	Standard-Heatspreader	Kühler mit Schläufen	Kühler mit Schläufen	Grobe Kühlrippen
Besondere Ausstattung	Beleuchtung	G.Skill-Aufkleber	Nicht vorhanden	Anleitung
Infos auf Aufkleber	Takt, CAS-Latenz, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, CAS-Latenz, Spannung
Eigenschaften (20 %)	2,67	2,74	2,74	2,74
Kapazität	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul	4.096 MiByte pro Modul
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	DDR3-2400, 10-12-12-31, 1,65 Volt	DDR3-2133, 11-11-11-30, 1,60 Volt	DDR3-2133, 11-11-11-27, 1,50 Volt	DDR3-2400, 11-13-13-30, 1,65 Volt
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-2400	DDR3-2133	DDR3-2133	DDR3-2400
Vom Hersteller garantierte Latenzen	10-12-12-31	11-11-11-30	11-11-11-27	11-13-13-30
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,65 Volt	1,50 (bis 1,60) Volt	1,50 Volt	1,65 Volt
Temp. (Prime 95, DDR3-1333, 9-9-9-27, 1,65 V)***	36,6 °C	36,3 °C	33,1 °C	33,8 °C
Höhe mit Kühler	3,6 cm	4,0 cm	4,2 cm	5,4 cm
Breite mit Kühler	0,8 cm	0,7 cm	0,8 cm	0,8 cm
Leistung (60 %)**	3,05	3,05	3,10	3,15
Stabile Latenzen (DDR3-1333, 2T, 1,50 V)*	7-7-7-21	7-7-7-21	7-8-7-24	7-8-7-24
Stabile Latenzen (DDR3-1600, 2T, 1,50 V)*	8-9-8-27	8-9-8-27	8-9-8-27	8-9-8-27
Stabile Latenzen (DDR3-1866, 2T, 1,50 V)*	9-10-9-30	10-10-10-30	9-10-9-30	10-10-10-30
Stabile Latenzen (DDR3-2133, 2T, 1,50 V)*	11-12-11-36	11-11-11-33	11-12-11-36	11-12-11-36
Stabile Latenzen (DDR3-2400, 2T, 1,50 V)*	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich
FAZIT	- DDR3-2400 garantiert - Beleuchtung - Nur durchschnittliche Kühlleistung	- Gutes P/A-Verhältnis - Niedrige Standardspannung - Nur durchschnittliche Kühlleistung	- Bleibt kühl - Hoher Kühlkörper - Scheitert knapp an Spezifikation	- DDR3-2400 garantiert - Hoher Kühlkörper - Nur entspannte Latenzen stabil
	Wertung: 2,75	Wertung: 2,79	Wertung: 2,82	Wertung: 2,85

* System: Core i7 3770K, Asus Maximus V Extreme (UEFI 0704) ** Die erreichten Werte können je nach Kit variieren. *** Tatsächliche Temperatur, normiert auf 20 °C Lüftertemperatur – keine Delta-Werte

ULTRASONE
THE headphone company



Signature

- Extra kraftvoller S-Logic Surround-Sound
- Verzerrungsfreie Klangpräzision
- Souveräne Schalldämpfung
- Bewegliche Ohrmuscheln für DJs
- ULE Technologie
- Glasplatte mit Spiegellogo
- Luxusleder Ohr- und Kopfpolsterung
- Austauschbares Kabel mit Mikro und Fernbedienung
- hochwertige Transportbox



www.ultrasone.com
www.ultrasone-fanpage.com

Leseprobe aus
Pad & Phone
02/2012

Jetzt am Kiosk oder unter
www.pcgh.de/go/padandphone



Bilder: Fabian Sawatzki

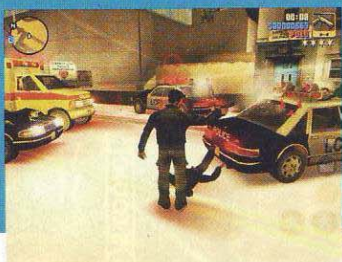
Chip-Schlacht

TEST Kernanzahl, Leistung pro Takt und Energieeffizienz sind nicht nur bei PCs wichtig. Mit Samsung Galaxy S3, HTC One X und One XL haben wir drei Android-Smartphones mit den stärksten Prozessoren verglichen.

Mythos: Kernskalierung

Seitdem Prozessoren mit mehreren Kernen für den privaten Anwender erhältlich sind, kursiert der Mythos, dass ein Prozessor mit gleichem Takt, aber doppelter Kernanzahl auch die doppelte Leistung zur Verfügung stellt. Das leuchtet ein, denn theoretisch sind ja doppelt so viele Recheneinheiten vorhanden, jedoch sieht die Praxis in den meisten Fällen anders aus.

Eine Anwendung muss nämlich auch für die Skalierung mit mehreren Kernen programmiert sein. Stehen dem Prozessor nicht verschiedene Threads zur gleichzeitigen Berechnung mit mehreren Kernen zur Verfügung, kann er die theoretische Zusatzleistung durch mehrere Kerne nur kaum oder gar nicht nutzen. Skaliert die Anwendung hingegen gut mit einer hohen Kernanzahl, können die Leistungsunterschiede zwischen beispielsweise Dualcore- und Quadcore-Prozessoren deutlich ausfallen. Wir konnten dies unter anderem bei *GTA III* beobachten. Eine tatsächliche Verdopplung der Leistung ist hingegen in der Praxis nahezu unmöglich.



Bei einem SoC (System on a Chip) werden in der Regel unter anderem Prozessor und Grafikchip vereint. Die derzeitigen SoC-Topmodelle mit ARM-Technik werden von Samsung mit dem Exynos 4412 (4 x 1,4-GHz-CPU, Mali-400-GPU), von Nvidia mit dem Tegra 3 (4 x 1,5-GHz-CPU, Geforce ULP-GPU) und von Qualcomm mit dem Snapdragon S4 (2 x 1,5-GHz-CPU, Adreno 225-GPU) gestellt. Diese kommen in den aktuellen High-End-Smartphones Samsung Galaxy S3, HTC One X und HTC One XL zum Einsatz.

Das iPhone 5 war zum Testzeitpunkt noch nicht verfügbar. Jedoch lässt es sich ohnehin nicht direkt vergleichen, da iOS und Android unterschiedlich mit der Hardware umgehen. Die Arbeitsleistung des iPhone 5 war jedoch beim ersten Ausprobieren sehr hoch.

In unserem Test haben wir für Sie überprüft, welcher SoC in Benchmarks sowie in der Praxis die besten Ergebnisse liefert. Neben unseren Standardtests (Vellamo und Browsermark) haben wir den Quadrant-Benchmark genutzt. Zudem haben wir die durchschnittliche Ladezeit anhand von drei Spielen ermittelt und die gefühlte Gaming- und Arbeitsleistung verglichen.

Samsung Exynos 4412 (Samsung Galaxy S3): Leistung satt!

In dem Exynos-SoC schlummert ein Quadcore-Prozessor mit einer Taktung von 1,4 GHz pro Kern. Dieser wird mit der Mali-400-Grafikeinheit kombiniert, die bereits aus dem Vorgänger Galaxy S2 bekannt ist. Im Galaxy S3 wurde die Taktrate jedoch auf 400 MHz angehoben – und diese Zusatzleistung lässt sich in zahlreichen Benchmarks und Praxistests feststellen. So liegt der

Exynos-SoC beispielsweise im GL-Benchmark 2.1.5 für Grafikleistung mit sage und schreibe 6.638 Frames (59 Fps) praktisch auf dem maximal erreichbaren Wert von 60 Fps. Auch im Browsermark, der die Web-Leistung bewertet, kann sich der Exynos 4412 mit 168.708 Punkten deutlich von der Konkurrenz absetzen. Darüber hinaus wird im Vellamo-Benchmark, der das Gerät mit zahlreichen praxisnahen Szenarien fordert, mit 2.073 Punkten ein sehr guter Wert erreicht.

Dieses Ergebnis bestätigt sich auch in der Praxis, denn weder mit dem Tegra 3 noch mit dem Snapdragon S4 fühlt sich das Arbeiten und Surfen so flüssig an. Der Exynos-SoC meistert Multitasking mit Bravour. Auch die Spieleleistung ist top: In den drei hardwarefordernden Spielen *GTA III*, *Shadowgun* und *Dead Trigger* ist die gefühlte Performance nirgendwo so hoch wie mit dem Exynos-Chip. Leider gibt es zurzeit noch keine Anwendung, um die Bildrate in Spielen messen zu können sowie die Aussage wissenschaftlich zu beweisen. Jedoch haben wir bei unserem Schwestermagazin PC Games Hardware durch die jahrzehntelange Erfahrung mit Spielen ein sehr gutes Feingefühl für die Bildrate entwickelt. Auch bei den Ladezeiten liegt der Samsung-Chip vorne: Im Schnitt werden Spiele eine Sekunde schneller geladen als bei der Konkurrenz, wenn gleich alle drei SoCs im Test mit 1.024 MiByte RAM ausgestattet sind.

Fazit: Auch wenn der Exynos nicht in allen Benchmarks vorne liegt, sind Arbeitsgeschwindigkeit und Spieleleistung der Konkurrenz überlegen.

Nvidia Tegra 3 (HTC One X): Der Tegra-Vorteil. Im Tegra-3-SoC von dem für seine Grafikchips bekannten Hersteller Nvidia wurden vier Kerne sowie ein sogenannter „Companion“-Kern integriert. Dieser wird für alle wenig fordernden Arbeiten genutzt; die vier schnelleren Kerne „schlafen“ dann, um Strom zu sparen. Zudem ist eine Geforce-ULP-Grafikeinheit integriert. Beim HTC One X stehen zudem 1.024

MiByte Arbeitsspeicher zur Verfügung. Ein großer Vorteil des Tegra-SoCs ist, dass es Spiele-Exklusivtitel gibt, die nur auf Geräten mit Tegra-Chip erhältlich sind. Zudem gibt es einige Titel, die mit Tegra-SoCs gespielt zusätzliche Effekte bieten. Auf der nachfolgenden Seite haben wir einige Vergleichsbilder zu diesem Thema für Sie zusammengestellt.

Der um 100 MHz höhere Takt des Tegra 3 im HTC One X im Vergleich zum Exynos-SoC von Samsung ermöglicht eine sehr gute Punktzahl und sogar den Gesamtsieg im Quadrant-Benchmark mit 5.928 Punkten. In den weiteren Benchmarks liegt der Nvidia-Chip bis auf den Vellamo-Benchmark von Qualcomm vor dem Snapdragon S4, aber hinter den Ergebnissen des Exynos-SoCs. Dennoch hat uns die Spieleleistung des Tegra 3 gut gefallen: In *GTA III* lag die Spieleperformance leicht hinter der des Exynos-SoCs, während das Niveau bei *Shadowgun* und *Dead Trigger* mit dem Qualcomm-SoC des One XL vergleichbar war. Allerdings gibt es bei den beiden letztgenannten Titeln auch zusätzliche Effekte und daher mehr Rechenarbeit für den Tegra 3. Die durchschnittliche Ladezeit bei den Spielen lag mit acht Sekunden knapp hinter dem Exynos-SoC – große Unterschiede wären aufgrund der Tatsache, dass alle drei SoCs im Test mit 1.024 MiByte Arbeitsspeicher ausgestattet sind, auch verwunderlich.

Fazit: Je nachdem, wie wichtig Ihnen die Exklusivspiele wie *Galaxy on Fire 2* und die zusätzlichen Effekte sind, sollten Sie sich für den Tegra 3 entscheiden. Ist Ihnen die Arbeitsleistung wichtiger, ist der Exynos vorne.

Qualcomm Snapdragon S4 (HTC One XL): Der starke Zweikerner. Beim Snapdragon S4 führt Qualcomm einen Zweikerner mit einer Taktung von 1,5 GHz mit der Adreno-225-Grafikeinheit auf einem Chip zusammen. Wie in dem Extrakasten auf der ersten Seite des Artikels erwähnt, müssen zwei statt vier Kerne nicht zwingend

Quadrant-Benchmark

Der Tegra-3-Chip ist womöglich dank höherer Taktraten im Vorteil. Die Ergebnisse liegen aber insgesamt nah beieinander.

BESSER ► Punkte	0	3.000	6.000
Tegra 3 (One X)			5.928,0 (+13 %)
Exynos 4412 (Galaxy S3)			5.472,0 (+4 %)
Snapdragon S4 (One XL)			5.237,0 (Basis)

Vellamo-Benchmark

Der Vellamo-Test wurde von Qualcomm entwickelt. Der Qualcomm-Chip liegt hier trotz zwei statt vier Kernen in Führung ...

BESSER ► Punkte	0	1.500	3.000
Snapdragon S4 (One XL)			2.409,0 (+17 %)
Exynos 4412 (Galaxy S3)			2.073,0 (+0 %)
Tegra 3 (One X)			2.064,0 (Basis)



Von außen sind HTC One X und HTC One XL nahezu identisch. Während in Ersterem aber der Quadcore-Chip Tegra 3 arbeitet, nutzt das One XL das Dualcore-Modell Snapdragon S4.



Die Optik von modernen Smartphone-Spielen hat mittlerweile ein hohes Niveau erreicht. So bietet beispielsweise der Shooter *Dead Trigger* eine hervorragende Optik und ist ein guter Leistungstest.

Browsermark

Die Web-Leistung des Exynos-Chips ist hervorragend. Das merkt man auch im Alltag beim Surfen. Wir haben stets den Standard-Browser verwendet.

BESSER ► Punkte	0	100.000	200.000
Exynos 4412 (Galaxy S3)			168.708 (+50 %)
Tegra 3 (One X)			120.208 (+7 %)
Snapdragon S4 (One XL)			112.099 (Basis)

Spiele-Ladezeiten

Obwohl alle drei Smartphones über die gleiche Menge an RAM verfügen, sind die Ladezeiten beim Exynos 4412 am kürzesten.

BESSER ◀ Sekunden	0	2	4	6	8	10
Exynos 4412 (Galaxy S3)						7,1 (-17 %)
Snapdragon S4 (HTC One XL)						8,3 (-3 %)
Tegra 3 (HTC One X)						8,6 (Basis)

ein schwerwiegender Nachteil sein. Sofern die Anwendung nicht darauf ausgelegt ist, haben vier Kerne keinen signifikanten Vorteil. So kommt es, dass der Snapdragon S4 zwar in fast allen Benchmarks das Schlusslicht bildet, aber nicht weit abgeschlagen hinter Exynos und Tegra 3 liegt, die beide mit vier Kernen aufwarten. Im Vellamo-Benchmark erreicht der Snapdragon-S4-SoC mit 2.409 Punkten sogar die höchste Punktzahl, aber es muss fairerweise gesagt werden, dass dieser Benchmark von Qualcomm entwickelt wurde. Erst im Praxistest mit den drei Spielen *GTA III*, *Shadowgun* und *Dead Trigger* konnten wir ein deutliches Defizit des Snapdragon S4 feststellen. Besonders in *GTA III*, das offenbar gut mit vier Kernen skaliert, war die Performance bei identischer Detailstufe deutlich geringer als bei der Konkurrenz. Bei *Shadowgun* und *Dead Trigger* lag der Snapdragon S4 etwa auf dem Niveau des Tegra 3.

Fazit: In vielen Anwendungen sowie im Alltagsbetrieb wird kein großer Unterschied zur Konkurrenz im Testfeld deutlich. Erst im Spielbetrieb kommen die zusätzlichen Kerne des Exynos- und des Tegra-3-SoCs zum Tragen und sind dort dem Snapdragon S4 vorzuziehen. (fs)



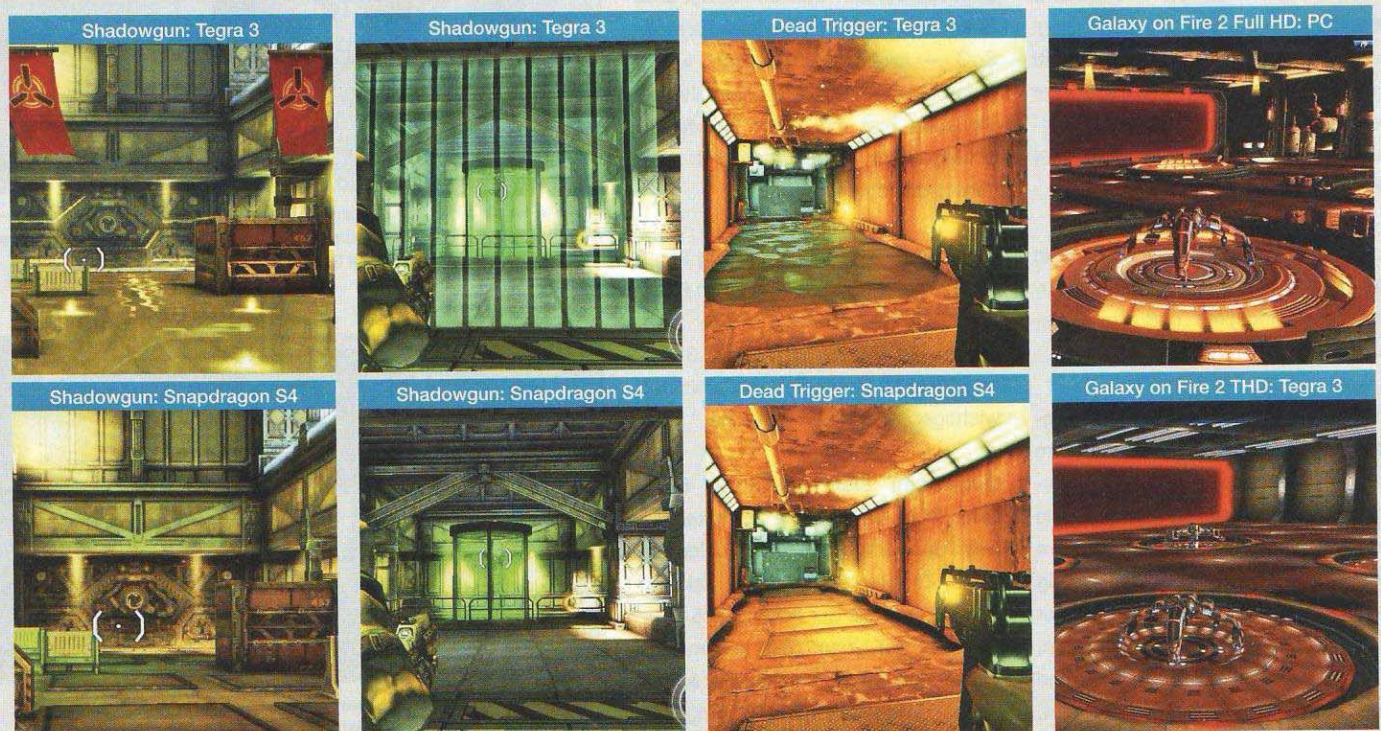
Fazit

Alle drei Testkandidaten boten teils hervorragende Benchmarkergebnisse und Praxisleistungen. Selbst der Snapdragon S4, der mit zwei Kernen zunächst im großen Nachteil zu sein schien, zeigte erst bei sehr hardwarefordernden Spielen Schwächen. Die aktuellen High-End-SoCs bieten allesamt sehr gute Leistungen und es hängt letztendlich von Ihren persönlichen Interessen ab, welchen Sie favorisieren.

Fabian Sawatzki

Bildqualität im Vergleich

Wie wir im Test bereits erwähnten, gibt es für Besitzer eines Tegra-3-Chips neben Exklusivtiteln auch zusätzliche Effekte in diversen Spielen zu bestaunen. Um diese Unterschiede zu veranschaulichen, haben wir einige Vergleichs-Screenshots von den Spielen *Shadowgun* und *Dead Trigger* erstellt. So können Sie sich selbst ein Bild davon machen, wie sehr das Spielerlebnis durch den Besitz eines Tegra-Chips verbessert wird. Um Ihnen zu zeigen, dass bei manchen Spielen für Smartphones und Tablets die Optik schon fast gut genug für gewöhnliche PC-Spiele ist, haben wir die PC-Version von *Galaxy on Fire 2* in den Vergleich aufgenommen.



WERBUNG

Peripherie

Eingabegeräte, Monitore, Sound, USB-Sticks, externe Speicher



Markus Horn
Praktikant

E-Mail: redaktion@pcgh.de

Kommentar

Welcher Sinn versteckt sich hinter Displays mit spiegelnder Hochglanzoberfläche?

Nahezu jedes Endgerät mit AMOLED-Display wird derzeit mit einem sogenannten Glare-Display ausgeliefert. Angeblich sollen diese mit auf Hochglanz polierter Oberfläche für sattere Farbwiedergabe und erhöhte Kontraste sorgen. Natürlich sieht ein frisch ausgepacktes Smartphone aus, als ob das dominierende Display sagen will „ich glänze wie ein frisch gewienertes Luxusklasse-Bentley, also bin ich extrem hochwertig.“ In der Praxis wird die scheinbar makellose Optik aber bereits beim ersten Handanlegen völlig entstellt. Fingerabdrücke, Staub und sonstige Verschmutzungen zerstören das vormals blendende Erscheinungsbild.

„Blendend“ trifft es wirklich gut, denn wird das Glare-Display in heller Umgebung nicht richtig positioniert, steht man als Anwender sprichwörtlich ganz schnell im Dunkeln und betrachtet nur noch sein eigenes Konterfei statt der Benutzeroberfläche. Davor sind auch Monitore und Notebooks nicht gefeit, deren Displays mit toll klingenden Begriffen wie CrystalBrite, VibrantView oder UltraSharp umworben werden. Von den angepriesenen hohen Kontrasten bleibt bei strahlendem Sonnenschein oder ungünstig platzierter Zimmerlampe nicht viel übrig, die Suche nach der idealen Sitzposition verkommt zur Sisypusarbeit.

In der ersten BWL-Vorlesung lernen Studenten, dass ein subjektiv oder objektiv empfundener Mangel ein Bedürfnis erschafft. Dieses Bedürfnis der Anwender nach unverklärtem Blick auf ihre Displays deckt der Markt inzwischen mit Anti-Reflex-Folien für Smartphones, Tablets, Notebooks und PC-Monitore ab. Die Preisspanne der Folien reicht von unter 5 Euro für das vergleichsweise kleine Display eines Smartphones bis hin zu 50 Euro für größere Widescreen-Monitore. Dabei sollen die Produktionskosten für entspiegelte Displays ab Werk gar nicht oder nur minimal höher liegen als für Glare-Displays. Hoffentlich kommen die Hersteller doch noch zur Besinnung und bieten entspiegelte Monitore nicht nur vorzugsweise im teuren Business-Segment an.



Mad Catz Strike 7

Das Besondere an dem futuristischen und 270 Euro teuren Gaming-Keyboards ist seine Modularität: Der Nutzer kann verschiedene Partien (Haupttastentfeld, Makrotasten, Nummernblock) frei anordnen sowie verbinden und sich so eine individuelle Tastatur schaffen. Selbst die Höhe und Position der Handballenablage ist verstellbar. Ebenfalls außergewöhnlich: ein farbiger LCD, der als Touchscreen fungiert und an dem Systemwerte und Listen der aktuellen Makro-Funktionen dargestellt werden. Zusätzlich lassen sich hier Programme wie Teamspeak oder der Windows Media Player bedienen.



CM Storm Recon und Skorpion

Laut CM Storm ist die neue Rechts- und Linkshändermaus Recon „eine Maus für alle“. Passend dazu bietet man auch ein neues Mouse-Bungie an.

Der Korpus der CM Storm Recon besitzt nicht nur ein für Rechts- und Linkshänder gleichermaßen geeignetes Design. Er ist auch mit einer vom Hersteller als „Super-Grip“ bezeichneten Material beschichtet, das komfortablen Halt bieten soll. In puncto Technik setzt CM Storm bei der neuen Spielermouse auf den optischen Sensor Avago 3090, der mit einer Dpi-Rate von 800 bis 4.000 Dpi abtastet. Zusätzlich zur Abtastrate soll der Spieler auch die Polling Rate (bis 1.000 Hz) sowie die Lift-off-Distanz mithilfe der

hinter dem mehrfarbig leuchtenden Mause rad positionierten Tasten (Omron-Schalter) direkt verstellen können. Zur weiteren Ausstattung der ab sofort für rund 50 Euro erhältlichen Recon gehören eine Makrofunktion und ein interner Speicher für bis zu fünf Profile und 36 Makros.

Mit dem Skorpion hat CM Storm einen Kabelhalter (Mouse Bungie) im Programm, der dafür sorgt, dass Probleme mit dem hängenden Mause kabel beim Spielen der Vergangenheit angehören. Das Gerät (Preis: ca. 16 Euro) soll dank seiner Haltekonstruktion für das Mause kabel ein ungebundenes Gefühl bieten, das sonst nur beim Einsatz einer drahtlosen Maus zu spüren ist. (fs)



Test: High-End-Headset Qpad QH-1339

Das QH-1339 basiert auf dem MMX 300 von Beyerdynamic, unserer aktuellen Headset-Referenz. Tasche, Adapter und USB-Soundkarte sind dabei.

Bei Tragekomfort und Klang kann kein anderes bisher getestetes Headset mithalten: Das QH-1339 wirkt wegen der guten Gewichtsverteilung trotz seiner Größe relativ leicht. Der Anpressdruck ist optimal gewählt, weshalb Sie das Headset problemlos mehrere Stunden tragen können. Auch besonders große oder leicht absteigende Ohren fühlen sich in den großen mit weichem Stoff gepolsterten Hörmuscheln wohl. Zudem lässt sich der lange Mikrofonarm optimal ausrichten. Bei Musik verwöhnt der QH-1339 mit feinsten Höhen und sehr sauberen Mitten. Spieler, die günstige Headsets gewohnt sind, könnten sich zunächst über den relativ leisen Bass wundern. Das liegt aber eher daran, dass der Tieftonpart bei vielen Gaming-Headsets viel zu laut ist. Beim QH-1339 ist er hingegen angemessen kräftig und dennoch detailliert.

Das Qpad-Headset wird in einer stabilen Tragetasche geliefert. Ein Adapter von 3,5- auf 6,3-mm-Klinke ist ebenfalls dabei. Zudem ist eine USB-Soundkarte enthalten, an der man auch das Mikrofon stummschalten und die Lautstärke bestimmen kann. Ohne USB-Soundkarte fehlen diese beiden Möglichkeiten. Dennoch empfehlen wir, eine gute Soundkarte anstelle der USB-Lösung zu verwenden. (dm)



QH-1339

FAZIT: Das beste bisher getestete Headset wird nun ein wenig günstiger: Das QH-1339 gleicht dem MMX 300 von Beyerdynamic, wird aber derzeit für rund 20 Euro weniger angeboten. Ein Preis, der sich für Audio-Fans lohnt.

Hersteller: Qpad

Web: www.qpad.com

Preis: Ca. € 280,- | Preis-Leistung: Ausreichend

Hervorragender Klang	Ausstattung	1,94
Sehr guter Tragekomfort	Eigenschaften	1,42
Teuer	Leistung	1,32
PCGH-Preisvergleich		www.pcgh.de/preis/392566

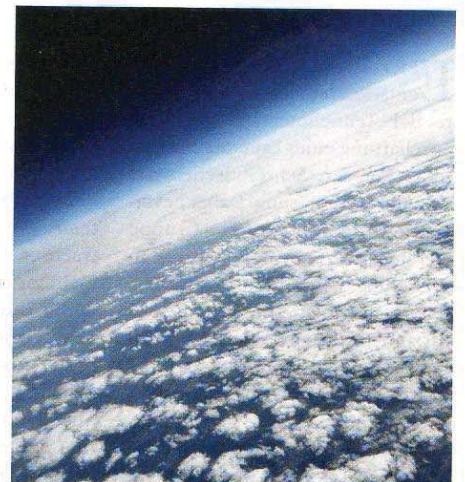
WERTUNG 1,46

PCGH-Wetterballon filmt die Erde

Nach einer monatelangen Planungsphase konnte unser Wetterballon mit zwei Kameras an Bord spektakuläre Aufnahmen von der Erde machen.

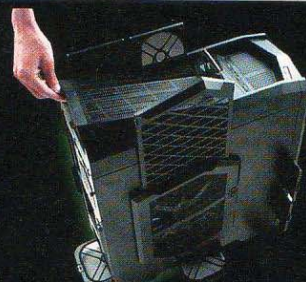
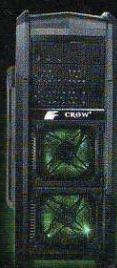
Für unsere Videoreihe „PCGH in Gefahr“ hat die PC-Games-Hardware-Redaktion zusammen mit Cooler Master einen Wetterballon in die Stratosphäre geschickt, um die Erde aus einer Höhe von über 30 Kilometern zu filmen und zu fotografieren. Zum Vergleich: Verkehrsflugzeuge steigen auf eine Höhe von maximal zehn Kilometern. Während der 93 Minuten langen Flugphase hat die in einer Styroporbox insolierte Go Pro HD HERO 2 vom Start bis zur Landung kontinuierlich in 720p gefilmt. Zusätzlich haben wir ein iPhone 4S mitgeschickt und mit einer App im 30-Sekunden-Intervall 8-Megapixel-Fotos (siehe Aufnahme rechts) gemacht. Nach 74 Minuten

wurde es dem Smartphone schließlich zu kalt und es hat sich ausgeschaltet. Der 800 Gramm schwere Wetterballon hat sich in der Stratosphäre extrem ausgedehnt und ist schließlich geplatzt. Der freie Fall zurück zur Erde dauerte rund 32 Minuten, wobei ein Fallschirm den Flug etwas gebremst hat. Wir konnten die Styroporbox mit dem wertvollen Inhalt in der Nähe von Ingolstadt (59 Kilometer Luftlinie vom Startort entfernt) in einem Maisfeld wiederfinden. Die Ortung war dank eines kleinen GPS-Empfängers möglich, den wir ebenfalls in der Box platziert hatten. Per SMS teilte uns dieser die genauen Koordinaten mit. Unsere Videoreportage samt den spektakulären Aufnahmen packen wir auf die nächste Heft-DVD. Hunderte von Fotos finden Sie bereits jetzt in unserer Galerie unter www.pcgh.de/go/wetterballon. (du)



CROW
INCREDIBLE GAMING

XL-ATX | HDD DOCK | FILTERS



20 ALTERNATE

X4 MS-TECH
www.ms-tech.eu



Bild: Audiotex

PCGH zitiert vier aktive Studiomonitore sowie ein Stereo-Boxensystem zur Hörprobe.

Aktiver Ohrenschmaus

Wer ein Lautsprechersystem für den Schreibtischeinsatz sucht, entscheidet sich oft für eine Stereolösung ohne Subwoofer. Ob es sich lohnt, hier sehr hochwertige Aktiv-Boxen einzusetzen, zeigt unser Test.

Einer Leserumfrage zufolge entscheidet sich etwa die Hälfte der Teilnehmer bei der Neuanschaffung eines Lautsprechersystems für den Schreibtischeinsatz für eine Stereolösung. Dabei bevorzugt fast die Hälfte dieser Gruppe Geräte ohne Subwoofer. Ihre Entscheidung begründen die Befragten oft wie folgt: Einerseits fällt es oft schwer, die viel zu kurzen Kabel in den Raum zu integrieren, ohne dass der Klang aufgrund raumakustischer Einflüsse stark leidet, andererseits können die Subwoofer der 2.1- oder 5.1-Systeme in den seltensten Fällen optisch in den Raum integriert werden. Das führt genauso zum Ärger mit den Mitbewohnern wie eine zu hohe Anzahl der im Raum verteilter Klangerzeuger, wie etwa bei einem Surroundsystem.

Daher spricht vieles für eine hochwertige Stereolösung. Dabei darf es unserer Meinung nach gerne

mal etwas mehr sein – schließlich wandert das Teufel Concept E400 Digital als Vertreter typischer Surround-Systeme auch für 500 Euro über den Ladentisch. Für diesen Betrag gibt es durchaus Stereosysteme, die sich gegenüber ausgewachsenen Anlageninstallationen nicht zu verstecken brauchen und durch ihre qualitative Überlegenheit gegenüber 5.1-Systemen auch beim Musikhören und Spielen so manchen Vorteil mit sich bringen. Aus diesem Grund haben wir uns fünf aktuelle Vertreter aus der gehobenen Kategorie der Stereolautsprechersysteme ohne Subwoofer ins Testlabor geholt. Wir wollen zeigen, dass diese Geräte eine ernstzunehmende Alternative zu klassischen PC-Systemen darstellen. Um dabei eine möglichst breite Palette der auf dem Markt verfügbaren Produkte abzubilden, entschieden wir uns für fünf Kandidaten aus dem Preisbereich zwischen güns-

tigen 180 Euro (Microlab Solo 7C) und für einen Stereolautsprecher recht hohen Paarpreis von 1.000 Euro (Dynaudio BM5A MKII). Alle Testmuster wurden uns vom Musikhaus Thomann zur Verfügung gestellt, die dort natürlich auch erhältlich sind.

Adam Audio A3X: Kleiner Schmeichler, der sich den Testsieg teilen muss.

Adam Audios A3X (Gewicht ca. 5 kg) hat schreibtischgeeignete Abmessungen und verfügt über einen 13-cm-Tiefmitteltöner. Als Besonderheit wurden bei dem Lautsprecher A3X Adam-typisch keine Hochtone verbaut, dafür kommt ein sogenannter Air-Motion-Transformer (AMT) zum Einsatz. Bei dieser Konstruktion wird keine Metall- oder Gewebefläche von einer fest verbundenen Spule durch Elektromagnetismus in Schwingungen versetzt. Stattdessen durchfließt der Strom direkt eine, um ein vielfaches leichtere, ge-

faltete Folie, die im Magnetfeld eines Dauermagneten liegt und daher sehr empfindlich ist. Dadurch werden die prinzipbedingten mechanischen Verluste bei der Schallwandlung, die bei herkömmlichen Kalottenhochtönen nahezu immer auftreten, auf ein Minimum reduziert, was der Feinzeichnung zugutekommen soll. Als positiver Nebeneffekt steigert Adam Audio gleichzeitig die Membranfläche im Vergleich zu üblichen 19-mm- und 25-mm-Kalotten.

Das spiegelt sich sofort in einer guten Dynamik im Hochtonbereich wider. In Kooperation mit dem kleinen und somit leichten Tiefmitteltöner profitiert ebenfalls der Bereich der oberen Mitteltöne von diesem Prinzip. Das Ergebnis ist eine sehr klare und feine Stimmwiedergabe sowie die nachdrückliche Übertragung kleinster Geräusche aus dem oberen Frequenzband. Besonders interessant wirkt sich dieser Effekt



in Spielen aus: Im Gegensatz zu Lautsprechern mit einer schlechteren Qualität können hier heranrückende Gegner anhand von Geräuschen früher erkannt und dank der genauen Raumabbildung auch geortet werden. Dabei machen die Adam A3X jedoch nie den Fehler, aufdringlich zu klingen. Sie können mit ihnen auch sehr gut entspannt der Musik lauschen, ohne dass Sie als Hörer von Details überrumpelt werden. Sobald man jedoch aufmerksam zuhört, besteht jederzeit die Möglichkeit, das Stück zu analysieren und sich zu freuen, da man seine Musiksammlung quasi neu entdeckt. Besser schafft das in diesem Test nur Dynaudio, wenn auch im Hochtonbereich nicht ganz so charaktervoll wie die A3X. Dafür bietet Dynaudio im Tiefton und der Pegelfestigkeit aufgrund von mehr Membranfläche etwas mehr Tiefgang und Verschiebevolumen.

Dynaudio BM5A MKII: Gentlemen mit knallharten Manieren. Für die aus Dänemark stammenden BM5A MKII muss der Liebhaber des guten Klangs 1.000 Euro auf die Ladentheke legen. Das ist ein stolzer Preis, doch schon beim Auspacken schmeichelt dem neuen Besitzer die sehr gute Verarbeitung des High-End-Boxenpärchens. Von der edlen Oberflächengestaltung über die sauber eingefassten Lautsprecherchassis bis hin zu kleinen Details, wie dem hilfreichen Schutzgitter vor dem Hochtöne – man hat das Gefühl, dass hier an alles gedacht wurde. Auch nach der Integration in unsere minimalistisch gehaltene und aus einer per USB mit Daten versorgten Asus Xonar Essence One bestehenden Zuspaltung, geht dieses Gefühl nicht verloren. Feine Einzelheiten der jeweiligen Aufnahmen werden sehr gut herausgearbeitet, fast schon zu gut: Aufnahmefehler wie Übersteuerungen oder zu starker Einsatz von elektronischen Helferchen zur Rettung weniger talentierter Musiker fallen nach wenigen Sekunden auf. Gute Aufnahmen werden jedoch fein auseinandergenommen und dem Hörer mit einer räumlichen Abbildung serviert, die sogar die Leistung der bisherigen Referenz, der Nubert NuPro A-10, übertrifft. Im unteren Mittelton sowie in Ansätzen auch im Tieftonbereich langen die Dänen gerne etwas kräftiger zu, was jedoch nie unangenehm erscheint und nach unserer Meinung mit dazu beiträgt, dass sich Dynaudio sehr gut dazu

eignet, dass Sie über längere Zeit jeglichem Quellmaterial stressfrei lauschen können.

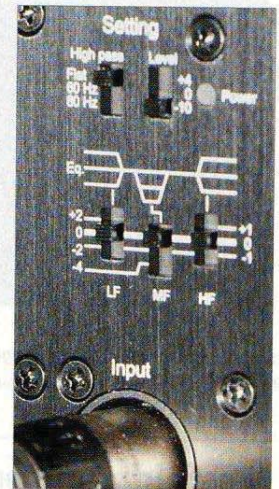
Behringer B2031A Truth: Hart klingend, aber zickig. Anders als die restlichen Kandidaten sind die B2031A Truth des Herstellers mit einem 20 cm messenden Chassis aus Polypropylen ausgestattet. Für das direkte Nahfeld ist das eher unproduktiv, dafür hat eine große in diesem Frequenzbereich eingesetzte Membran Vorteile bei der Dynamik und Pegelfestigkeit. Eingefasst werden der Tiefmitteltöner und die 25 mm große Metallkalotte zur Hochtonwiedergabe in einem Träger aus Kunststoff. Alle Anschlüsse werden an der Unterkante des herausstehenden Aktivmoduls nach Außen geführt. Das erschwert die Verkabelung, da die Buchsen in dieser Position und dem stattlichen Gewicht der Lautsprecher nur ertastbar sind. Auf der Rückseite befinden sich zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten, um die größtmögliche Schnitzer bei der Aufstellung relativ fein dosierbar und dennoch breit gefächert auszugleichen.

Klanglich fallen auch die Behringer-Boxen im Hochtonbereich besonders auf. Dieser wird etwas hervorgehoben, ist jedoch in der Lage, auch feinere Details wie die Griffgeräusche an einer Gitarrensaite deutlich ans Ohr zu bringen. Leider klingt das etwas hart und angestrengt und der Gesang erhält dadurch in manchen Situationen einen Charakter, der im Ansatz an Heiserkeit erinnert. Im Mitteltonbereich kann die B2031A Truth allerdings dank einer einwandfreien Trennung zwischen Gesangelementen und Instrumentalteilen wieder punkten. Beim Tiefton gehen die beiden Behringer, anders als es ihr Äußeres vermuten mag, gesittet zu Werke. Sie können durchaus auch mal hinlangen, wenn es Situation und Quellmaterial erfordern, bleiben im normalen Einsatz allerdings zahn und neutral. Ein Verdienst der vergleichsweise engen Abstrahlung ist bei entsprechendem Hörabstand die räumliche Abbildung. Da durch die Bündelung weniger Schallanteile an Wände, Decke und Boden gelangen und somit mehr Direktschall den Hörer erreicht, wirkt der Aufbau weniger diffus. Außerdem wird eine sehr stabile Phantommitte gebildet, die auf Augenhöhe mit den Kandidaten von Dynaudio und Adam liegt. Nur bei der Tiefenstaffelung und der

Besonderheiten bei Anschlüssen

Ihre sehr hochwertige Akustik macht aktive Lautsprecher zu einer Klasse für sich. Auch beim Anschluss der Nahfeldmonitoren gibt es einiges zu beachten.

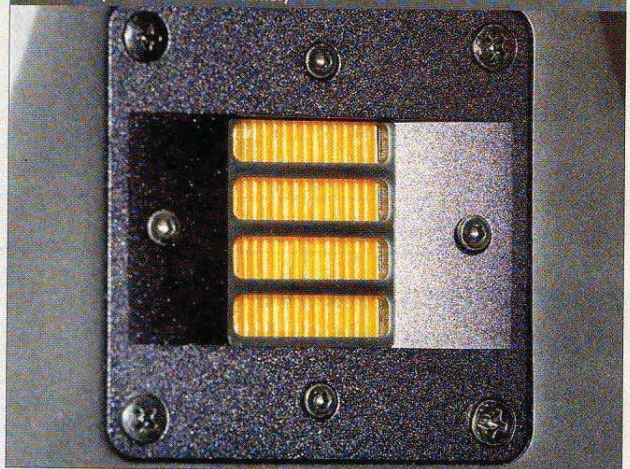
Neben der korrekten Aufstellung und somit der Integration in die Raumakustik sollten Sie ebenfalls darauf achten, dass viele Nahfeldmonitore nicht über die im Bereich der privaten Informationstechnik gewohnten Anschlüsse in Form von 3,5 mm-Klinken- und Cinchverbindungen verfügen. Stattdessen werden bei vielen Geräten XLR- und 6,25 mm-Klinkenanschlüsse aus dem professionellen Studio- und Touringbereich eingesetzt. Entsprechende Adapter sind für einen geringen Betrag erhältlich; vergessen Sie nicht, dass ihre Neuanschaffung ohne passende Anschlüsse stumm bleibt.



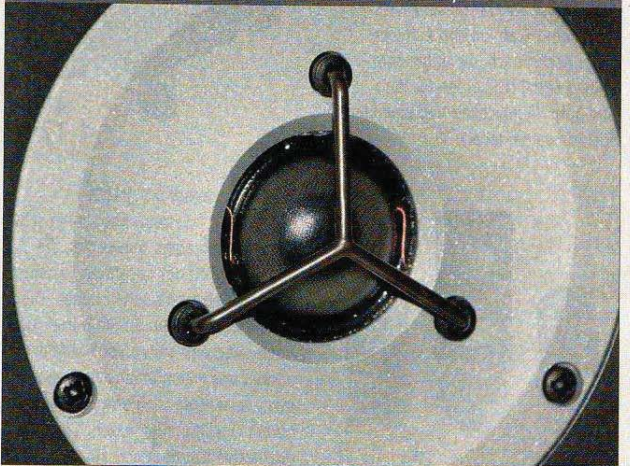
Hochtöner-Bauweisen im Vergleich

Die unterschiedlichen Bauweisen eines herkömmlichen Kalottenhochtöners (Dynaudio BM5A MKII) und des Air-Motion-Transformers der Adam A3X ist leicht erkennbar.

Adam A3X (Air-Motion-Transformer)



Dynaudio BM5A MKII (Konventioneller Kalottenhochtöner)





Bedienelemente wie die Lautstärkeregelung oder der Stromschalter befinden sich wie bei der Adam Audio A3X im Idealfall an der Front des Chassis.

Nahfeldmonitor: Pro und Contra

Vorteile von Nahfeldmonitoren

- In den meisten Fällen sehr natürliche und originalgetreue Wiedergabe
Keine Auftrennung in mehrere Komponenten, daher fällt das Aufstellen leichter
- Oft besserer Klang als bei preislich identischen Satelliten-Subwoofer-Systemen
Weniger Verkabelungsaufwand

Nachteile von Nahfeldmonitoren

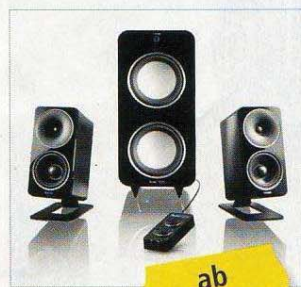
- Abmessungen, Gewicht
Anschlüsse sind im privaten Bereich unüblich, aber anpassbar
- Lautstärkeregelung muss entweder per externem Lautstärkeregler oder über den Treiber geschehen
Hoher Preis



Alternativen: Aktive Lautsprechersysteme mit Subwoofer

Edifier S330D

Für circa 120 Euro wandert das Edifier-System S330D über die Läden und kann mit einer durchaus gelungenen akustischen Leistung überzeugen. Der Tieftonspezialist geht gleichzeitig kraftvoll und kultiviert seiner Arbeit nach, die angenehmen kleinen Satelliten sorgen für eine gute Räumlichkeit und eine klare Hochtönerwiedergabe.



ab
€ 499,-

Teufel Concept D500THX

In Teufels 2.1-System arbeitet ein sehr kraftvoll agierender Subwoofer, die Pegelfestigkeit des gesamten Systems kann sich ebenfalls sehen lassen. Die Satelliten brauchen sich im Mittel- und Hochtönen selten vor Nahfeldmonitoren aus einem ähnlichen Preissegment verstecken – ab und zu fallen bei gutem Quellmaterial dennoch leichte qualitative Unterschiede auf.



ab
€ 120,-

Genauigkeit der Positionierung auf der Bühnenbreite zieht die B2031A Truth den Kürzeren.

KRK Rp5 G2 Rokiti: Klein, gelb, langhörtäuglich. Die Front des KRK-Modells wird durch die markentypisch gelbe Membran des Tieftmitteltöners dominiert. Dieser Schallgeber ist genauso wie bei der B2031A Truth auf einem Träger aus Kunststoff montiert, der auch den Hochtöner an seiner Position hält. Allerdings ist der Kunststoff hier hochwertiger verarbeitet und die Status-LED im KRK-Logo ist in einem sanften Weiß gehalten – das ist nicht so auffällig und störend wie bei den B2031A-Truth-Boxen. Auch die anderen Praxiserfahrungen, die wir im Test mit den Rp5 G2 Rokiti machten, lassen auf ein schlüssiges Konzept schließen. Eingeschaltet werden die Studiomonitore wahlweise per XLR, Klinke oder Cinch, zugespieltes Material geben sie stets temperamentvoll wieder. Das gefällt uns nicht immer. Von dieser Spielfreude, die unter anderem von einer sanften Anhebung um 80 bis 120 Hz lebt, profitieren Pop-Songs und elektronisch produzierte Musik. Aber auch Spiele sind ein gefundenes Fressen für das KRK-System, denn Explosionen erhalten durch diese Abstimmung etwas mehr Druck. Außerdem lässt der wohl detaillierte Hochtönenbereich viele Einzelheiten im Soundtrack sowie Nebengeräuschen erkennen.

Microlab Solo 7C: Überraschende Abmessungen, guter Klang. Bisher präsentierte Microlab eher die Lautsprechersysteme aus der Einstiegsklasse. Dank seines guten Klangs passt das Solo-7C-System nur bedingt in diese Sparte. Rein äußerlich wirkt das System zunächst einmal etwas zu groß dimensioniert. Schließlich ist das Solo 7C mit zwei 17 cm großen Tieftmitteltönern sowie einer 25-mm-Gewebeschallkammer bestückt, die an das obere Ende des stabilen Gehäuses gerückt ist. Allerdings ist die Oberflächenverarbeitung verbesserungswürdig, denn es befinden sich zahlreiche Kleberückstände auf dem Holzimitat, das Knickkanten unter der abnehmbaren Lautsprecherabdeckung offenbart. Beim Schutz der Lautsprecherchassis hat Microlab mitgedacht: Zusätzlich zum mit Akustikstoff bespannten Rahmen befindet sich eine Plastikabdeckung vor dem Hochtöner, der diesen effektiv vor Beschädigung

gen beim Transport sowie Ein- oder Auspacken schützt. Der Verstärker für beide Lautsprecher befindet sich in der rechten Box. Das ist bei Geräten der unteren Preisklassen nichts Ungewöhnliches, erfordert jedoch die Verlegung eines mitgelieferten Lautsprecherkabels als Verbindung zwischen beiden Boxen. Die Lautstärkeregelung erfolgt entweder über einen Endlosdrehsignalgeber auf der Rückseite des rechten Lautsprechers oder über die mitgelieferte Infrarotfernbedienung. Letztere dürfte jedoch gerne ein breiteres Signal aussenden, denn Bedienvorgänge mit ihr resultierten mehr als einmal in abenteuerlichen Verrenkungen des Arms.

Die Microlab-Boxen geben erwartungsgemäß kräftig den Ton wieder. Bassläufe und Explosionen erhalten viel Volumen, bleiben bis zu hohen Pegeln präzise und druckvoll. Der Mitteltonbereich folgt hier in dynamischer Hinsicht, da er ebenfalls von beiden Chassis abgegeben wird und ihm so eine große Membranfläche zur Verfügung steht. Nur an der Wiedergabe von Details im Mittelton fehlt es ein wenig. So klingen Schlagzeugspiel oder auch Filmeffekte etwas verwaschen. Die Stimmwiedergabe hingegen ist überzeugend. Pink Floyds *The Wall* hat man noch nie so eindringlich auf einem System gehört, das weniger als 200,- Euro kostet. Diese tolle Stimmwiedergabe ist auch ein Verdienst des überdurchschnittlich guten Hochtöners. Der komprimiert zwar bei gehobener Lautstärke etwas, ansonsten zeigt er jedoch gute und preisklassenunübliche Leistungen. Dabei kommt er sogar an die Konkurrenz von Behringer, Adam oder Dynaudio heran, ohne ihnen jedoch gefährlich zu werden oder sie gar zu überholen. Einzig die durch den Einsatz von zwei Tieftmitteltönern bedingte Gehäusehöhe könnte Probleme bei der richtigen Aufstellung bereiten. (dr)

Fazit

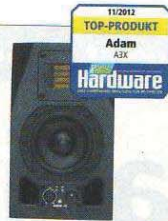
Hardware

Aktivlautsprecher im Test

Adams A3X und der BM5A MKII von Dynaudio liefern eine sehr gute Leistung, die auf gleichen Niveau liegt. Daher verlassen beide das Testlabor als neue Referenz, allerdings bedienen sie verschiedene Geschmäcker mit verschiedenen Schwerpunkten. Auch KRK, Behringer und Microlab überzeugen als Ersatz für Systeme mit Subwoofer.

STEREOLAUT- SPRECHER (AKTIV)

Auszug aus Testtabelle
mit 25 Wertungskriterien



Produkt	A3X	BM5A MKII	B2031A Truth	RP5 G2 Rokit	Solo 7C
Hersteller (Webseite/Bezugsquelle)	Adam (www.thomann.de)	Dynaudio (www.thomann.de)	Behringer (www.thomann.de)	KRK (www.thomann.de)	Microlab (www.microlab.com)
Preis (Paar)/Preis-Leistungs-Verh.	Ca. € 438,-/gut	Ca. € 998,-/gut	Ca. € 335,-/gut bis befriedigend	Ca. € 298,-/gut	Ca. € 180,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/517677	www.pcgh.de/preis/183369	www.pcgh.de/preis/92371	www.pcgh.de/preis/350883	www.pcgh.de/preis/652358
Art	Aktiver Studiomonitor	Aktiver Studiomonitor	Aktiver Studiomonitor	Aktiver Studiomonitor	Stereolautsprechersystem
Abmessungen Lautsprecher*	250 x 150 x 185 mm (H x B x T)	320 x 186 x 320 mm (H x B x T)	400 x 250 x 290 mm (H x B x T)	276 x 185 x 225 mm (H x B x T)	558 x 220 x 325 mm (H x B x T)
Chassisbestückung*	13-cm-Tiefmitteltöner, X-ART-Hochtöner	17-cm-Tiefmitteltöner, 25-mm-Gewebekalotte	20-cm-Tiefmitteltöner, 25-mm-Metallkalotte	13-cm-Tiefmitteltöner, 25-mm-Gewebekalotte	2x 17-cm-Tiefmitteltöner, 25-mm-Gewebekalotte
Ausstattung (20%)	2,88	3,13	3,25	3,50	3,06
Anschlüsse	XLR, Mono-Cinchbuchse (2,5)	XLR, 6,25-mm-Mono-Klinkenbuchse (3,0)	XLR, 6,25-mm-Mono-Klinkenbuchse (3,0)	XLR, 6,25-mm-Klinke, Cinch (2,5)	Zwei Paar Cinchanschlüsse (2,75)
Bedienung	Lautstärkeregler auf der Vorderseite (2,0)	Schalter für Eingangsempfindlichkeit auf der Rückseite (4,0)	Lautstärkeregler auf der Rückseite (4,0)	Lautstärkeregler auf der Rückseite (4,0)	Lautstärkeregler auf der Rückseite, Fernbedienung (3,5)
Möglichkeiten einer Klangbeeinflussung	Hochtonlautstärke (4,0)	Umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten für Hoch-, Mittel- und Tiefton, Eingangsempfindlichkeit (1,5)	Umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten für Hoch-, Mittel- und Tiefton (2,0)	Poti für die Lautstärke der Höhen (3,5)	Lautstärke der Höhen und Tiefen per Fernbedienung regelbar (3,0)
Zubehör	Stromkabel, Cinchkabel (3,0)	Stromkabel (4,0)	Stromkabel (4,0)	Stromkabel (4,0)	Cinch auf Klinke-Kabel, Lautsprecherkabel (3,0)
Sonstiges	Synchronisationsfunktion zwischen zwei und mehr A3X zum Lautstärkeabgleich	Keine	Keine	Keine	Unüblich hohes Gehäuse
Eigenschaften (20%)	1,33	2,00	3,17	2,00	3,75
Negative Auffälligkeiten im Test	Keine (1,0)	Keine (1,0)	Helle Status-LEDs (3,0)	keine (1,0)	Fernbedienung funktioniert nur unter sehr engem Winkel (3,5)
Ergonomie der Bedienelemente	Gut erreichbar, Hochtonlautstärke auf Rückseite einstellbar, echter Netzschalter (2,0)	Bedienelemente auf der Rückseite, echter Netzschalter (4,0)	Bedienelemente auf der Rückseite, echter Netzschalter (4,0)	Bedienelemente auf der Rückseite, echter Netzschalter (4,0)	Bedienelemente auf der Rückseite, kleine, nur eingeschränkt funktionsfähige Fernbedienung (4,0)
Verarbeitung	Keine Beanstandung (1,0)	Keine Beanstandung (1,0)	Kunststofffront wirkt qualitativ nicht der Preisklasse entsprechend (2,5)	Keine Beanstandungen (1,0)	Schlechte Oberflächenverarbeitung, Kleberückstände (3,75)
Leistung (60%)	1,47	1,16	1,54	2,08	2,08
Grundcharakteristik (Tiefen, Mitten, Höhen) (15 %)	Weitesgehend neutral mit sehr gutem Hochtonbereich, der nie spitz klingt, Stimmwiedergabe auf sehr hohem Niveau, Tiefton fällt früh ab (1,5)	Neutral mit minimaler Anhebung im Oberbass und Grundton, gute Feinzeichnung über das gesamte Frequenzband (1,25)	Abgesehen vom etwas angehobenen Hochtonbereich neutral ohne grobe Schwächen, Hochton klingt je nach Quellmaterial etwas zu hart (1,75)	Knackiger Tiefton bei guter Stimmverständlichkeit im recht linearen Mitteltonbereich. Hochton neigt zu synthetischem Klang (2,5)	Guter Hochtonbereich, Mitteltonbereich ist gleichberechtigt aber etwas detaillierter, sehr kraftvoller und weitesgehend neutraler Bassbereich (2,0)
Pegelfestigkeit (10 %)	Leichte Kompress. im Grenzbereich (2,0)	Keine Einschränkungen (1,0)	Keine Einschränkungen (1,0)	Leichte Kompress. im Grenzbereich (2,0)	Keine Einschränkungen (1,0)
Raumabbildung (15 %)	Erstklassige Räumlichkeit mit exakter Positionierung der Instrumente und des Sängers bei gutem Material, Bühnenbreite dürfte großzügiger ausfallen (1,5)	Erstklassige Räumlichkeit mit exakter Positionierung der Instrumente und der/des Sänger(s) bei gutem Material (1,25)	Gute Räumlichkeit, lediglich die Bühnenbreite dürfte etwas großzügiger ausfallen, angenehme Tiefenstaffelung (1,75)	Gute Breite und brauchbare Tiefenstaffelung auf der Bühne (2,0)	Gute Räumlichkeit, lediglich die Bühnenbreite dürfte etwas großzügiger ausfallen, angenehme Tiefenstaffelung (1,75)
Praxiseindrücke (60 %)	1,36	1,14	1,52	2,00	2,37
Rock	➤ Raumaufbau ➤ Gute Stimmwiedergabe ➤ Hochton wird auch nach sehr langem Hören nicht nervig	➤ Sehr gute Differenzierung zwischen Instrumenten und Gesang ➤ Präzise arbeitender Tieftöner umreißt gut das Schlagzeugspiel ➤ Hochtonbereich mit vielen Details	➤ Trennung zwischen Gesang und Instrumenten ➤ Kraftvoller Antritt ➤ Hochtonbereich neigt zu Überreibungen	➤ Gute Trennung von Instrumenten und Stimme ➤ Schlagzeug klingt druckvoll, ... ➤ ... könnte aber differenzierter sein	➤ Brauchbarer Kickbereich ➤ Hochtöner klingt angenehm ➤ Übersicht bei vielen beteiligten musikalischen Elementen geht verloren
Pop	➤ Details und Nebengeräusche werden selbst bei niedriger Abhörlautstärke gut wiedergegeben ➤ Gute Stimmwiedergabe ➤ Im Vergleich wenig Tiefgang	➤ Sehr feine und charaktergetreue Stimmwiedergabe ➤ Tieffrequente Ereignisse werden präzise und druckvoll herausgearbeitet ➤ Schlechte Aufnahmen werden entlarvt	➤ Räumliche Abbildung ➤ Kräftiger und dynamischer Tiefton ➤ Hochtonbereich klingt bei manchen Stücken zu scharf	➤ Verschiedene Sänger(innen) haben ihre genaue Position ➤ Feinheiten ausreichend herausgearbeitet	➤ Stimmwiedergabe und Antritt bei tieffrequenten Ereignissen ➤ Auch qualitativ eher minderwertige Aufnahmen lassen sich gut anhören ➤ Mitteltonbereich könnte differenzierter ausfallen
Jazz	➤ Gute Stimmwiedergabe ➤ Authentische Wiedergabe von Instrumenten ➤ Lange Hörsessions ohne Probleme möglich	➤ Beste Stimmwiedergabe zusammen mit den A3X ➤ Authentische Wiedergabe von Instrumenten ➤ Wiedergabe berücksichtigt auch kleine Dynamikunterschiede	➤ Stimmwiedergabe und Feinzeichnung ➤ Stabile Raumabbildung ➤ Instrumente bekommen durch die Hochtoncharakteristik einen leicht unnatürlichen Beiklang	➤ Gute Stimmwiedergabe ➤ Atmosphäre wird ansprechend dargestellt ➤ Leichtes Auflösungsproblem im Hochton feststellbar	➤ Stimmwiedergabe qualitativ weit über Preisklassenniveau ➤ Differenzierung zwischen einzelnen musikalischen Elementen wird erschwert
Electro/Dance	➤ Interessante, feine Hochtonwiedergabe mit herausragender Dynamik ➤ Räumlichkeit ➤ Reservieren im Tiefton und untere Eckfrequenz	➤ Kraftvolles, aber elegantes Auftreten ➤ Problemlose Platzierung von Effekten im Hörraum ➤ Detailverliebtheit zeigt deutlich die Schwächen der Aufnahme auf	➤ Nachdruck in allen Frequenzbereichen ➤ Herausarbeitung auch von kleineren Effekten ➤ Raumaufbau	➤ Druckvolle Wiedergabe ➤ Effektpositionierung im Raum gelungen ➤ Genau passender Tiefgang für das Genre	➤ Druckvolle Wiedergabe ➤ Hochfrequenten Elementen werden gut herausgearbeitet ➤ Dynamischer Auftritt
R'n'B	➤ Sehr gute Stimm-Instrumentaldifferenzierung ➤ Präzision im Tief- und Mittelton ➤ Tiefton fällt für das Genre zu früh ab	➤ Erneut sehr gute Stimmwiedergabe ➤ Präzision und Differenzierung im Tieftonbereich ➤ Räumlichkeit	➤ Kraftvolles Auftreten ➤ Stimmwiedergabe, ... ➤ ... die in Einzelfällen leider etwas zum Zischeln neigt	➤ Tieffrequente Bestandteile mit annehmbarer Präzision abgebildet ➤ Stimmverständlichkeit ➤ Hochton klingt zum Teil synthetisch	➤ Dynamik ➤ Einarbeitung von Feinheiten ➤ Präzision im Mittel- und Tieftonbereich verbesserungswürdig
Hip-Hop/Rap	➤ Sehr feine Detailwiedergabe ➤ Stimmen besitzen keine Schärfe und bleiben über lange Zeit angenehm ➤ Prinzipbedingte Schwäche im Tiefton	➤ Feine Differenzierung zwischen vokalen- und instrumentalen Elementen ➤ Kraftvoller Tieftoneinsatz	➤ Herausarbeitung von Details ➤ Trennung zwischen einzelnen musikalischen Elementen gelingt gut ➤ Anflug von Härte im Hochtonbereich	➤ Schnelligkeit im Kickbass ➤ Stimmverständlichkeit	➤ Stimmwiedergabe ➤ Selbstbewusster Auftritt im Tieftonbereich ➤ Wiedergabe von Details
Alternative	➤ Sehr natürliche und neutrale Wiedergabe ➤ Einarbeitung von Hintergrundgeräuschen ➤ Exakte Positionierung von Instrumenten auf der imaginären Bühne	➤ Authentizität bei der Wiedergabe ➤ Räumlicher Aufbau ➤ Auch Hintergrundgeräusche sind präsent	➤ Stimmwiedergabe ➤ Abbildung von kleineren Details ➤ Raum erscheint etwas eingeengt	➤ Detailwiedergabe ➤ Räumlichkeit ➤ Hochtonschwäche	➤ Hochfrequente Schallanteile gelangen unverfälscht ans Ohr ➤ Raumaufbau ist akzeptabel ➤ Mäßige Präzision im unteren Mitteltonbereich
FAZIT	➤ Herausragender Hochtöner ➤ Verarbeitung auf hohem Niveau ➤ Langhörtäuglich	➤ Sehr guter Klang ➤ Erstklassige Verarbeitung ➤ Hoher Preis	➤ Große Dynamikreserven ➤ Plastikfront/LEDs wirken billig ➤ Hochtöner klingt etwas zu hart	➤ Verarbeitung ➤ Pegelreserven/Dynamikqualitäten ➤ Langhörtäuglich	➤ Membranfläche für Tieftmitteltöner ➤ Verarbeitung ➤ Gehäuseabmessungen
	Wertung: 1,72	Wertung: 1,72	Wertung: 2,21	Wertung: 2,35	Wertung: 2,61

*Angaben Hersteller



PCGH testet, ob eine mechanische Tastatur das ideale Eingabegerät für Schnelltipper ist

Flink dank Mechanik?

Viel- und Schnellschreiber benötigen nicht nur ein probates System, sondern auch eine Tastatur, die jede Eingabe optimal umsetzt. Ob ein Modell mit Gummidom-Technik das leistet, zeigt unser Versuch.



Mit dem Speed Test von 10FastFingers, der die Zahl der Worte sowie der Tastendrucke pro Minute misst, können auch Sie Ihre Schreibgeschwindigkeit überprüfen.

Video auf Heft-DVD



Wir haben den Schnellschreibtest, dem sich unsere Redakteure unterzogen haben, mit der Kamera begleitet. Neben einer ausführlichen Erklärung zum Versuchsaufbau finden Sie im Video auch die Kommentare der Test-Tipper zu den verschiedenen Tastaturen im Originalton.



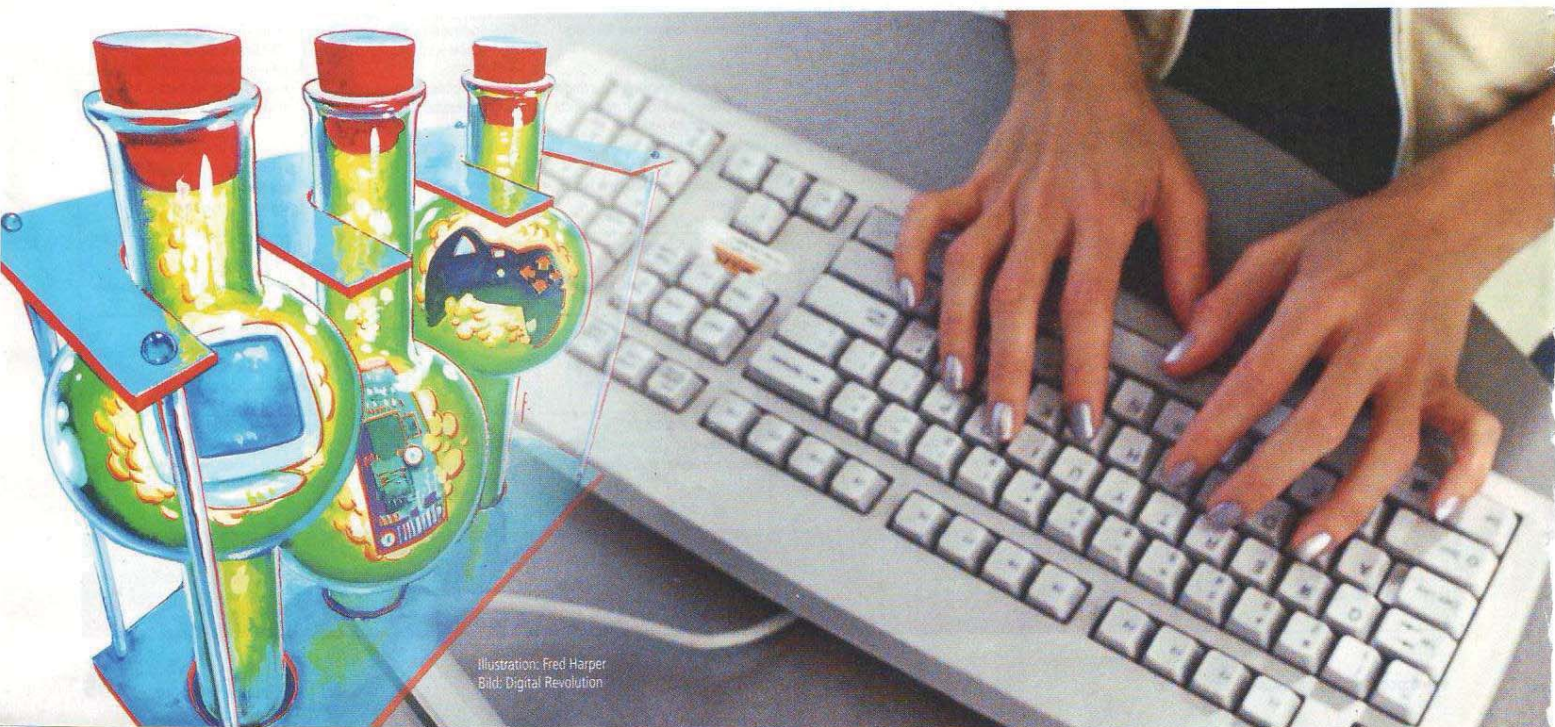
Zwei Faktoren für zügiges sowie fehlerfreies Tippen an der Computertastatur sind der Druckpunkt und der Anschlag der Tasten. Viel- und Schnellschreiber benötigen ein Arbeitsgerät, dessen Anschlag direkt ist und dessen Tastendruckpunkte genau definiert sowie hart bis mittelhart ausfallen. Außerdem sollte das Keyboard eine Handballenablage besitzen, damit Hand und Unterarm bei langen Tipp-Sessions nicht verkrampfen. Davon abgesehen bleibt das Tippgefühl einer Tastatur aber nach wie vor eine subjektive Sache, das gilt auch für die Unterschiede zwischen einer mechanischen Tastatur und einem Pendant mit Gummidom-Technik. Die Tippgeschwindigkeit an beiden Geräten ist jedoch durchaus messbar. Um hier einen Vergleich anzustellen, zitieren wir in unserem Experiment vier Redakteurskollegen zum Tipp-Test.

Mechanik vs. Gummidom

Beim rein technischen Vergleich der beiden Tastaturtypen spricht

zunächst einiges dafür, dass unsere Test-Tipper mit einer mechanischen Tastatur eine höhere Schreibgeschwindigkeit in dem von uns für den Versuch gewählten Speed Test von 10fastfingers (<http://10FastFingers.com/typing-test/german>) erzielen könnten als mit einem Gummidom-Modell. Zum einen muss bei der mechanischen Variante die Taste zum Auslösen nicht komplett bis zum Anschlag heruntergedrückt werden – das spart einiges an Kraft. Zum anderen bietet das mechanische Tastenbrett dank genau festgelegten Aktivierungsdrucks, Auslöse- und Anschlagsweges der zum Einsatz kommenden Tastenschalter (siehe Extrakasten nächste Seite oben) ein individuelles Schreibgefühl.

Das wird dadurch verstärkt, dass man die Wahl zwischen Schaltern mit taktiler Rückmeldung (mit und ohne Klick-Geräusch) und linearer Entsprechung hat. Ob diese Eigenschaften das Schreiben wirklich beschleunigen, wird sich zeigen,





wenn wir unseren Versuch ausgewertet haben.

Der Tipp-Test im Detail

Um zu ermitteln, ob die PCGH-Redakteure Daniel Möllendorf, Daniel Waadt, Reinhard Staudacher und Stephan Wilke auf einer mechanischen Tastatur wirklich schneller schreiben als auf einem Modell mit Gummidom-Technik, dürfen die Kollegen den bereits erwähnten 10FastFingers-Schreibtest mit drei verschiedenen aktuell im Handel erhältlichen Keyboards durchführen. Während bei der Roccat Isku (www.pcgch.de/preis/648485) die Eingabe via Gummidom-Matte an den Controller weitergeleitet wird, sind die Zowie Celeritas (www.pcgch.de/preis/605662) sowie die CM Storm Trigger (www.pcgch.de/preis/753577) mit braunen respektive schwarzen Cherry-MX-Tastenschaltern bestückt (Schaltereigenschaften siehe Extrakasten rechts).

Jeder Redakteur führt im Verlauf des Experiments den Typing Test an allen drei Tastaturen aus, ohne vorher Infos zur Schalterart zu bekommen. Anschließend werden die Ergebnisse notiert (siehe Tabelle unten) und jeder Teilnehmer formuliert ein Fazit, bei dem er zusätzlich aufgrund des persönlichen Tippgefühls schildern soll, welche Tastentechnik zum Einsatz kommt.

Knallharte Konkurrenten

Obwohl wir mit diesem Versuch primär nicht den schnellsten Tipper unter den vier Versuchsteilnehmern ermitteln wollen, setzen diese alles daran, die auf dem Bildschirm angezeigten Worte so zügig wie möglich und ohne Fehler abzuschreiben. Dabei konzentrierten sich die Kollegen auf die Beschaffenheit des Druckpunkts und den Anschlag der Tasten, die speziellen Eigenschaften der mechanischen Cherry-MX-Schalter – linear vs. taktil und 45 g

vs. 60 g Aktivierungsdruck – scheinen nicht alle wahrzunehmen zu haben. So konnten Daniel M. oder Reinhard das Gummidom-Gerät beispielsweise nicht identifizieren.

Das Ergebnis: unerwartet

Unsere Annahme, dass alle Tester mit den beiden mechanischen Tastaturen deutlich schneller als mit dem Gummidom-Pendant tippen, bestätigte sich nicht. Mit 70 Wörtern pro Minute (WPM) schrieb beispielsweise Daniel M. auf der Zowie Celeritas langsamer als auf der mit Gummidom bestückten Roccat Isku, auf der er sogar 85 Worte pro Minute schrieb. Der Wechsel zurück auf die CM Storm Trigger verbesserte weder die WPM-Rate, noch erhöhte das die Anschläge pro Minute. Bei Reinhard stieg die Schreibgeschwindigkeit sogar bei jeder Tastatur von 50 WPM/267 Anschläge pro Minute (Zowie Celeritas) über 54 WPM/281 Anschläge pro Minute (Roccat Isku) auf 67 WPM/340 Anschläge pro Minute bei seinem Favorit, der mit schwarzen Cherry-MX-Schaltern bestückten CM Storm Trigger. Daniel W. stellte seinen Rekord von 98 WPM/495 Anschlägen pro Minute sogar auf dem Gummidom-Keyboard auf. Lediglich Stephan, der wie Daniel W. die mechanischen Geräte richtig identifizierte, lieferte auf allen Geräten die nahezu gleiche Tippgeschwindigkeit ab. (fs)

Fazit

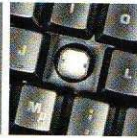


Tastaturen im Tipp-Test

Anders als vermutet, tippt es sich auf einer mechanischen Tastatur trotz der mit genauem Aktivierungsdruck, Anschlag- und Auslöseweg versehenen Cherry-MX-Schalter nicht schneller als mit einem Gummidom-Modell – zumindest nicht, wenn man das individuelle Tippgefühl des Geräts nicht gewohnt ist.

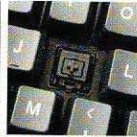
Die Schaltertypen im Detail*

Roccat Isku: Gummidom-Matte



Typ: Linear | Akustisches Feedback: Nein
Auslöseweg: ca. 3 mm | Anschlagsweg: ca. 4 mm
Aktivierungsdruck: 55 g +/- 20 % | Eigenschaften: Der Aktivierungsdruck variiert, da die aus Gummi bestehenden Dome mit längerer Beanspruchung weicher werden. Damit ändert sich auch das Tippgefühl.

CM Storm Trigger: Cherry MX Black (mechanisch)



Typ: Linear | Akustisches Feedback: Nein
Auslöseweg: 2 mm | Anschlagsweg: 4 mm
Aktivierungsdruck: 60 g | Eigenschaften: Die schwarzen Cherrys besitzen den höchsten Pressdruck. Der Auslöse- und Freigabepunkt liegt auf derselben Position, das erlaubt schnelle Mehrfachbetätigungen.

Zowie Celeritas: Cherry MX Brown (mechanisch)



Typ: Taktil | Akustisches Feedback: Nein
Auslöseweg: 2 mm | Anschlagsweg: 4 mm
Aktivierungsdruck: 45 g | Eigenschaften: Wer sich für die braune Cherry-MX-Variante entscheidet, möchte eine leicht spürbare (taktile) Rückmeldung für die Aktivierung des Schalters nach dem halben Druckweg.

Meine Erfahrung beim Tipp-Test mit unterschiedlichen Tastaturen

Derzeit bin ich im Büro eine Cherry G-83-6105LRNDE-1 mit Gummidom, aber harten Anschlag gewohnt und fühlte mich daher im spontanen Schreib-Vergleichstest mit den schwarzen Cherry-MX-Tastenschaltern der CM Storm Trigger am wohlsten. Auf der Zowie Celeritas schreibt es sich zwar ebenfalls gut, beim Tippen habe ich die Tasten aber – dem Namen entsprechend – zu schnell durchgedrückt. An den geringen Aktivierungsdruck müsste ich mich erst herantasten. Mit der Roccat Isku war ich grundsätzlich zufrieden, die eher glatten Tasten und der etwas schwammige Druckpunkt erfordern aber etwas mehr Konzentration. Für den Dauereinsatz würde ich daher die Cherry-MX-Modelle bevorzugen. Der Spielbetrieb wurde beim Kurztest zwar nicht unter die Lupe genommen, subjektiv würde ich mich aber für die CM Storm Trigger entscheiden, wenn mal spontan eine Runde UT 2004 ansteht, denn für Spezial-Combos muss in dem Titel dieselbe Taste vielmals schnell hintereinander betätigt werden. Die beste Empfehlung für schnelles und fehlerfreies Tippen: Lassen Sie sich nicht von Kollegen beobachten und dabei filmen ;)



»Kollegen sind beim Tipp-Test ein größerer Störfaktor als schwammige Druckpunkte.«

Stephan Wilke, Fachbereich Overclocking

Auswertung PCGH experimentiert: Tastaturen im Tipp-Test*

Name des Redakteurs	Wörter pro Minute (WPM)**	Tastenanschläge insgesamt**	Persönliches Fazit: Mechanik vs. Gummidom-Technik
Daniel Möllendorf	70/85/85	362/426/437	Die Messwerte passen gut zum subjektiven Tippgefühl und daher hat mir die Roccat-Tastatur am besten gefallen. Hier stimmt der Druckpunkt, der bei der (mechanischen) CM Storm Trigger etwas zu schwammig ist und das Schnellschreiben erschwert.
Daniel Waadt	86/98/88	445/495/442	Trotz Gummidom-Technik ist die Roccat Isku mein persönlicher Favorit. Die Tasten sind relativ flach und der Anschlagsweg ist kurz, das spart Zeit. In der Arbeit und privat nutze ich sogar ein Logitech-Modell mit flachen Notebook-Tasten.
Reinhard Staudacher	50/54/67	267/281/340	Die mit dem schwarzen Cherry-MX-Schaltern bestückte CM Storm Trigger bietet den besten Druckpunkt. Daher kann ich mit diesem Keyboard am schnellsten tippen, das bestätigen ja auch die Messwerte.
Stephan Wilke	85/87/85	444/433/457	Gummidom-Technik ermöglicht eine gute Schreibleistung, die mechanischen Tastaturen vermitteln aber dennoch ein präziseres Gefühl beim Tippen: Mit etwas Gewöhnung halte ich fehlerfreie 100 WPM für möglich.

* gemessen mit: 10FastFinger Speedtest (<http://10fastfingers.com/typing-test/german>) ** Zowie Celeritas/Roccat Isku/CM Storm Trigger

Robuste Outdoor-Speichermedien im Extremtest

Getränkt und getreten

Manche externen Festplatten oder USB-Sticks sind extrem robust, bieten hohe Kapazitäten und sind USB-3.0-kompatibel – handelt es sich dabei also um die perfekten Speichermedien?



An diesen Orten wurde getestet

Um eine große Vielfalt an Umweltbedingungen abzudecken, wurden verschiedene Klimazonen zum Test simuliert.

In unserem Praxistest begeben wir uns in Wald-, Sumpf- und Flusslandschaften – perfekt zur Überprüfung der Feuchtigkeitsresistenz und Wasserfestigkeit der Speichermedien. Auch Gebirge mit ihren schroffen Felsen spielen in unserem Test eine wichtige Rolle, denn diese sind ideal für einen Sturzttest. Doch auch der Einsatz am Strand mit viel Sand, der mechanischen Bauteilen oft zusetzt, ist eine interessante Extremtest-Situation. Bewegen wir uns in Richtung Nordpol, wird es eisig – also warum nicht auch einen Eistest? Letztendlich bleibt noch der Dschungel mit seiner hohen Luftfeuchtigkeit. Auch hier haben wir die optimale Umgebung für eine Simulation gefunden.



Neben regulären externen Speichermedien und USB-Sticks gibt es auch Modelle, die als outdoorfest angepriesen werden. Dabei setzten die für den Outdoor-Einsatz konzipierten Geräte wie der Adata Dashdrive HDD oder der Corsair Voyager GT-USB-Stick auf ein schick gestaltetes Gehäuse, das nicht nur wasser-, sondern auch sturzresistent ist. Wie sich Adata's outdorffeste externe Festplatte respektive Corsairs USB-Stick im Alltag bewähren, klärt unser Extremtest.

Gibt es Vorteile im Alltag?

Natürlich fragt sich der Käufer, was ihm persönlich ein extra robustes Outdoor-Speichermedium für den Einsatz im Alltag bringt und ob die wasserdichte Hülle wirklich nötig ist? Grundsätzlich braucht man die Exoten nicht, trotzdem bieten ihre speziellen Gehäuse Vorteile. Bei einer regulären externen Festplatte im Alugehäuse führt beispielsweise schon ein Sturz aus einer geringen Höhe zu einem Totalschaden inklusive Datenverlust. Die feinmechanischen Bauteile stecken massive

Krafteinwirkungen nur selten ohne Weiteres weg. Das Gehäuse von outdoor-festen Festplatten wurde dagegen so entworfen, dass es größere Krafteinwirkungen aushält und so den Datenträger im Inneren schützt. Genauso wie Krafteinwirkungen schaden auch Feuchtigkeit oder Wasser den externen Speichermedien, was unter Umständen zum Defekt führen kann. Haben Sie beispielsweise den USB-Stick beim Waschen in der Hosentasche gelassen oder ist er irgendwo wortwörtlich Baden gegangen, sind bei einem nicht speziell gegen Feuchtigkeit und Flüssigkeiten abgedichteten Medium die Daten verloren.

Mögliche Käufer

Eine eng eingegrenzte Zielgruppe für outdoor-feste Laufwerke lässt sich nicht ausmachen: Eigentlich kann jeder so ein Laufwerk gebrauchen. Trotzdem bieten sich die robusten Speichermedien vor allem für Leute an, die ihre wichtigsten oder persönlichsten Daten immer mit sich führen wollen, wie Geschäftsleute, Programmierer oder

Designer. Möglicherweise sind die Outdoor-Spezialisten aber auch für Sportler, Mitarbeiter in Forstbetrieben, Geologen, Archäologen, Mountainbiker oder Wanderer interessant.

Warum sind die Laufwerke outdoorfest?

Um die Standard-Festplatte im Adata Dashdrive vor Verunreinigungen von Sand oder Wasser zu schützen und Stoßfestigkeit zu garantieren, setzt der Hersteller auf einen Silikonrahmen, der zugleich das Dashdrive auch optisch aufwertet. Zusätzlich ist der USB-3.0-Anschluss durch eine Gummikappe geschützt. Corsair spendiert dem Voyager GT ein wasserdichtes Vollgummi-Gehäuse, das Stöße abfedert. Der USB-3.0-Anschluss verbirgt sich hier unter einer Kappe, die beim Outdoor-Einsatz natürlich verschlossen sein sollte.

Der Extreme Outdoor-Test

Das Adata Dashdrive sowie der Corsair Voyager GT mussten sowohl in Sturzttests als auch in diversen Wasser- und Verunreinigungstests ihre

Robustheit an verschiedenen klimatischen Orten (siehe oben) beweisen. Dabei überlebte das Dashdrive einen Sturz aus sieben Metern Höhe, ein Bad im Schlamm sowie in der Pfütze. Zusätzlich traktierten wir das Gerät mit Eiswürfeln und 70 Kilo Gewicht. Der Corsair Voyager GT landete ebenfalls in einer Pfütze und wurde aus einem acht Meter hohen Fenster geworfen. Darüber hinaus verwendeten wir ihn als Ersatzlöffel, um den Kaffee umzurühren. Beide Geräte haben in unseren Extremtests einiges aushalten müssen, arbeiteten anschließend jedoch fehlerfrei und konnten problemlos wieder eingesetzt werden. (jf)

Fazit

Hardware
TEST

Robuste Allzweckbegleiter

Dank ihrer speziell gefertigten Gehäuse beweisen Outdoor-Speichermedien nicht nur in der freien Natur, sondern auch im Alltag ihre Robustheit. Datenverlust durch einen Sturz der Geräte vom Tisch oder durch ein Bad im Kaffee gehört so der Vergangenheit an.

WERBUNG



! Alle Arbeiten
geschehen
auf eigene
Gefahr.



Bild: Adbox

Klare Sicht auf spiegelnde Displays mit Anti-Reflex-Folien

Displays entspiegeln

Sie haben genug von Ihrem glänzenden Flachbildschirm? Dann gönnen Sie Ihrem digitalen Spiegelersatz doch einfach eine Anti-Reflex-Folie. Wir sagen Ihnen, worauf Sie dabei achten müssen.

Zahlreiche Notebook- und LCD-Hersteller liefern ihre Produkte seit Jahren mit stark spiegelnder Oberfläche aus. Was von den Marketingabteilungen mit den Modebegriffen CrystalBrite, SuperFine, UltraSharp oder VibrantView umworben wird und angeblich für höhere Kontraste sowie sattere Farben sorgen soll, stellt sich in der Praxis oft als teurer Schminkspiegel heraus. Während der Einsatz im Büro schon allein aus ergonomischen Gründen nach der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) kategorisch ausgeschlossen wird, kann die Verwendung im privaten Bereich im abgedunkelten Raum und mit kontrollierter Lichtquelle noch erträglich sein. Dennoch haben einige Unternehmen inzwischen den Bedarf der Anwender erkannt und bieten sogenannte AR-Folien (Anti Reflex) zur Selbstmontage für Notebooks und auch für großformatige LC-Displays an.

Wieso spiegeln Displays?

Nach der ISO-Norm 9241-7 werden Displays anhand ihres Reflexionsverhaltens in drei Klassen eingestuft. Die gering spiegelnden (Business-)Monitore gehören der Klasse I an, stark spiegelnde LCDs dementsprechend der Klasse III. Frisch vom Fertigungsband der Produktionsstraße spiegeln allerdings alle Monitore zunächst gleich stark bzw. schwach. Die verwendeten Glasplatten der Panels (TN, IPS, VA) reflektieren im jungfräulichen Zustand ohne nachträgliche Mattierung einen großen Teil des Umgebungslichts, wodurch die eigentlich höheren Kontrastwerte ins Bodenlose sinken. Bei einem Glare-Display wird die Oberfläche zusätzlich noch auf Hochglanz poliert. Dadurch steigt zwar die maximale Helligkeit des Displays, die Wahrnehmung eines erhöhten Schwarzwertes täuscht jedoch. Ebenso ist der wahrgenommene

Kontrastwert auf Hochglanz-Monitoren mit optimalen Lichtverhältnissen nur subjektiv höher. Im Freien unter der Sonne oder mit heller Lichtquelle im Rücken wird die Arbeit an einem Glare-Display durch die starken Spiegelungen und die damit einhergehenden schlechten Kontraste zur Farce.

Nachteile einer AR-Folie

Die Nachteile einer AR-Folie lassen sich recht schnell zusammenfassen. Einerseits entstehen natürlich für das benötigte Material (Folie, Handschuhe, Reinigungsmittel) Zusatzkosten, andererseits ist ein gewisser Helligkeitsverlust durch die zusätzliche Schicht unvermeidlich. Mit den 4ProTec-Folien von HSW300 lag der Helligkeitsverlust bei 8 cd/m² (Medion Akoya P6631) bzw. 10 cd/m² (HP 2210i). Außerdem ist ein minimaler „Kristall“-Effekt durch das Folienmaterial beim Betrachten aus nächster Nähe erkennbar.

Vorteile einer AR-Folie

Dennoch überwiegen die Vorteile. Der Effekt der Folie ist sofort sichtbar und sehr überzeugend. Die Reflexionen werden extrem reduziert und der Monitor dadurch vielseitiger einsetzbar. Die Abhängigkeit von einer speziellen Beleuchtung in der Umgebung ist verschwunden. Die flexiblere Wahl der Sitzposition ermöglicht entspanntes und ermüdungsfreies Arbeiten. Obendrein wird das Display durch die Folie gegen äußere Beschädigungen geschützt. Für diesen Zweck gibt es aber auch spezielle Schutzfolien.

Markenqualität vom Profi

Im Internet gibt es zahlreiche Anbieter von Display-Folien. Einige Trittbrettfahrer versuchen, mit Billigprodukten ein Stück vom Kuchen abzubekommen, sie verschwinden aber meist innerhalb kürzester Zeit oder werden mit miserablen Bewertungen in den gängigen Online-



Notebook Medion Akoya P6311

Kollege Vötters Ventilator steht Modell: Ohne AR-Folie erreichte das 15,6-Zoll-Notebook eine Helligkeit von 180 cd/m². Mit Folie sind es noch 172 cd/m².



Monitor HP 2210i

Der 22-Zöller HP 2210i kam an unserem Test-PC ohne Folie auf 125 cd/m². Mit 4ProTec-Folie von HSW3000 sind es immerhin noch 115 cd/m².



Portalen bestraft. Gute Qualität zahlt sich auch hier aus. Investieren Sie daher lieber ein paar Euro mehr und setzen Sie auf Marken-Folien von Dipos, Folix, Moshi, Hama oder HSW3000. Je nach LCD-Modell und -Größe variiert der Preis der Folien von 20 (15 Zoll) bis knapp über 30 Euro (22 - 24 Zoll). Trauen Sie sich die Montage selbst nicht zu, gibt es Anbieter wie TD Components, die Ihnen auch hier behilflich sind. Hier schwankt der Preis (ohne Folie und Versandkosten) zwischen 20 Euro für den 15-Zöller und 40 Euro für ein 22-Zoll-Display.

Maßfertigung

Ist Ihr Display beim Händler Ihres Vertrauens nicht aufgeführt, können Sie eine Maßfertigung die Lösung sein. Geben Sie beim Durchgeben der Maße fürs Zuschneiden aber im Zweifel lieber 1 mm weniger in Höhe und Breite an. So vermeiden Sie im Anschluss Probleme bei der Montage. Folien zum Selberschneiden sind nicht zu empfehlen. Das Ergebnis weicht zu schnell von der Wunschvorstellung ab und sorgt nicht nur für unnötigen Frust, sondern auch für unschöne Fransen an den Schnittstellen. (mh)

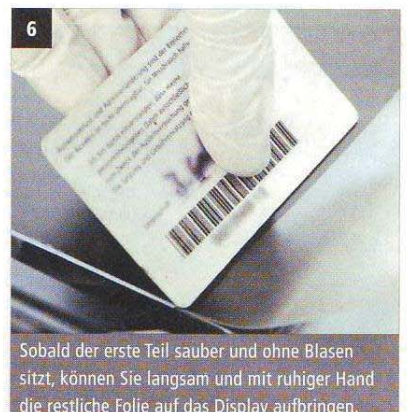
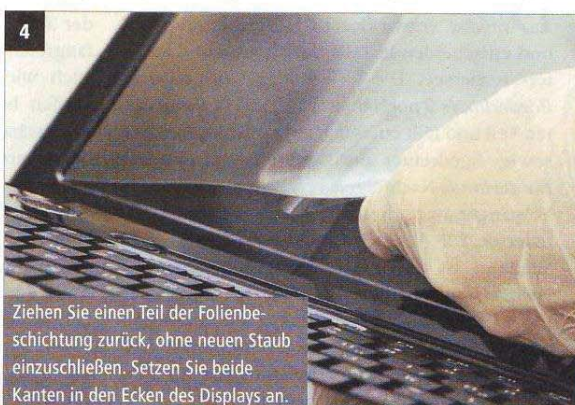
Fazit

Hardware

Anti-Reflex-Folien

Wenn Sie einen spiegelnden Monitor haben, mit dem Sie ansonsten zufrieden sind, stellt eine AR-Folie die ideale Lösung dar. Sind Sie aber ohnehin auf der Suche nach einem Neugerät, greifen Sie lieber gleich zu einem LC-Display mit mattierter Oberfläche. Ohne Reinraum und ruhige Hand kann die Montage schnell in Anstrengung ausarten.

Montage der Anti-Reflex-Folie



Spiele & Software

Spiele, Software, Tools, Windows, Freeware, Praxistipps

www.pcgameshardware.de/spiele



Frank Stöwer
Fachbereich Spiele
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Die Kugel rollt wieder! Wie ein Kickstarter-Projekt die Flipper-Verrücktheit in mir neu weckt.

Ich verrate Ihnen jetzt nicht, wie alt ich bin, aber zu meiner Zeit als Heranwachsender steckte die Video- und Computerspiel-Industrie noch in den Kinderschuhen. Natürlich wurde da schon elektronisch gezockt und mich haben neben den Videospiel-Automaten mit *Track & Field*, *Gala-ga* oder *Space Invaders* vor allem die vielen Flipper in den Spielhallen oder Kneipen fasziniert. So manche Mark und Stunde meiner Freizeit habe ich in die Geräte investiert und erst mit dem legendären *Pinball Dreams* konnte ich dieser Leidenschaft auch am PC fröhnen – wobei die Optik und das typische Flipper-Feeling dem Original nur bedingt entsprachen. Mit der Zeit hatten Computerspiele, speziell Shooter und Action-Titel, eine immer bessere und wirklichkeitsgetreuere Grafik und so geriet meine Flipperleidenschaft in Vergessenheit. Als jedoch das Team Silverball am 5. September 2012 eine Kickstarter-Kampagne zur Finanzierung des Revivals und der Überarbeitung von *Pro Pinball* startete, war sie plötzlich wieder da. 400.000 US-Dollar sollen für eine Wiederauflage der Reihe mit einem brandneuen *Pro Pinball*-Flippertisch gesammelt werden. Auch ich werde bestimmt ein paar Dollar spenden, das ist mir die Wiedererweckung einer fast schon vergessenen Passion allemal wert.



Verkaufs-CHARTS*

Platz	Titel	Hersteller
1.	Guild Wars 2	NCSOFT
2.	Die Sims 3: Supernatural LE	Electronic Arts
3.	Diablo 3	Blizzard
4.	Battlefield 3 Premium	Electronic Arts
5.	Die Sims 3	Electronic Arts
6.	Geheimakte 3	Deep Silver
7.	Battlefield 3	Electronic Arts
8.	Darksiders 2 – First Edition	THQ
9.	The Elder Scrolls 5: Skyrim	Bethesda
10.	Dark Souls – Prepare to Die Edition	Namco Bandal

* Quelle: Saturn, Top 20 vom 15.9.2012



Borderlands 2

Gearbox schnürt ein gutes, witziges und vor allem unterhaltsames Ballerspaß-Paket. Große Innovationen dürfen Sie allerdings nicht erwarten.

Die Kritiken am Vorgänger hat sich der texanische Entwickler zu Herzen genommen und entscheidende Teile des Open-World-Shooters verbessert. Die Welt von Pandora wird in *Borderlands 2* noch bunter inszeniert als im ersten Teil und fällt ein Stück abwechslungsreicher sowie abgedrehter aus. Generell zeigt sich der *Borderlands*-Nachfolger, verglichen mit seinem Vorgänger, optisch gereift, denn die per modifizierter UE 3 gerenderte Comic-Optik (Cell Shading) ist noch vielseitiger. PC-Spieler mit Nvidia-Grafik-Hardware können sich sogar über visuell gelungene Physx-Effekte wie realistisch im Wind wehende Stoffbahnen, spritzende und an Oberflächen herunterrinnende Flüssigkeiten sowie unzählige Partikeleffekte freuen.

Wie bei Teil 1 nimmt auch in *Borderlands 2* der Humor eine zentrale Stelle ein – über die absurden und skurrilen Bewohner Pandoras kann wieder herzlich gelacht werden. Der Shooter führt Sie fast im Minutentakt in schräge Situationen mit durchgeknallten Charakteren und zum Schreien komischen Momenten. Das gilt ganz besonders für die Missionen, die fast ausnahmslos eine kleine, unterhaltsame Story präsentieren und

mithilfe von animierten Sequenzen und klasse vertonten Dialogen zusammengehalten werden. Vor allem die liebevoll vorgetragenen Nebenmissionen, die Sie quer durch die Spielwelt jagen, sind eine positive Überraschung. Überhaupt fällt der Titel mit gut 40 Stunden Spielzeit sehr umfangreich aus. Natürlich stehen in *Borderlands 2* auch wieder unzählige, per Zufall generierte Waffen bereit. Jede Kanone hat verschiedene Eigenschaften und Attribute wie Magazingröße oder Durchschlagskraft. Das weckt erneut den Sammeltrieb und lädt zum Experimentieren ein. Was dagegen stört, sind der schwankende Schwierigkeitsgrad, die teils langen Laufwege sowie das umständliche Schnellreisesystem. Außerdem gibt es einige profilarme Helden mit langweiligem Skill-System. (fs)

Borderlands 2

FAZIT: *Borderlands 2* führt die Tradition des Vorgängers fort und präsentiert einige Verbesserungen, die den Unterhaltungswert des Open-World-Shooters steigern. Trotz fehlender Innovationen bleibt das Spiel ein gelungenes Ballervergnügen in einer abgedrehten Welt, das Sie in seinen Bann zieht.

Genre: Ego Shooter | Web: www.borderlands2.com | Technik: UE 3 modifiziert, nur DX9, Physx-Effekte, Cell-Shading-Grafik, FXAA | PCGH-Hardware-Empfehlung: FX-8120/Core i5-3570K, GTX 560 Ti/HD 6950, 4 GiB RAM

WERTUNG

1,65

Battlefield 3: Armored Kill im Test

Der seit dem 11. September verfügbare BF-3-DLC bietet große Fahrzeuge, dicke Geschütze sowie riesige Karten. Wir stürzten uns in Schlachtgetümmel.

Die mit *Armored Kill* debütierenden Karten Alborz Mountains (Schnee), Death Valley (Nacht), Bandar Desert (Wüste/Strand) und Armored Shield (freie Grasfläche), setzen durch ihre pure Größe die Bewegung per Fahrzeug voraus. Besonders auf Bandar Desert laufen Sie minutenlang von einem zum anderen Punkt, ohne einen einzigen Gegner zu treffen. Passend dazu gibt es neue Vehikel – von der mobilen Artillerie bis hin zum schweren Panzer. Dabei hat der DLC für alles Kampfgerät über 20 neue Freischaltungen auf Lager. Besonders das Gunship, ein schwer bewaffnetes Flugzeug, sticht dank seiner Feuerkraft aus der Masse heraus, wird aber per Patch wieder eingeschränkt. Wie schon beim Hauptspiel stimmt auch beim Add-on die Inszenierung, die Beleuchtung und der Sound. Insgesamt liefert *Armored Kill* vier neue Karten, den Spielmodus Panzerschlacht sowie immerhin die größte Karte der Battlefield-Geschichte. Damit schafft das Spiel es auf jeden Fall, den Shooter-Fan bestens zu unterhalten. (fs)

Spieleneuheiten

Wer diesen Monat eine Spieleneuanschaffung plant, hat die Wahl zwischen acht Titeln mit mindestens einer Viersternebewertung. Unsere Auszeichnung geht mit einem knappen Vorsprung an *Borderlands 2*. Wer kein Shooter-Fan ist, findet mit *PES 2013* und *FIFA 13* empfehlenswerte Fußballsimulationen, MMORPG-Spieler können bedenkenlos zu *Guild Wars 2* greifen. (fs)

Wertung	Titel	Publisher	Erscheinungstermin
*****	Borderlands 2 (Spiel des Monats)	2K Games	20. September 2012
*****	Dark Souls – Prepare to Die Edition	Namco Bandai	24. August 2012
*****	Guild Wars 2	NCSOFT	28. August 2012
*****	Pro Evolution Soccer 2013	Konami	20. September 2012
*****	FIFA 13	Electronic Arts	27. September 2012
*****	F1 2012	Namco Bandai	21. September 2012
*****	Counter Strike: Global Offensive	Valve	21. August 2012
*****	Transformers: Untergang von Cybertron	Activision	24. August 2012



MEDAL OF HONOR WARFIGHTER – GEWINNSPIEL

1. Preis:

MoHW-Gaming-PC von Corsair

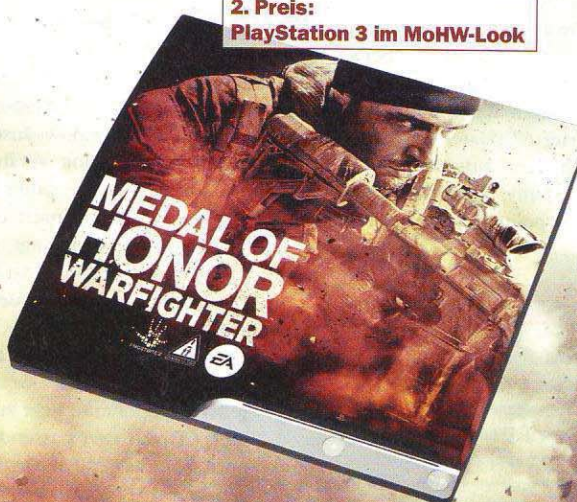
CPU:	AMD FX4170
Grafik:	Sapphire AMD RADEON HD7950
Speicher:	Corsair Vengeance 8GB Dual Channel
Mainboard:	ASUS Sabertooth 990FX
Festplatte:	Corsair Force Series 3 60GB SSD
Gehäuse:	Corsair Graphite Series 600T
Netzteil:	Corsair GS Series GS700
Kühlung:	Corsair Hydro Series H80

Passend zum Release von *Medal of Honor: Warfighter* am 25. Oktober verlosen wir in Zusammenarbeit mit Electronic Arts tolle Preise zum Shooter aus dem Hause Danger Close. Mitmachen ist ganz einfach: Steuern Sie einfach unsere Produktseite zu *Warfighter* unter www.pcgames.de/go/medalofhonor an. In allen dort verlinkten Artikeln tauchen zufällige *Medal of Honor*-Bilder auf. Wenn Sie ein solches finden und es anklicken, gelangen Sie auf die Gewinnspiel-Seite, wo Ihnen das weitere Prozedere erklärt wird.



2. Preis:

PlayStation 3 im MoHW-Look



3. Preis:

MoHW-Maglite & -Kapuzenpullover



4. bis 10. Preis:

jeweils ein MoHW-T-Shirt



TEILNAHME AM GEWINNSPIEL

Teilnahmeberechtigt sind alle PC-Games-Leser mit Ausnahme der Mitarbeiter der Sponsoren und der COMPUTEC MEDIA AG. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Preise können nicht bar ausgezahlt werden. Der Teilnehmer erklärt sich damit einverstanden, dass im Gewinnfall sein Name abgedruckt wird. Wie Sie teilnehmen können, entnehmen Sie dem Kasten oben. Viel Glück!
Teilnahmeschluss: 29. Oktober 2012



Alle Arbeiten
geschehen
auf eigene
Gefahr.



Treiber, Updates und Programme noch vor der Installation in Windows 7 integrieren

Windows voll integriert

Nach einer Windows-Installation fehlen nicht nur Treiber für SATA III und USB 3.0, sondern auch Programme und Updates. Mit ein wenig Vorarbeit sehen Sie der nächsten Installation gelassen entgegen.

Windows-Installationen sind ein notwendiges Übel und gehören zum Computeralltag eines jeden Anwenders wie das Amen in der Kirche. Spätestens beim Tausch der Hardware-Komponenten oder nach einem kompletten Systemausfall steht die zeitaufwendige, mühselige und teilweise auch nervenaufreibende Installationsarbeit unmittelbar bevor. Auch Komplett-PC-Käufer sind trotz mitgelieferter Recovery-DVD nicht zwingend davor gefeit und ärgern sich mitunter

über die unnötigen vorinstallierten Programme, die Hersteller gerne im Software-Lieferumfang eines Geräts mitliefern. Auf einer individuell erstellten Windows-Boot-CD/-DVD sind dagegen nur die Software-Bauteile vorhanden, die Sie sich wünschen. Ebenso birgt die Neuinstallation von einer jungfräulichen Windows-DVD ohne integrierte Updates Gefahren. Direkt nach dem Aufspielen eines mehrere Jahre alten Betriebssystems droht beim ersten Internet-Zugriff

die Infektion mit Viren und anderer Malware. Mit einer vorgefertigten Windows-7-DVD samt integrierter Updates wird dieses Risiko deutlich reduziert.

Neue Hardware seit SP 1

Windows 7 hat mittlerweile einige Jahre auf dem Software-Buckel. Die integrierte Treiberbibliothek ist nach der Windows-Installation meist hoffnungslos veraltet, und der Gerätemanager daher übersät mit Hardware, die nach den passenden Treibern verlangt, um ihre volle Funktion erfüllen zu können. Darunter fallen unter anderem die Treiber für Mainboard-Chipsatz, Netzwerkkarte, Soundkarte, USB-3.0-Controller und Grafikkarte. Jeder Komponente liegt zum Kauf eine CD mit den passenden Treibern bei, die jedoch nach mehreren Jahren Betrieb ebenfalls zum alten Eisen gehören. Mit Treibern aus dem Internet, vornehmlich von

der Herstellerseite des Produktes, fahren Sie deutlich besser und holen nicht nur mehr Leistung aus GPU, CPU und Co., sondern sorgen auch für eine erhöhte Gesamtstabilität des Systems.

Windows 8

Mit Windows 8 wird sich das Prozedere nicht ändern. Direkt zum Verkaufsstart des Betriebssystems sind die Treiberbibliotheken zwar noch prall gefüllt und dürften auch neuere Hardware zuverlässig erkennen, doch spätestens nach wenigen Monaten versagt auch hier die automatische Installation. Daher lohnt sich in jedem Fall die Suche nach den aktuellen Treibern. Ebenso sind bereits die ersten Updates für Windows 8 auf Microsofts eigenem Update-Portal erhältlich, die primär einige Sicherheitslücken stopfen. Glaubt man übrigens den Gerüchten der letzten Wochen, wird Microsoft wohl nicht mehr auf die

Video auf Heft-DVD



Auf der Heft-DVD finden Sie eine Anleitung zur Einrichtung Ihrer eigenen Windows-7-Boot-DVD mithilfe des kostenlosen Programms RT Seven Lite. Dabei erklären wir Ihnen schrittweise, wie Sie das Service Pack 1, Treiber, Updates sowie Programme in Ihre DVD integrieren.





unregelmäßige Veröffentlichung von Service Packs setzen, sondern nur noch einzelne größere Updates zum Download bereitstellen. Die Service Packs stellten bislang für jedes Betriebssystem eine Art Meilenstein in der Update-Chronologie dar, anhand derer man auf einen Blick die Aktualität des installierten Betriebssystems erkennen konnte. Diese gebündelten Update-Pakete vereinten in sich die zum damaligen Zeitpunkt wichtigsten Aktualisierungen für mehr Sicherheit, Stabilität und Kompatibilität.

Die richtige Vorbereitung

All die mühsamen Arbeitsschritte bis hin zum fertig installierten PC lassen sich mit ein wenig Vorbereitung deutlich reduzieren. Wissen Sie bereits, welche Hardware Sie sich demnächst zulegen und dass Sie weiterhin Windows 7 verwenden wollen? Dann können Sie ohne Umschweife mit den Software-Planungen beginnen. Sollten Sie noch nicht über die benötigte Windows-7-DVD verfügen, laden Sie sich einfach das entsprechende ISO-Archiv von der Microsoft-Homepage herunter. Erstellen Sie am besten auf Ihrer lokalen Festplatte einen separaten Ordner (etwa „Boot-DVD“) mit eindeutig benannten Unterordnern für die entpackten Windows-Dateien, Treiber, Updates und Ihre bevorzugten Programme. So müssen Sie bei der Erstellung der Boot-DVD nicht mit mehreren Programm- und Treiber-CDs hantieren und verirren sich auch nicht im falschen Verzeichnis. Treiber und Programme laden Sie möglichst in aktueller Version von der Herstellerseite herunter, Windows-Updates und das Service Pack 1 gibt es unter anderem auf der Homepage von Microsoft als Download. Achten Sie aber bei der Auswahl darauf, dass Sie auch die korrekte Version der Updates erwischen: Ein Service Pack für die 64-Bit-Version lässt sich natürlich nicht auf ein 32-Bit-Windows draufbügeln.

Die richtige Programmwahl

Sind alle Software-Utensilien beisammen und in übersichtlicher Struktur auf der Festplatte abgelegt, bleibt nur noch die Wahl des richtigen Werkzeugs zur Erstellung der Boot-DVD. Microsoft bietet seit Windows Vista das *Windows Automated Installation Kit (WAIK)* kostenlos an, das sich in seiner Bedienung aber vornehmlich an

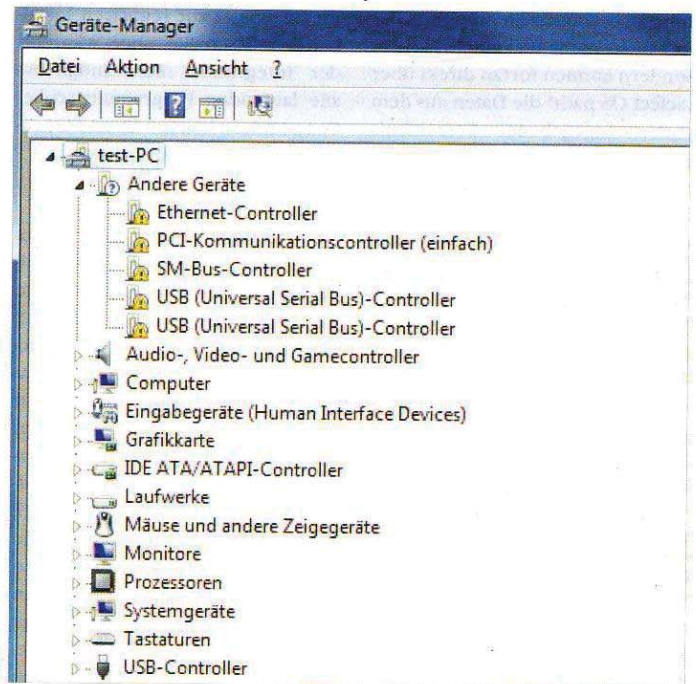
Systemadministratoren und IT-Profis richtet. Für Privatanwender finden sich im Internet deutlich benutzerfreundlichere Programme wie *Ultimate Updater*, *NLite* oder *RT Seven Lite*. Mit Hilfe dieser Tools können auch Privatanwender ohne großen Aufwand eine eigene bootfähige Windows-DVD erstellen. Die Programme unterscheiden sich primär in ihrer Oberfläche und dem Funktionsumfang. Während manche Tools nur grundlegende Funktionen wie die Integration von Windows-Updates und Treibern anbieten, lassen andere dem Benutzer freie Hand bei der Modifikation des Betriebssystems. So lassen sich Windows-Dienste deaktivieren, der Boot-Screen individuell anpassen oder auch mitunter störendes Beiwerk wie Media Player, Outlook Express oder Internet Explorer noch vor der Installation dauerhaft entfernen. Wer sich außerdem das Eintippen von PC-Name, IP-Adresse, Benutzername oder Lizenzschlüssel während der Installation ersparen will, legt einfach alle Daten schon im Vorfeld auf dem Datenträger ab.

RT Seven Lite

Unsere Wahl aus der Vielzahl an Programmen fiel auf *RT Seven Lite*. Überzeugt hat uns das kostenlose Tool letztendlich mit seinem vollständigen Funktionsumfang und der verständlichen Benutzeroberfläche. Anfangs fühlt man sich vielleicht ob der gebotenen Optionsvielfalt sogar etwas erschlagen, doch bereits nach wenigen Minuten findet man sich problemlos zurecht und beginnt, an seiner Windows-DVD zu basteln.

Schritt für Schritt

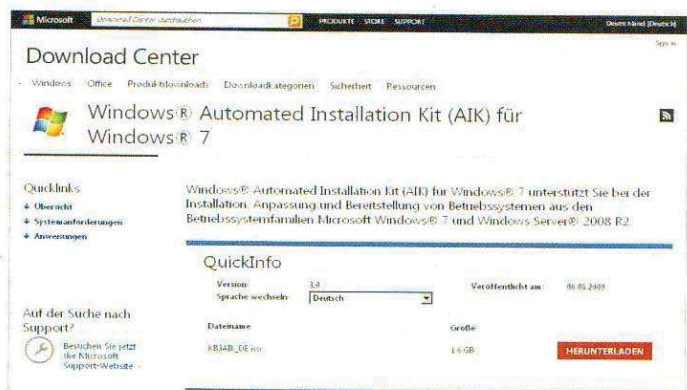
Im ersten Schritt lassen sich noch Oberflächlichkeiten wie Sprache, temporäres Arbeitsverzeichnis und Systemwiederherstellungspunkt einstellen, erst über den „Browse“-Button geht es ans Eingemachte: Über „Select OS path“ geben Sie den Pfad zum Ordner mit den entpackten Windows-Dateien an. Dabei ist es unerheblich, ob die Daten von einer Windows-7-DVD (keine Recovery-DVD) kopiert oder aus einer Windows-ISO-Datei entpackt wurden. Liegen die Daten noch verpackt in einem ISO vor, wählen Sie „Select ISO file“. *RT Seven Lite* entpackt darauf die Daten in ein frei wählbares Verzeichnis. Wollen Sie nach den ersten Arbeiten noch Änderungen an Windows 7 durch-



So sah unser Gerätemanager nach einer typischen Installation von Windows 7 aus. Mit der Treiberintegration gehört dieses Szenario der Vergangenheit an.



Eine im Vorfeld sauber angelegte Ordnerstruktur für die benötigten Software-Pakete erleichtert die Zusammenstellung und das Finalisieren der Windows-7-Boot-DVD.



Microsoft bietet seit Windows Vista das *Windows Automated Installation Kit* an. Das 1,6 GiByte große Software-Paket wird primär von Systemadministratoren genutzt.



führen, brauchen Sie übrigens das ISO nicht mehr neu zu entpacken, sondern können fortan direkt über „Select OS path“ die Daten aus dem vorher angegebenen Verzeichnis einlesen. Alle zuvor getätigten Anpassungen und integrierten Software-Pakete bleiben ebenso gespeichert und müssen nach dem Aufruf nicht erneut vorgenommen werden. Beim ersten Einlesen des Betriebssystems in *RT Seven Lite* geben Sie noch die gewünschte Windows-7-Version an. In unserem Fall nutzten wir *Windows 7 Professional* in der 32-Bit-Variante. Im selben Auswahlmenü bietet Ihnen das Programm auch an, per „Slipstream“ das Service Pack 1 in *Windows 7* zu integrieren. Haben Sie die entsprechende Option markiert, geben Sie im nächsten Schritt einfach den Pfad zum heruntergeladenen Service Pack 1 an, um die Integration zu starten. Je nach Laufwerksgeschwindigkeit (HDD/SSD) kann dieser Vorgang durchaus eine halbe Stunde oder länger dauern.

Im Gegensatz zur regulären Installation müssen Sie aber während der Integration nicht möglichst alle laufenden Programme schließen, sondern können Ihren PC problemlos weiter verwenden.

Treiber integrieren

Der wichtigste Punkt auf der To-Do-Liste ist sicherlich die Integration der Gerätetreiber, ohne welche das Betriebssystem die korrekte Zusammenarbeit mit der eingebauten Hardware verweigert. Dabei müssen Sie für die Integration nicht umständlich die einzelnen INF-Dateien mit den Setup-Informationen aus ihren Treiberordnern herausuchen. Es genügt *RT Seven Lite* vollkommen, wenn Sie alle Treiberdateien in einem Verzeichnis ablegen und dieses dann über den Menüpunkt „Integration – Drivers – Multiple Drivers“ auslesen. Wer auf der DVD Platz sparen will und auch genügend Zeit übrig hat, darf natürlich auch gerne die einzelnen INF-Dateien angeben.

Updates integrieren

Für die Sicherheit des Windows-Systems nicht unerheblich sind die regelmäßig erscheinenden Aktualisierungen von Microsoft. Über die Windows-Update-Funktion lassen sich diese natürlich ebenso herunterladen und installieren, schneller und zeitsparender ist es aber, diese einfach aus dem Download-Bereich von Microsoft zu beziehen und anschließend in die *Windows-Boot-DVD* zu integrieren. Diverse Webseiten bieten daher Update-Pakete zum Download an, in denen meist alle kritischen Updates seit dem letzten Service Pack vorhanden sind. Eine komfortable und kostenlose Alternative dazu ist das Programm *WSUS Offline Update*. Die Skriptsammlung kann automatisch Updates für *Windows 7* und *Microsoft Office* herunterladen und stellt diese dann als Software-Paket zur Verfügung. Die lassen sich wiederum problemlos über *RT Seven Lite* integrieren. Der reguläre Weg geht über den Menüpunkt „Integra-

tion – Updates“, wo Sie wahlweise einzelne Updates einbinden oder gleich ganze Update-Verzeichnisse auslesen lassen können.

Anwendungen integrieren

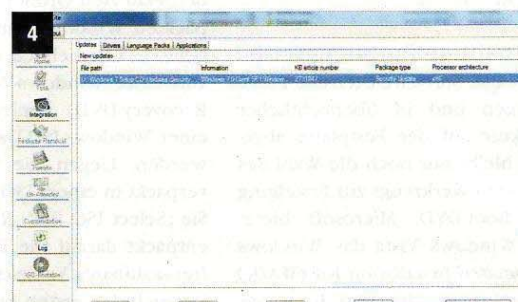
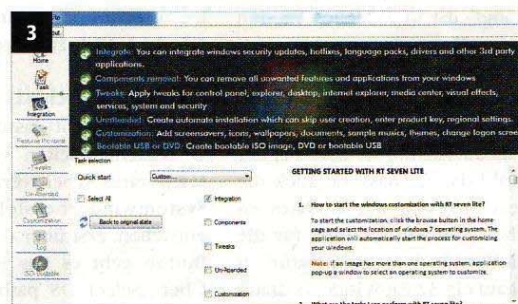
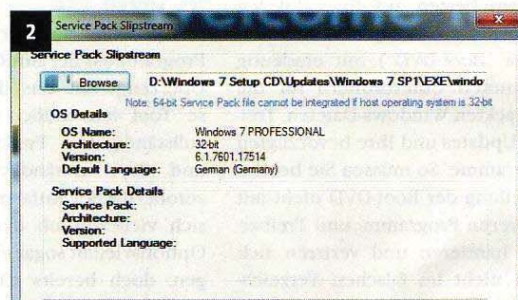
Wer seit Jahren am PC arbeitet, hat seine Software-Liebhaber, die auf seinem System nicht fehlen dürfen. Dazu gehören meist Office-Paket, bevorzugter Media Player, Pack-Programm, Bildbearbeitung und Co. Auch diese geliebten Anwendungen lassen sich in die *Windows-DVD* integrieren. Allerdings erfolgt deren Installation nicht automatisch wie bei den Treibern und *Windows-Updates*. Stattdessen arbeitet *RT Seven Lite* nach erfolgreicher *Windows-Installation* alle Setup-Dateien der integrierten Programme ab. Dennoch ersparen Sie sich das Hantieren mit mehreren Hersteller-CDs, sofern Sie alle Software-Lizenzschlüssel griffbereit haben. Je nach Größe und Menge der zu integrierenden Programme könnte jedoch das Volumen einer

Integration von Updates und Service Pack 1



Mit dem Programm *RT Seven Lite* ist es kinderleicht, das Service Pack 1 und beliebige *Windows-Updates* in *Windows 7* zu integrieren und einen bootfähigen Installationsdatenträger zu erstellen. (1) Nach dem Download des Service-Packs und der gewünschten Updates starten Sie *RT Seven Lite* und laden über „Browse – ISO file“ das lokale ISO-Archiv von *Windows 7*. Nach der einmaligen Extraktion des ISOs in einen beliebigen Ziellordner wählen Sie im Menü Ihre Version des Betriebssystems und setzen den Haken bei „Slipstream Service Pack“, worauf *RT Seven Lite* den lokalen Pfad zum Service Pack 1 verlangt. (2) Nach Eingabe des Pfades beginnt die Integration mit einem Klick auf „Start“, die je nach Geschwindigkeit des verwendeten Datenträgers einige Minuten dauern kann. (3) Im Menüpunkt „Task“ können Sie nach Abschluss des Vorgangs mehrere Haken setzen, um

Updates, Programme und Treiber zu integrieren oder auch unnötige Bestandteile des Betriebssystems zu entfernen. Für *Windows-Updates* setzen Sie den Haken bei „Integration“ und wählen im nun aktivierten Menüpunkt entsprechend den Karteireiter „Updates“. (4) Per Klick auf den „Add“- oder „Multiple Updates“-Button geben Sie den lokalen Pfad zu den gewünschten *Windows-Aktualisierungen* an. Mit dem Button „Apply“ bestätigen Sie Ihre Auswahl und starten im folgenden Fenster über „Commit“ die Integration. Sollten Sie übrigens nach der Fertigstellung weitere Änderungen am ISO vornehmen wollen, brauchen Sie nicht mehr die ursprüngliche ISO-Datei erneut zu extrahieren, sondern rufen einfach unter „Browse – OS path“ den Ziellordner der vorherigen ISO-Extraktion auf. *RT Seven Lite* fragt nach Abschluss, ob Sie einen Datenträger („ISO-Bootable“) erstellen wollen.



WERBUNG

Sinnvolle Ergänzungen zu RT Seven Lite

Lizenzschlüssel und Passwörter

Haben Sie Ihre Produktpackungen und Installations-CDs nicht mehr im Blickfeld, aber die Software noch auf dem aktuellen PC installiert, helfen Programme wie *License Crawler* und *SIW*. Die Tools lesen die Windows-Registry aus und bringen Ihre vermissten Lizenzschlüssel oder vergessene Passwörter wieder zu Tage. Eventuell meckert aber Ihr Viren-Programm.



WSUS Offline Update

Um der Flut an Updates für Windows 7 Herr zu werden, empfiehlt sich *WSUS Offline Update*. Mithilfe des vier Megabyte großen Open-Source-Programms behalten Sie kinderleicht den Überblick über die neuesten Aktualisierungen und schnüren Ihr eigenes Update-Bündel. Das können Sie wiederum bequem in Ihre Windows-7-Boot-DVD integrieren.

regulären DVD mit 4,7 GiByte gesprengt werden. Eine gute Alternative wäre hier ein größerer USB-Stick oder eine externe Festplatte.

Windows-Ballast entfernen

Mit der Integration von Treibern, Updates und Programmen haben Sie schon die wichtigsten Punkte einer Windows-Installation abgehackt. Hier muss es allerdings nicht aufhören: *RT Seven Lite* bietet unter den Menüpunkten „Features Removal“, „Tweaks“, „Un-Attended“ und „Customization“ tiefgreifende Optionen zur weiteren Individualisierung von Windows 7 an. So lassen sich problemlos Autoplay-Funktion und Bildschirmschoner entfernen, Sie können die Systemsteuerung, Explorer und Desktop vorab umgestalten oder auch unerwünschte Windows-Dienste deaktivieren. Im Menüpunkt „Un-Attended“ lassen sich Eingaben für Windows-Lizenzschlüssel und -EULA ablegen, Tastatur-Layout und Zeitzone festlegen oder auch gleich die Zielpartition

der Installation speichern. Die Vielfalt an Möglichkeiten ist wahrlich enorm und teilweise einfacher zu konfigurieren als unter Windows 7 selbst. Für Individualisten und Liebhaber eines sauberen, abgespeckten Betriebssystems also die ideale Spielwiese, um die nächste Windows-7-Installation perfekt und in Ruhe vorzubereiten. (mh)

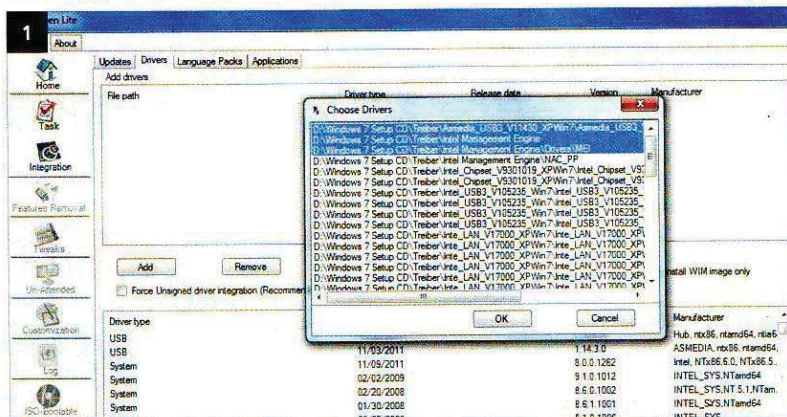
Fazit

Hardware

Windows-7-Boot-DVD

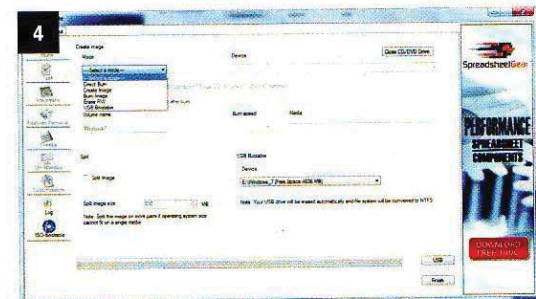
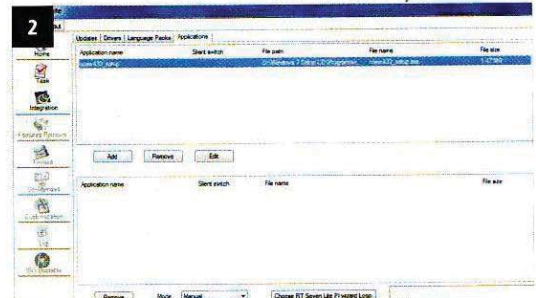
Prinzipiell lohnt es sich für jeden PC-Besitzer und -Käufer, eine eigene bootfähige Windows-7-DVD zu erstellen: Der handwerkliche Aufwand ist gering, das finale Ergebnis begeistert und es macht regelrecht Spaß, die Integration vorzubereiten und der anschließenden Installation zuzusehen. Unser Tipp: Speichern Sie einmal Ihr fertiges Windows 7 auf einem schnellen USB-Stick statt auf DVD. Sie werden den Komfort und zeitlichen Vorteil bestimmt nicht mehr missen wollen.

Integration von Treibern und Anwendungen



Die Integration von Programmen und Treibern gestaltet sich ähnlich der von Windows-Updates. Laden Sie in *RT Seven Lite* wieder unter „Browse – OS path“ Ihr entpacktes Windows-ISO und setzen Sie im Menüpunkt „Task“ den Haken bei „Integration“ zur Aktivierung des entsprechenden Menüpunkts. (1) Hier können Sie im Reiter „Drivers“ wahlweise separate Treiber angeben, indem Sie über den „Add“-Button auf die jeweilige INF-Datei im Treiberordner verweisen oder Sie lassen gleich ein komplettes Treiberverzeichnis per Klick auf „Select multiple drivers“ durchsuchen. Dadurch sammeln sich mitunter unnötige Treiber auf dem finalen Installationsmedium an, allerdings spart es gegenüber der Einzelverlinkung viel Zeit. Im Nachhinein lassen sich diese ohnehin nachselektieren. (2) Die Integration der Programme im selben Menüpunkt fällt noch leichter aus. Unter dem Reiter „Applications“ geben Sie den Pro-

grammpfad der lokal gespeicherten Setup-Dateien (EXE) an und bestätigen abschließend die Auswahl per Klick auf „Apply“. (3) Ist die Integration nur für das anfangs gewählte Windows gewünscht, wählen Sie „Build current image only“. Im Normalfall belassen Sie die Einstellung einfach auf „Re-Build all images“. Ein abschließender Klick auf „Commit“ setzt die Integration der Treiber und Programme in das extrahierte ISO-Archiv in Gang. Je nach Anzahl und Größe der hinzugefügten Software ist die Integration bereits nach wenigen Minuten abgeschlossen. (4) *RT Seven Lite* bietet direkt nach der Fertigstellung an, unter „ISO-Bootable“ eine finale Boot-DVD, ein Image oder einen bootfähigen USB-Datenträger zu erstellen. Im Praxistest hat sich ein USB-Stick als extrem schnelles Installationsmedium bewährt. Sichern Sie aber vor der Erstellung alle auf dem Stick gespeicherten Daten.



WERBUNG



Bild: Nico Mehrländer

Grafikkarten- und Prozessor-Benchmarks auf einer 64-Spieler-Karte

Schlachtfeld-Rückkehr

Battlefield 3 ist einer der meistgespielten Titel, gerade im Multiplayer-Modus. Um dem Rechnung zu tragen, testet PC Games Hardware beliebte Grafikkarten und CPUs auf „Kaspische Grenze“.

Seit Monaten liegt *Battlefield 3* bei den Verkaufszahlen auf den vorderen Rängen und erfreut sich großer Popularität – täglich spielen Tausende Menschen den Multiplayer-Shooter der schwedischen Entwickler von Digital Illusions CE, kurz DICE. Neben dem Hauptspiel sind mit „Back to Karkand“ (enthält vier Maps aus *Battlefield 2*), „Close Quarters“ (Häuserkämpfe) und „Armored Kill“ (Panzerschlachten auf großen Karten) bisher drei Erweiterungen veröffentlicht. Mit „Aftermath“ und „Endgame“ folgen bis Frühling 2013 zwei weitere. *Battlefield 3* wird also noch einige Monate mit frischem Material versorgt.

Bisher führte PC Games Hardware nur Leistungsmessungen mit dem Einzelspielermodus des Shooters durch, aufgrund diverser Leseranfragen haben wir uns jedoch dazu entschlossen, Ihnen auch Werte aus dem Mehrspieler-Part zu liefern.

Mission Multiplayer

Den Mehrspieler-Modus von *Battlefield 3* zu vermessen, kostet vor allem Zeit (trotz SSD): Die Map samt allen 64 Spielern muss geladen werden und der Spawn muss an einer passenden Stelle erfolgen.

Damit es zumindest am zuletzt Genannten nicht scheitert, spielen wir auf der Karte „Kaspische Grenze“ (Caspian Border) aufseiten der Russen und setzen uns in der Basis in einen Jeep. Mit diesem brettern wir den Hügel hinab, überqueren den Fluss und nehmen die Brücke in Richtung des Flaggenpunkts Bergspitze. Aufgrund der Schlacht um uns herum wird sporadisch der Jeep gesprengt, vor uns explodiert ein Panzer oder aber ein Helikopter dröhnt vorbei – daher mitteln wir fünf Durchgänge, um einen repräsentativen Fps-Wert zu erhalten und lassen Durchgänge, die stark abweichen, außen vor. Unsere Mes-

sungen geben daher ein sehr gutes Leistungsbild ab, wenngleich die Framerate in heftigen Bodenkämpfen noch niedriger ausfällt – diese lassen sich jedoch in keiner Weise nachstellen.

SSD und RAM an die Front

Battlefield 3 belegt zwar inklusive allen bisherigen Erweiterungen stolze 24 Gigabyte, allerdings sind die Preise für flotte Solid State Drives mit 120 Gigabyte bereits bei unter 100 Euro angelangt. Wie unsere Messungen beim Laden von „Kaspische Grenze“ zeigen, beschleunigt ein solcher Flash-Datenträger die Ladezeiten drastisch, was sich insbesondere bei Map-Wechseln auszahlte – Details entnehmen Sie dem Kasten auf der rechten Seite.

Weiterhin empfehlen wir Ihnen auf acht GiByte Arbeitsspeicher aufzurüsten – gegenüber vier GiByte tilgen diese die durch das Streaming

der Maps verursachten Nachlade-ruckler, was sich gerade für virtuelle Piloten lohnt. Obendrein kosten zwei 4GB-Speichermodule mit DDR3-1600-Geschwindigkeit nur 30 Euro, sind also sehr günstig zu haben. Wer mit nur zwei GiByte antritt, erlebt auf „Kaspische Grenze“ eine einzige Ruckelorgie – selbst mit minimalen Details ist *Battlefield 3* unspielbar.

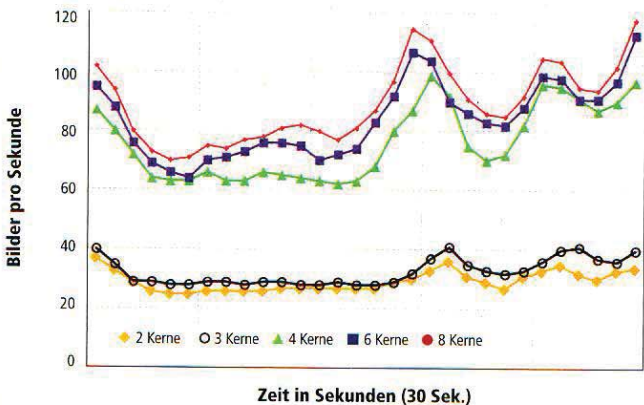
Auf die Kerne, fertig, los!

Im Vergleich zur Einzelspieler-Kampagne erfordern volle 64-Spieler-Maps nicht nur viel Speicher, sondern für einen Shooter auch ungewöhnlich viel CPU-Leistung. Da die dem Spiel zugrunde liegende Frostbite-2.0-Engine sehr gut parallelisiert ist, werden alle Prozessorkerne sowie Module für mehr Bilder pro Sekunde genutzt. Im Umkehrschluss sind zwei Rechenherzen schlicht zu wenig – zumindest für maximale Details.



Kernskalierung in Battlefield 3

64er „Kaspische Grenze“, „RU Basis nach Bergspitze“ – 720p, Ultra, kein AA/AF



System: Xeon E5-2678W (3,1 GHz), GeForce GTX 680, Intel X79, 8 GiByte DDR3, Turbo aus, SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 304.79 (HQ) **Bemerkungen:** Der Sprung von zwei oder drei Kernen auf vier ist riesig, danach nimmt die Skalierung sichtlich ab – mehr als sechs Kerne steigern die Leistung nur noch unwesentlich.

So erreicht der Core 2 Duo E8600 im Mittel nur 24 Fps, was nahezu unspielbar ist, selbst wenn Sie den Chip weit übertakten. Der Wechsel auf den 500 MHz niedriger getakteten, aber mit vier Kernen ausgestatteten Core 2 Quad Q9550 steigert die Bildrate um 82 Prozent. Bei gleicher Frequenz erhöht sich die Leistung zwar auf mehr als das Doppelte, die minimale Bildrate bewegt sich dennoch unter 40 Fps.

Ein Core i5-3570K hingegen liegt „nur“ knappe 50 Prozent vor dem Core i3-3240, welcher sehr stark von Hyperthreading (SMT) profitiert und sich mit AMDs FX-Flaggschiff duelliert. Der FX-8150 bietet zwar vier Module oder nach AMD-Zählung acht Kerne, leidet aber sichtlich unter der im Vergleich arg schwachen Leistung pro Takt.

Absolut gesehen liefert der FX-8150 mit durchschnittlich 57 Bildern pro Sekunde einen souveränen Wert ab – möchten Sie hingegen mit konstant 60 Fps spielen oder zwei Grafikkarten mit Daten versorgen, sollte es ein Sandy- oder Ivy-Bridge-basierender Prozessor wie der erwähnte Core i5-3570K sein, denn der rendert rund 85 Fps. Noch höher hinaus geht es nur mit sechs Intel-Kernen oder einer Übertaktung: Der Core i7-3930K erreicht 103 Bilder pro Sekunde, der Abstand zum weniger als halb so teuren Core i5-3570K beträgt immerhin 22 Prozent.

Ein interessantes Bild zeigt sich bei AMDs Phenom II X4 und X6:

Die einstige Speerspitze 1100T ist nicht nur klar langsamer als der FX-8150, sondern kann sich zudem nicht übermäßig weit vom 965 BE absetzen – der Vorsprung beträgt nur 13 Prozent. Diese überraschend schlechte Skalierung ist dem Uncore-Takt geschuldet: Jener beläuft sich bei beiden Chips auf 2.000 MHz, die jeweilige Erhöhung auf 2,6 GHz lässt den X6 um fast ein Drittel davonziehen. Damit erreicht der 1100T in etwa die Leistung eines FX-8150.

Gegenüber unseren Einzelspieler-Messungen von *Battlefield 3* sinken die Werte im Mehrspieler-Part je nach Prozessor auf gut drei Viertel bis rund zwei Drittel. Je stärker der Chip, desto geringer ist der Leistungseinbruch. Interessant ist hierbei, dass die achtkernigen FX den Wechsel von Single- zu Multiplayer besser wegstecken als die schnelleren Intel-Vier- und Sechskerner.

Grafikleistung gefragt

Bei den Pixelbeschleunigern zeigt sich interessanterweise das umgekehrte Bild: Hier erfordert unser Kampagnen-Benchmark mehr Leistung als die Jeep-Fahrt quer über die Karte „Kaspische Grenze“. Durch die Bank liegen die durchschnittlichen Bildraten im Multiplayer etwa 20 Prozent höher als im Singleplayer – jedoch nur bei den schnelleren Grafikkarten.

Dies ändert allerdings nichts an der Tatsache, dass *Battlefield 3* die Grafik-Hardware stark zur Brust nimmt, die 60-Fps-Barriere durchbrechen in

Battlefield 3: Ivy und Sandy Bridge liegen vorn

„Kaspische Grenze“, „RU Basis nach Bergspitze“ – 720p, Ultra, kein AA/AF

Core i7-3930K (6C/12T - 3,20 GHz)	77	103,1
Core i7-3770K (4C/8T - 3,50 GHz)	70	90,7
Core i5-3570K (4C/4T - 3,40 GHz)	65	84,4
Core i7-2600K (4C/8T - 3,40 GHz)	64	83,7
Core i5-2500K (4C/4T - 3,30 GHz)	62	81,5
Core i7-875 (4C/8T - 2,93 GHz)	50	62,5
Core i5-760 (4C/4T - 2,80 GHz)	45	61,1
Core i7-920 (4C/8T - 2,67 GHz)	43	58,8
FX-8150 (4M/8T - 3,60 GHz)	44	57,1
Core i3-3240 (2C/4T - 3,40 GHz)	44	56,7
FX-8120 (4M/8T - 3,10 GHz)	42	51,5
FX-6200 (3M/6T - 3,80 GHz)	41	50,9
Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,30 GHz)	40	50,4
FX-4170 (4M/8T - 4,20 GHz)	37	48,5
Ph. II X4 965 BE (4C/4T - 3,40 GHz)	36	44,6
C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)	34	42,6
Athlon II X4 640 (4C/4T - 3,00 GHz)	29	38,3
Ph. X4 9950 BE (4C/4T - 2,60 GHz)	27	34,7
C2Q Q6600 (4C/4T - 2,40 GHz)	24	31,8
C2D E8600 (2C/2T - 3,33 GHz)	20	23,8

Bedingt spielbar von 40 – 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Geforce GTX 680, Intel Z77/X79/X58/P55/P45, AMD 970, 6/8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 304.79 (HQ) **Bemerkungen:** Intels aktuelle CPUs dominieren, die FX schaffen es gerade mal ins Mittelfeld.

Min. Ø Fps
Besser

Aufrüst-Matrix: Das bringt ein CPU-Wechsel in BF3

	C2Q Q9550	Phenom II X6 1100T	FX-8150	Core i5-3570K	Core i7-3930K
C2D E8600	82,8%	116,3%	145,1%	262,2%	342,5%
C2Q Q6600	34,0%	58,5%	79,6%	165,4%	224,2%
C2Q Q9550	0,0%	18,3%	34,0%	98,1%	142,0%
Ph. II X4 965 BE	-4,5%	13,0%	28,0%	89,2%	131,2%
Ph. II X6 1100T	-15,5%	0,0%	13,3%	67,5%	104,6%
FX-8150	-25,4%	-11,7%	0,0%	47,8%	80,6%
Core i5-760	-30,3%	-17,5%	-6,5%	38,1%	68,7%
Core i5-2500K	-47,7%	-38,2%	-29,9%	3,6%	26,5%

Geforce GTX 680, Intel Z77/X79/X58/P55/P45, AMD 970, 6/8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 304.79 (HQ)

■ Über 50 Prozent ■ Plus 30-50 Prozent ■ Plus 0-30 Prozent ■ Leistungsverlust!

SSD: Superschneller Datenverkehr

Ein Solid State Drive (SSD) beschleunigt die Ladevorgänge von *Battlefield 3* extrem, wodurch Sie effektiv mehr Zeit mit Spielen statt mit Warten verbringen – 120er Modelle gibt's schon für unter 100 Euro.

Wie im Artikel erwähnt, belegt *Battlefield 3* samt allen bisherigen DLCs knappe 24 GByte. Mit den kommenden Erweiterungen könnte der Shooter durchaus die 30-GB-Hürde nehmen. Daher empfehlen wir für einen Neukauf ein SSD-Modell mit 120 GByte, da Windows 7 x64 sowie ein paar Programme ebenfalls noch auf dem Flash-Datenträger Platz finden sollten. Installieren Sie *Battlefield 3* auf der SSD, so lädt der Shooter im Vergleich zur Installation auf einer handelsüblichen HDD (1TB mit 7.200 U/min) die Karte „Kaspische Grenze“ in nur einem Drittel der Zeit – je älter die Platte, desto größer wird der Abstand.

Kaspische Grenze, 64 Spieler – Ladezeit von „Join Server“ bis Spawn

SSD (OS auf SSD)	12,7
HDD (OS auf HDD)	34,5

System: Core i7-3690X @ 4,0 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3, SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.23 (HQ), Catalyst 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Die SSD verkürzt den Ladevorgang von 35 auf nur noch rund 13 Sekunden.

Sekunden
Besser



Die Stellschrauben in Battlefield 3



Der Wechsel von der Ultra- auf die hohe Grafikdetaileinstellung steigert die Bildrate stark, was vorrangig der deaktivierten Multisample-Glättung geschuldet ist.



Das Multisample-Antialiasing (MSAA) kostet aufgrund des Deferred-Renderers viel Leistung, beruhigt aber Polygon-Kanten besser als FXAA – ein spielerischer Vorteil.

1.920 x 1.080 Pixeln samt der Ultra-Detailstufe (welche vierfache Multisample-Kantenglättung aufführt) nur die Geforce GTX 680 und die Radeon HD 7970 GHz Edition respektive einige Dual-GPU-Modelle. Wechseln Sie auf hohe Details (nur noch FXAA aktiv), so steigt die Bildrate um ein gutes Drittel, wodurch auch ehemalige High-End-Boliden die 60 Fps erreichen – gerade wer mit aktiver vertikaler Synchronisation spielt und Wert auf eine stabile Bildrate legt, sollte einen Gang runterschalten. Schwächere Grafikkarten wie die Geforce GTX 460 sind jedoch bereits mit hohen Einstellungen nicht mehr in der Lage, konstant über 30 Fps zu liefern. Beachten Sie bei schnellen Grafikkarten, dass Sie eine potente CPU benötigen, da diese ansonsten Ihren Pixelbeschleuniger ausbremst.

Gesundes Gleichgewicht

Sollten Sie vorhaben, Ihren Rechner speziell für Battlefield 3 aufzurüsten oder planen Sie ohnehin einen Neukauf, so empfehlen wir Ihnen, den Prozessor nicht zu vernachlässigen. Wer beispielsweise eine Geforce GTX 680 in einen PC mit einem

Core 2 Quad steckt, verschenkt unseren Messungen zufolge 50 Prozent an Leistung! Für eine solche Grafikkarte oder gar Crossfire-respektive SLI-Gespanne ist ein aktueller Core i5/i7 fast schon Pflicht, da ansonsten viel Potenzial verschenkt wird. Das Reduzieren von Details oder das Abschalten der Kantenglättung beschleunigen zudem die Bildrate, da Sie so die Grafikkarte entlasten – das Streamen der Map und die vielen Mitspieler, die den Prozessor belasten, können Sie aber nicht einfach abschalten. Es sei denn, Sie spielen auf einer kleineren Karte. (ms)

Fazit

Hardware

BF3-Multiplayer-Benchmarks

Schlagen Sie große Schlachten mit bis zu 64 Spielern, so sollten Sie mindestens mit einem Vierkerner mit über drei GHz Takt ins Gefecht ziehen – für über 60 Fps muss es zwingend ein aktueller Core i5/i7 sein. Die Ultra-Detailstufe verlangt zudem nach einer Oberklasse-Grafikkarte wie der Radeon HD 7870 oder der Geforce GTX 660 Ti, hohe Einstellungen stemmen bereits eine GTX 560 Ti oder eine HD 7850.

Hohe Details ab einer HD 7870 flüssig

„Kaspische Grenze“, „RU Basis nach Bergspitze“ – 1.920 x 1.080, hohe Details

Geforce GTX 680	72	86,2
Radeon HD 7970 GE	71	83,1
Geforce GTX 660 Ti	60	68,5
Radeon HD 7870	49	56,5
Radeon HD 7950	47	55,9
Geforce GTX 570	43	50,6
Geforce GTX 560 Ti	39	46,1
Radeon HD 6950	39	45,8
Radeon HD 7850	37	44,2
Radeon HD 6870	36	41,8
Geforce GTX 460	29	34,4
Radeon HD 7770	27	31,2
Geforce GTX 260-216 *	23	26,9
Radeon HD 4870/1G **	20	24,7

Bedingt spielbar von 40 – 60 Fps · Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Core i7-3690X @ 4,0 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3, SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.23 (HQ), Catalyst 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Wer keine 60 Fps benötigt, wird bereits mit einer Radeon HD 6870 oder Geforce GTX 560 glücklich.

Min. Ø Fps
Besser

Ultra-Details schultern nur High-End-Karten

„Kaspische Grenze“, „RU Basis nach Bergspitze“ – 1.920 x 1.080, Ultra-Details

Geforce GTX 680	54	63,7
Radeon HD 7970 GE	50	58,7
Geforce GTX 660 Ti	41	48,6
Radeon HD 7870	34	40,2
Radeon HD 7950	33	39,9
Geforce GTX 570	32	38,2
Geforce GTX 560 Ti	28	33,3
Radeon HD 7850	27	31,9
Radeon HD 6950	26	30,6
Radeon HD 6870	23	27,1
Geforce GTX 460	21	24,6
Radeon HD 7770	16	20,7
Geforce GTX 260-216 *	13	16,6
Radeon HD 4870/1G **	11	14,8

Bedingt spielbar von 40 – 60 Fps · Flüssig spielbar ab 60 Fps

System: Core i7-3690X @ 4,0 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3, SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 306.23 (HQ), Catalyst 12.8 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Für über 50 Fps muss es eine GTX 680/670 oder HD 7970 GHz Edition sein, schon die HD 7950 ist abgeschlagen.

Min. Ø Fps
Besser

Hohe Details: 3x Fps von GTX 260 auf GTX 680

	HD 7850	HD 7870	GTX 660 Ti	HD 7970 GE	GTX 680
GTX 260-216	64,3%	110,0%	154,6%	208,9%	220,4%
HD 7770	41,7%	81,1%	119,6%	166,3%	176,3%
GTX 460	28,5%	64,2%	99,1%	141,6%	150,6%
HD 6870	5,7%	35,2%	63,9%	98,8%	106,2%
HD 6950	-3,5%	23,4%	49,6%	81,4%	88,2%
GTX 570	-12,6%	11,7%	35,4%	64,2%	70,4%
HD 7870	-21,8%	0,0%	21,2%	47,1%	52,6%

Über 50 Prozent Plus 30-50 Prozent Plus 0-30 Prozent Leistungsverlust!

Ultra-Details: Aufrüsten oft sinnvoll

	HD 7850	HD 7870	GTX 660 Ti	HD 7970 GE	GTX 680
GTX 260-216	92,2%	142,2%	192,8%	253,6%	283,7%
HD 7770	54,1%	94,2%	134,8%	183,6%	207,7%
GTX 460	29,7%	63,4%	97,6%	138,6%	158,9%
HD 6870	17,7%	48,3%	79,3%	116,6%	135,1%
HD 6950	4,2%	31,4%	58,8%	91,8%	108,2%
GTX 570	-16,5%	5,2%	27,2%	53,7%	66,8%
HD 7870	-20,6%	0,0%	20,9%	46,0%	58,5%

Über 50 Prozent Plus 30-50 Prozent Plus 0-30 Prozent Leistungsverlust!

WERBUNG



Strategie de luxe

Rome 2: Die Technik im Detail

Rome 2 soll seine Vorgänger in Größe und Bildgewalt übertreffen. Dabei setzt Entwickler Creative Assembly weiterhin voll auf modernste PC-Technik.

Wenn Creative Assembly einen neuen *Total War*-Teil ankündigt, ist davon auszugehen, dass dieser nicht nur Gameplay-Innovationen einführt, sondern seine Vorgänger auch hinsichtlich der Inszenierung der historischen Schlachten, speziell der Grafik, Physik sowie Zahl der Kombattanten, übertrifft. Diese Erwartungen haben sich die Strategiespiel-Experten zum Ziel gesetzt und kombinieren bei *Rome 2* erstmalig in der Reihe Land- und Seeschlachten und führen eine Einheitenkamera (Unit Cam) zur Beobachtung des Schlachtengeschehens am Boden ein.

Dabei ist die von Creative Assembly selbst programmierte Technologie im Hintergrund seit *Shogun 2* auf dem modernsten Stand und nutzt konsequent die Möglichkeiten, welche die Plattform PC bietet, DX11-Renderer und Mehrkernunterstützung inklusive. Um mehr über die Technik von *Rome 2* zu erfahren, sprechen wir mit dem leitenden Grafikprogrammierer Richard Gardner und dem leitenden Programmierer Charlie Dell.

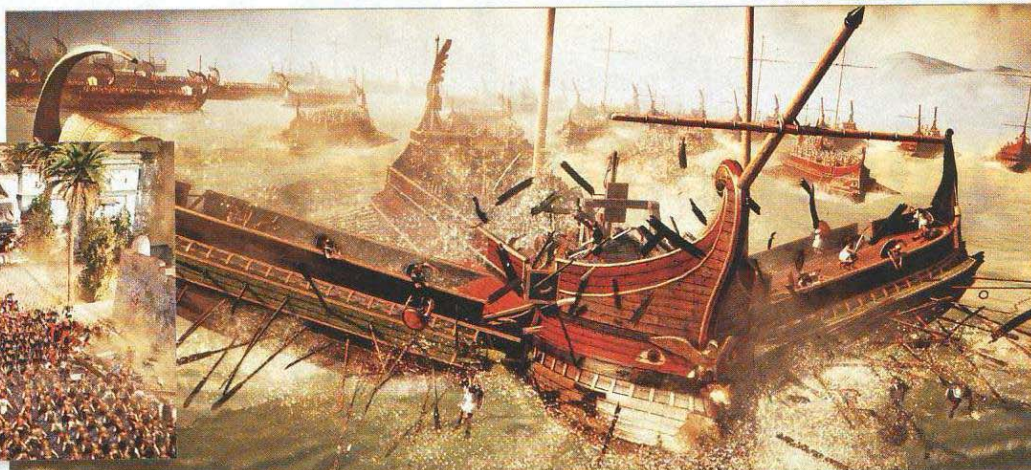
Neue Features, neue Technik

Eines der neuen Features von *Rome 2* ist die Kombination der Massenschlachten an Land und zur See. Um das technisch zu realisieren, haben Charlie Dell und seine Engine-Programmierer, wie wir zu Beginn unseres Interviews erfahren, eine ganz neue Lösung gefunden. Vor der Entwicklung von *Rome 2* gab es laut Dell jeweils für die Land- und Seeschlachten ein System respektive einen Satz mit Programmcode. „Die Tatsache, dass wir in *Rome 2* beides miteinander kombinieren, macht es für uns nicht nur viel einfacher, da wir nun bei der Schlachten-Engine mit einer Code-Basis arbeiten könnten. Wir konnten auch den Umfang der Schlachtenszenarien durch Angriffe vom Strand aus erweitern und so das strategische und taktische Potenzial der Kriegsschiffe mit in den Prozess überführen“, erklärt der leitende Programmierer.

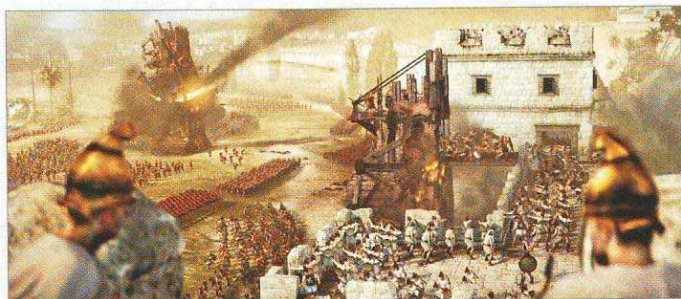
Dafür habe man natürlich auch neuen Engine-Code und neue Animationen, zum Beispiel für die Einschiffung, programmieren sowie

WERBUNG

Anders als vorherige Reihenteile kombiniert *Rome 2* Schlachten zur See und zu Land. Das erfordert Änderungen beim Programmcode.



Seefechte bedeuten Schwerstarbeit für die hauseigene Physik-Engine. Sie muss neben dem Auftrieb der Schiffe auch Explosionen, die Wirkung von Projektilen, die Simulation der Ruderer sowie die maßgeschneiderten Zerstörungsanimationen berechnen.



Die neue Einheitenkamera erforderte zwar keine Änderungen beim Renderer, allerdings beeinflusst der spezielle Zoom die Qualität der Animationen und des Sounds.

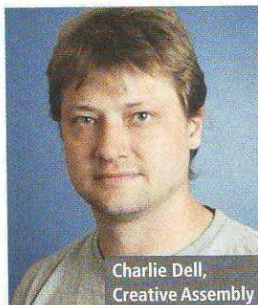
Mögliche Mehrkern-Optimierung

PCGH: Die neue Kombination aus Land- und Seeschlachten sowie die Eroberung antiker Städte mit Belagerungstürmen, Katapulten und Rammen erfordern ja eine potente Physik-Engine. Nutzt ihr hier eine Eigenentwicklung?

Charlie Dell: Da unsere Anforderungen an eine Physik-Engine einzigartig sind, kommt in *Total War*-Titeln kein Modell von der Stange wie Havok oder Physx zum Einsatz. Wir nutzen eine Vielfalt von maßgeschneiderten Zerstörungsanimationen, um Effekte wie Mauerteile, die zusammenfallen, umsetzen zu können. Diese Techniken werden natürlich auch bei *Rome 2* wieder angewendet. Allerdings kommen da noch weitere auf das Spiel zugeschnittene Physiksimulationen für bestimmte Ereignisse hinzu wie Projektilen, Explosionen, der Auftrieb der Schiffe, die Simulation der Segel und so weiter. Dieser kombinierte Ansatz gibt uns die Möglichkeit, auch bei immer größer und größer angelegten Schlachten die CPU-Last ausbalancieren zu können.

PCGH: Bei unseren Prozessor-Benchmarks mit einer fordernden Szene in *Shogun 2: Total War* fanden wir heraus, dass die Basistechnik nicht optimal mit vier oder mehr CPU-Kernen skaliert. Habt ihr das auch festgestellt und sind hier noch Überarbeitungen geplant?

Charlie Dell: Die Basistechnik der *Total War*-Reihe ist in den meisten Situationen von der GPU-Leistung abhängig. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die CPU-Kerne nicht voll ausgelastet sind. Trotzdem suchen wir nach Möglichkeiten, die dadurch verfügbare CPU-Leistung über alle Systeme verteilt zu nutzen. In dieser Hinsicht wird jeder nachfolgende Teil, verglichen mit dem Vorgänger, einen Fortschritt bringen.



Charlie Dell,
Creative Assembly

viele andere Modifikationen verschiedener Komplexität durchführen müssen.

Ganz nah dran

Eine weitere Neuuerung, die *Rome 2* zu bieten hat, ist die Unit Cam. Gemäß den Erklärungen des Grafik-Programmierers Richard Gardner war es jedoch nicht nötig, den Renderer für dieses Feature umzuschreiben. Auch vor der Einführung der Einheitenkamera haben Spieler, so Creative Assemblys Grafikspezialist, das Geschehen an der Frontlinie aus nächster Nähe beobachten können. Jetzt aber wollte man die Strategen ermutigen, die Einheitenkamera auch einzusetzen, daher arbeite sein Team noch härter daran, dass die Nahaufnahmen des Schlachtengetümmels optisch anspruchsvoll und noch glaubwürdiger als bei *Shogun 2* ausfallen. Laut Gardner sind die sich aus dieser Vorgabe ergebenden Konsequenzen, dass die Animationen genau zu dem gezeigten Kampfgeschehen passen. Die Art, wie Soldaten ihre Gegner – egal ob einer oder mehrere – auswählen, muss Übergangslos ausfallen, alle Dialoge sollen Klasse klingen und die Gesichtsanimationen von Heerführern, die Kommandos brüllen, müssen beeindruckend wirken.

Grafikchip genutzt

Wie schon bei den Vorgängern legt Creative Assembly auch bei *Rome 2* viel Wert auf eine sehr hohe Animationsqualität. Dabei kommt laut Richard Gardner dasselbe von der GPU berechnete und auf Vertex Texture Fetch basierende System von *Fall of the Samurai* zum Einsatz, bei dem alle Key-Frames der Animation in einer dynamischen Textur gespeichert werden. Trotzdem habe

man, so der Grafikprogrammierer, GPU-seitig die Unterstützung für cinematische Meshes hinzugefügt. „Bei dieser Mesh können vier Bones eine einzelne Vertex beeinflussen – bei *Fall of the Samurai* waren es nur zwei Bones per Vertex“, erklärt unser Gegenüber. Diese Animationstechnik erlaube Grafikern auch eine viel bessere Kontrolle über das Mesh Skinning für die Assets mit einer filmreifen Qualität. Außerdem hätten seine Kollegen nun die Möglichkeit, beim Skinning auftretende Probleme sehr einfach zu lösen. Obendrein sei auch die Performance des GPU-seitigen Codes verbessert worden, ergänzt Gardner.

Neue DX11-Rendertricks

Für *Rome 2* versprechen die Entwickler zwar zusätzliche DX11-Features, beim Namen nennen will Richard Gardner diese aber noch nicht. Laut seinen Informationen sind aber in folgenden Bereichen Verbesserungen zu erwarten: DX10 Texture Arrays werden die Auswahl aus einer großen Palette an Texturen ermöglichen, beispielsweise für das erweiterte Terrain Rendering und Texturvarianten in den Einheiten. DX11 Compute Shader werden dazu eingesetzt, Features wie HDR-Rendering und das FFT Ocean Rendering aufzuwerten sowie zu beschleunigen. Zusätzlich wird man die DX11-Tessellation dazu nutzen, den Geometriegrad, beispielsweise bei der Darstellung des Wassers und des Terrains, zu erhöhen. Generell sei die DX11-API dafür geschaffen und optimiert, lobt Gardner zum Schluss des Interviews, den Verwaltungsaufwand gering zu halten, welcher durch veränderliche Engine-Parameter entstehe („Render State“ oder „Render Change“). (fs)

WERBUNG



Bilder: Epic Games

Technik-Fakten zur Unreal Engine 4 von Epics Tim Sweeney kommentiert

Großartig gerendert

Mit der Vorführung der Unreal Engine 4 auf der GDC 2012 in Köln lieferte Epic einen eindrucksvollen Vorgeschmack auf die Spielegrafik der Zukunft. PCGH präsentiert Details und Entwicklerstimmen.

Für die im Vorfeld der Gamescom 2012 in Köln stattfindende Game Developers Conference (GDC) hatte Epic etwas Besonderes im Gepäck: Der Spiele- und Engine-Entwickler führte erstmals außerhalb der USA die „Elemental Knight“-Techdemo vor, die eindrucksvoll die Renderfähigkeiten der neuen Unreal Engine 4 demonstriert. Die mittlerweile vierte Version von Epics Spielengine stellt dank konsequenter DX11-Unterstützung sowie Nutzung von General Purpose Computing on Graphics Processing Units (kurz GPGPU) den technischen Höhepunkt einer Engine-Entwicklung mit langer Tradition dar.

Ihren Vorgänger, die mit steigender Popularität von PS3 und Xbox 360 auf den plattformübergreifenden Einsatz getrimmte Unreal Engine 3, schickt die UE4 jedoch längst nicht in Rente. Ganz im Gegenteil kommt die UE3 aktuell beispielsweise bei

der Entwicklung von *Star Wars 1313* zum Einsatz, wo sie für eine sehenswerte und annähernd cineastische Optik sorgt. Allerdings hat die neue Engine eine Fülle von zukunftsweisenden und bis dato noch nicht in bewegten Bildern zu bestaunenden Render-Techniken zu bieten. Welche das sind und was die UE4 so innovativ macht, das erfahren wir unter anderem im Gespräch mit Epics Firmengründer, dem CEO und technischen Leiter Tim Sweeney.

Technik für die Zukunft

Da in den Berichterstattungen über die Unreal Engine 4 oft von einer „3D-Engine mit Zukunftscharakter“ die Rede ist, wollten wir von Tim Sweeney natürlich zuerst wissen, was Epics Spielengine zur (marktführenden) 3D-Engine der Zukunft macht und ob eine solche Technologie die Spieleentwicklung auf so vielen Plattformen wie möglich unterstützen soll? Man habe bei der

Entwicklung der UE4 drei Ziele im Hinterkopf gehabt, entgegnet Tim Sweeney. „Zum einen wollten wir die High-End-Grafik auf den Hochleistungsrechnern und Konsolen der nächsten Generation (PS4/Xbox 720) neu definieren“, erklärt der Cheftechniker. „Zum anderen soll die Technologie sehr effizient auf Smartphones, Tablets und PCs des Massenmarkts herunterskalieren. Des Weiteren wollen wir die Produktivität der Entwickler mit ganz neuen und sehr gründlich überarbeiteten Creation Tools wie Kismet 2 bedeutend verbessern“, erfahren wir von der Entwicklerlegende.

Mit der „Elemental“-Demo der UE4, so Tim Sweeney weiter, habe man öffentlich demonstriert, dass die Engine auf einer Nvidia-GPU mit drei Teraflop Rechenleistung (gemeint ist eine GTX 680) laufe und dies mit der neuen Beleuchtung und einer Partikel-Darstellung, die über alles,

was mit früheren Engine-Versionen möglich war, weit hinausgeht.

Dass die UE4 eine Technologie für eine große Zahl verschiedener Plattformen ist, verdeutlicht Tim Sweeney am Beispiel des Debütspiels *Fortnite* (siehe Extrakasten S. 130). Der Titel skaliere sehr gut nach unten zu Massenmarkt-PCs inklusive Laptops. „Wir haben die UE4 für alle großen Plattformen der kommenden Dekade entworfen, nicht nur für die potenten PCs“, erklärt uns Epic Games' Chef.

Beleuchtung vom Feinsten

Wie in der „Elemental Demo“ imposant gezeigt und auch von Tim Sweeney im Gespräch mit uns bestätigt, debütiert mit der UE4 ein neuartiges, bisher mit keiner Basistechnologie realisierbares Beleuchtungssystem. Das kombiniert die in der Demo zu 50 Prozent per GPU Computing berechnete, in Echt-

zeit ablaufende und dynamische Sparse Voxel Octree Global Illumination (siehe Kasten unten) mit einer indirekten sowie volumetrischen Beleuchtung (God Rays). Dazu kommen Glossy Reflections sowie Fully Emissive Surfaces/Materials (selbstleuchtende Oberflächen). Dank der letztgenannten Render-Techniken interagiert jede Lichtquelle des Deferred Shading mit allen Oberflächen, akkurate Spiegelungen inklusive. Natürlich gehören zum Repertoire an Darstellungstechniken auch Lens Flares, Depth of Field inklusive Bockh Filter, Subsurface Scattering (Licht durchdringt bestimmte Materialien wie Haut oder Glas) sowie HDR-Rendering mit Eye Adaptation.

Plattform-Trennung ade

Obwohl der PC, wie uns schon Epics Sprachrohr und Vize Mark Rein bei einem Gamescom-Termin verriet, bei der Entwicklung der UE4 die führende Plattform ist, soll die Technologie auch auf der kommenden Konsolengeneration sowie auf Smartphones und Tablets zum Einsatz kommen. „Für uns ist die Ausrichtung auf eine führende Plattform mittlerweile kein Thema mehr“, argumentiert Tim Sweeney. „Bei der letzten Engine-Generation gab es eine enorme konzeptionelle Lücke zwischen dem PC und den Konsolen, diese existiert heute

nicht mehr.“ Laut Sweeney bestehe zwischen den PCs in verschiedenen Preisbereichen, den Konsolen, den Tablets sowie den Smartphones ein fließender Leistungsübergang. Um Letztgenannten gerecht zu werden, habe Epic, so Sweeney weiter, zwei Renderer in die UE4 eingebaut: Der DX-11-Renderer sei für Hardware gedacht, deren Rechenleistung bei einem Teraflop starte und von hier aus hochskaliere. Der DX11-Low-End-Renderer dagegen zielt mit seinen Features auf eine maximale Performance bei Hardware unterhalb der Ein-Teraflop-Leistungsgrenze und skaliere dabei bis auf ein Zehntel dieses Limits (100 Gigaflops) herunter.

Wie Sweeney weiter berichtet, werde der High-End-DX11-Renderer sich sowohl auf den Konsolen der nächsten Generation als auch auf High-End-PCs auszeichnen. In ein paar Jahren zeige er dann sein Können auf Low-End-Rechnern und noch ein paar Jahre später auf Tablets und Smartphones. Bis es so weit sei, gebe es ja auch noch den DX9-Renderer, um den Mainstream zu unterstützen, räumt unser Gegenüber ein.

Arbeit für den Grafikchip

Ein weiteres Merkmal von Epics zukunftsweisender Technologie ist die umfangreiche Nutzung von GPGPU, eines der fortschrittlichen Features



Abgesehen davon, dass der glühende Hammer die Fliesen anstrahlt, beeindruckt vor allem die vielen Dreiecke (Polycount) – Epic setzt exzessiv auf DX11 und Tessellation.



Der „Elemental Knight“ demonstriert die Volumenstreuung (Subsurface Scattering), da seine Bernstein-Oberfläche Licht teilweise durchlässt und erst dann bricht.

Die globale sowie indirekte Beleuchtung der Unreal Engine 4

Epics Tim Sweeney wird nicht müde zu betonen, wie gut die „Sparse Voxel Octree Global Illumination“ aussieht. In Echtzeit leuchtet eine Lichtquelle die Szenerie aus, Oberflächen geben anhand von Materialeigenschaften indirekt das Licht weiter, transportieren dessen Farben oder absorbieren es.



Tiefenunschärfe samt Bokeh-Filter

Mit der Beleuchtung hat diese zwar nichts zu tun, dennoch verstärkt auch eine akkurate Tiefenunschärfe (Depth of Field) den räumlichen Eindruck. Der Bokeh ist eine subjektive Aufwertung.

Realistische Spiegelungen #1

Die Fliesen auf dem Boden reflektieren die linke Statue realistisch, denn nur die angestrahlte Vorderseite ist auch als Spiegelung heller, ein Teil der Statue aber liegt im Schatten.

Realistische Spiegelungen #2

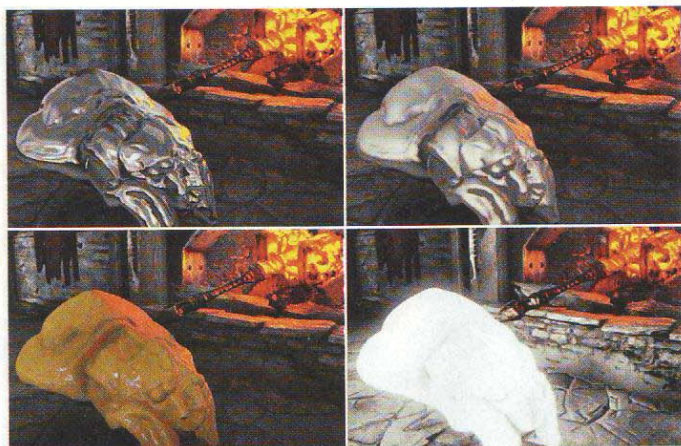
Die rechte Statue wirft ihre goldene Farbe auf die Steine und spiegelt sich in der Metallkugel am Boden, welche zudem noch das Feuer im Hintergrund und die zweite Statue reflektiert.

Umgebungsverdeckung

Die zusätzliche Screen Space Ambient Occlusion (SSAO) verschattet Objekte realistisch sowie miteinander, was besonders bei der Kleidung der beiden Statuen ersichtlich ist.



Über einen Million per Grafikprozessor beschleunigter Partikel leuchten nicht nur die Umgebung aus, sondern interagieren auf Wunsch auch miteinander.



Dieser Vergleich zeigt anhand verschiedener Materialien, wie sich das Feuer abhängig von den Eigenschaften auf unterschiedliche Art und Weise in den Objekten spiegelt.

der Direct-X-API. Tim Sweeney hält DX11 für eine fundamentale Abkehr von traditionellen Grafikberechnungen und es löse viele bisherige Render-Probleme, insbesondere bei der Beleuchtung und der Kantenglättung. Auf die „Elemental Demo“ bezogen bedeute das, dass mehr als 50 Prozent der GPU-Rechenzeit für generelle Algorithmus-Kalkulationen anstatt für die Standard-Grafik-Pipeline aufgewendet würden.

Dieses Verfahren sei ein Novum und es erlaube den Programmierern bei Epic, sehr viele Rechenalgorithmen zu implementieren wie über eine Million per GPU-beschleunigte (zustandsbehaftete) Partikel oder die neuartige Sparse Voxel Octree Global Illumination. Letztere sei laut unseres Gesprächspartners eine Technik, die eine realistische indirekte Beleuchtung sowie Glossy Reflections berechne und dabei die enormen Leistungsreserven einsetze, die mit High-End-Grafikchips zur Verfügung stehen. Wann immer ein Algorithmus eine parallele Struktur besitze, lassen sich riesige Vorteile erzielen, wenn diesen eine 3-Teraflop-GPU statt nur ein 100-Gigaflop-Prozessor berechne.

Render-Revolution?

Sweeney geht sogar so weit und bezeichnet die den Grafikchip in viele Berechnungen mit einspannende

Technologie der UE4 als „revolutionären Sprung, der nur jede Dekade oder so stattfindet.“ In diesem Zusammenhang führt er folgendes Beispiel an: „Wenn Nvidia uns 50 Prozent mehr Performance zur Verfügung stellt, geben wir euch 50 Prozent mehr verschönerte Pixel. Wenn Nvidia uns allerdings eine um das Zehnfache gesteigerte Gesamtleistung ermöglicht, bekommt ihr eine Revolution.“ Wie unser Interview-Partner zum Schluss unseres Tech-Talks kritisch einräumt, hätten sich Grafik-Programmierer seit über einem Jahrzehnt sowie seit der Einführung programmierbarer DX9-Shader daran gemacht, immer mehr GPU-Leistung für das simple Verschönern der Pixel zu verschwenden anstatt die Rechenressourcen des Grafikchips für eine anspruchsvolle Mathematik auf Pixelebene einzusetzen. (fs/ms)

Fazit

Hardware

Unreal Engine 4 durchleuchtet

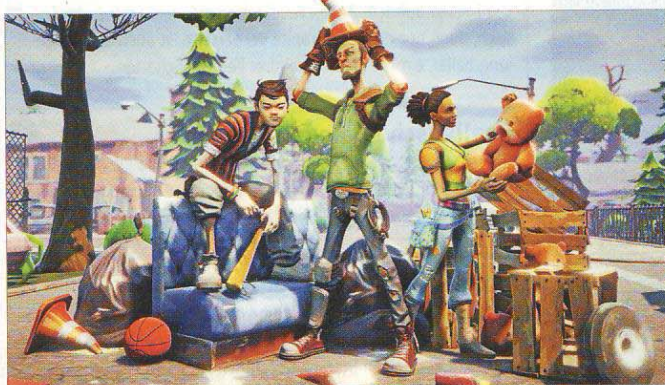
Dank konsequentem Einsatz von GPGPU bei der Darstellung der Beleuchtung, der Spiegelungen und Partikelberechnung sowie DX11-Tessellation zaubert Epics Spielengine eine Detailfülle auf den Bildschirm, die bisher noch kaum eine Engine zu bieten hat. Trotzdem bleibt die UE4 gut skalierbar und wird daher auf vielen Plattformen zu Hause sein.

Fortnite: Das erste Spiel mit der Unreal Engine 4

Hinter der Cel-Shading-Optik von *Fortnite* verbirgt sich eine Mischung aus *Left 4 Dead* und *Minecraft*, die vorerst exklusiv für den PC erscheint.

In Survival-Spiel mit Sandbox-Elementen *Fortnite* – zu Deutsch etwa „die Nacht in der Festung“ – sammeln Sie und Ihre kooperativen Mitstreiter (wie viele, ist noch unbekannt – vermutlich aber mehr als vier Spieler) tagsüber Gerümpel ein, mit welchem Sie Ihre Basis hochziehen, ausbauen und nachts beschützen. Egal ob Wände, Dächer, Fenster oder Treppen, alle Bau-Aktivitäten sollen auf mehreren Ebenen möglich sein, per Axt oder Vorschlaghammer erfolgt die Ressourcen-Rückgewinnung. In *Fortnite* gewinnt aber nicht, wer schön baut, sondern wer überlebt. Also sollten Sie auch Zäune oder Fallen bauen sowie sich Waffen suchen.

Epic demonstrierte etwa anhand eines simplen Bogens, wie sich dieser mit einem Elektroschocker sowie explosiven Pfeilen zum mächtigen Meinungsverstärker aufrüsten lässt. Sobald die Nacht hereinbricht, gilt es, sich im Fort zu verschanzen und die letzten Vorbereitungen zu treffen – denn nun rücken unterschiedliche Monster an, derer Sie sich gemeinsam bis zur Morgendämmerung erwehren müssen.



FORTNITE

WERBUNG

Die besten Produkte zum Sparpreis

PCGH spart: Best-of

Diese Ausgabe widmen wir verschiedenen Produkten: Mit unseren Tipps sparen Sie bei Samsungs 830er SSD, dem Phenom II, der SB Recon3D, dem Asrock Z77 Pro3 und der Radeon HD 7870.



Das Jahr 2012 neigt sich langsam dem Ende und neue Produktgenerationen werfen ihre Schatten voraus. Dadurch sinken die Preise vieler bekannter Top-Produkte deutlich. Der Redaktion ist besonders der Preisverfall bei Samsungs SSD 830 Series 256 GB, Sapphires Radeon HD 7870 GHz Edition, AMDs Phenom II X4 965 Black Edition, Asrocks Z77 Pro3 und Creatives Sound Blaster Recon 3D aufgefallen.

Samsungs SSD 830 Series 256 GB

Die Samsung SSD 830 Series gab Ende 2011 einen guten bis sehr guten Einstand im Testlabor: Die Messwerte überzeugen und auch die Energieaufnahme ist noch

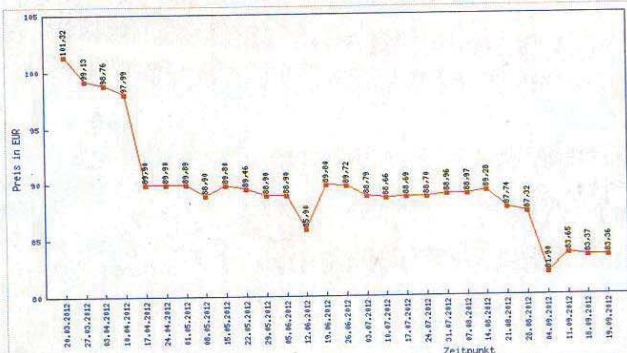
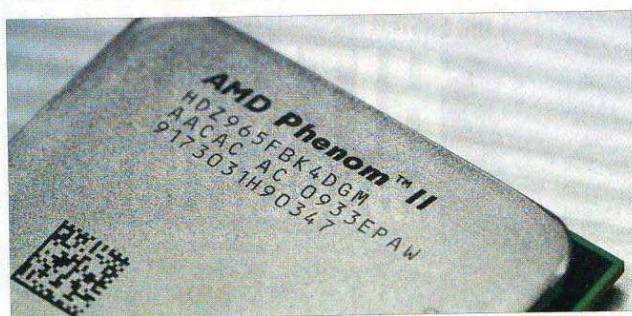
akzeptabel. Die Leistungsaufnahme fällt aber unter Last mit 5,1 Watt sehr hoch aus. Vor allem die Schreibrate ist mit 548 MByte/s sehr hoch, dadurch sind zusammen mit den kurzen Zugriffszeiten sehr gute Ergebnisse in der Praxis möglich. Die Toggle-DDR-Bausteine belegen bereits alle acht Kanäle des Controllers, fassen im Vergleich zu den 512 GBit pro Stück aber mit 256 GBit jeweils nur die halbe Datenmenge.

Sapphires Radeon HD 7870 GHz Edition

Die Grafikkarte arbeitet sehr leise: Ihre Ohren werden lediglich ein 0,9 Sone lautes Surren zu hören bekommen – das ist in typischer Umgebung kaum wahrnehmbar.

AMD Phenom II X4 965 Black Ed.

Die AMD-CPU gibt es inzwischen für rund 85 Euro und bei Alternate sogar inklusive *Shogun 2: Total War*: www.pcgh.de/preis/476201



Im Leerlauf sind sehr leise 0,4 Sone bei einer Leistungsaufnahme von guten 20 Watt zu verzeichnen. Wer möchte, tauscht seinen Garantieanspruch gegen etwas mehr Takt. Im PCGH-Leistungsindex erreicht die Sapphires Radeon HD 7870 GHz Edition 70,2 Prozent und liegt damit auf Platz 9.

AMD Phenom II X4 965 Black Edition

Mit dem AMD Phenom II X4 965 Black Edition hat AMD für rund 85 Euro einen Vierkernprozessor im Angebot. Die CPU bietet keine Turbo-Funktion, dafür aber einen offenen Multiplikator. Im PCGH-Leistungsindex erreicht der Prozessor etwa 50 Prozent.

Asrock Z77 Pro3

CPUs der Ivy-Bridge-Reihe bieten derzeit ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis; die passenden Mainboards verfügen über den Sockel 1155. Der ideale Chip für solche Platinen ist der Z77: Beim Asrock Z77 Pro3 mit Z77-Chipsatz handelt es sich um ein schmales ATX-Board. Im Gegensatz zur Micro-ATX-Platine von beispielsweise Asus P8Z77-M liegen hier die üblichen 5,3 Zentimeter zwischen Grafiksteckplatz und CPU-Sockel,

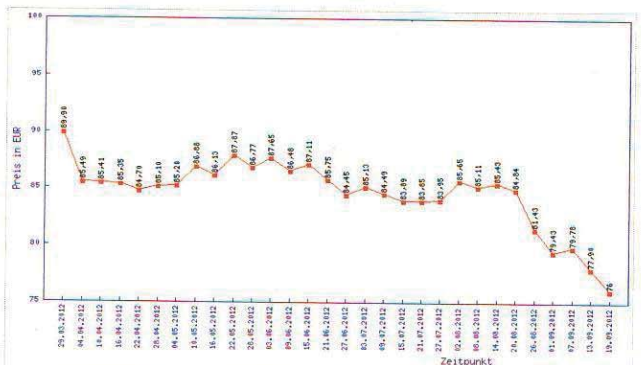
was für etwas niedrigere Temperaturen sorgen kann. Die Lüftersteuerung ist allerdings schlechter als beim Asus-Board, denn sie arbeitet stets lauter als nötig. Wir empfehlen daher, gleich einen Kühler mit großem Lüfter und geringer Maximaldrehzahl zu verwenden. Das Asrock Z77 Pro3 wurde im Test der Ausgabe 10/2012 mit der Note 1,80 bewertet.

Creative Sound Blaster Recon 3D

Die Recon 3D PCIe setzt auf dieselbe Hardwarebasis wie die Recon 3D Fatal1ty Professional Series. Sie unterscheiden sich nur durch die Abdeckung des PCB, die rote Beleuchtung der Fatal1ty-Karte und die blaue statt rote Abdeckung des Chips. Die Creative Sound Blaster Recon 3D bietet eine geringe, aber messbare CPU-Last und eine passable Rundumdarstellung. Ebenfalls gut ist die Ortbarkeit von Elementen im Klanggeschehen: Akustische Ereignisse sind klar auf der virtuellen Bühne zu lokalisieren und bei Musikmaterial ist der Sänger beziehungsweise die Sängerin genau mittig positioniert. Einzig die Differenzierung einzelner Instrumente und Gesänge untereinander fällt etwas schwer. (ma)

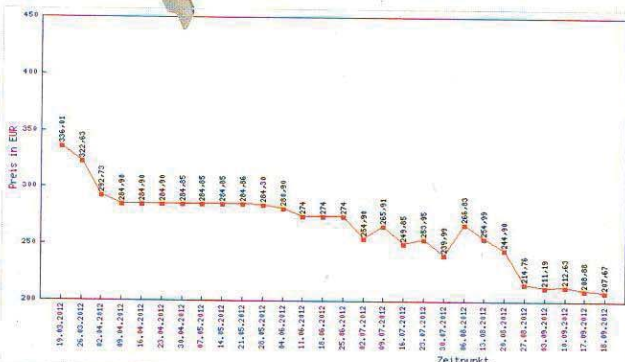
Asrock Z77 Pro3

Das Mainboard kostet nur noch rund 80 Euro und gehört damit zu den preiswertesten Z77-Platinen: www.pcgh.de/preis/756265



Sapphire Radeon HD 7870 GHz Ed.

Die Grafikkarte kostet nur noch rund 205 Euro, das sind fast 130 Euro Preisverfall in den letzten Monaten: www.pcgh.de/preis/745773



Lesereinsendungen

PCGH-Mailbox

Außer über unsere Webseite www.pcgh.de und unser Forum www.pcghx.de können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an redaktion@pcgameshardware.de mit uns Kontakt aufnehmen.

Core i5-3570K oder FX-8150?

Ich möchte mir nach einigen Jahren Laptop-Nutzung wieder einen richtigen PC kaufen und habe somit auch die Qual der Wahl. Ich liebäugle derzeit mit dem Prozessor Core i5-3570K, aber kann mich nicht recht entscheiden, ob ich vom Preis her nicht doch eine AMD-CPU, einen FX-8150, nehmen sollte. Wo liegen hier die Unterschiede und welcher Chip ist besser? Welchen würden Sie mir empfehlen?

Lars P., per E-Mail

Marc Sauter: Der Core i5-3570K ist in Spielen die im Mittel weitaus schnellere CPU, auch in Anwendungen, die nicht alle Kerne nutzen, ist er gegenüber dem FX-8150 klar zu bevorzugen – das macht ihn so gesehen zukunftsicherer, etwa für kommende Grafikkarten-Generationen. Obendrauf ist der Core i5-3570K samt Mainboard viel sparsamer, kostet also weniger im Unterhalt und lässt sich mit weniger Aufwand (leise) kühlen.

Der FX-8150 ist rund 40 Euro günstiger – aber nur dort ein bisschen schneller, wo alle Kerne voll ausgelastet sind. Wir raten dennoch zum teureren Core i5-3570K, da dieser unserer Ansicht nach das ausgewogenere Gesamtpaket

bietet: Zumeist klar schneller und dabei sparsamer, die Plattform unterstützt zudem nativ USB 3.0.

Sandy-Bridge-Grafikeinheit für Multimedia ausreichend?

In meinem PC wurde keine Grafikkarte verbaut. Installiert sind ein Asus P8H61-M LE, 4 GiByte RAM und ein Core i3-2120. Benötige ich eine Grafikkarte, wenn ich einfache Bildbearbeitung, DVB-T- und SD-Videoaufnahme-Aufnahmen überspielen und schneiden sowie Flv- oder Mpeg-Videoclips in DivX umwandeln möchte, oder reicht der in der CPU integrierte Grafikern aus? Falls eine Grafikkarte zu empfehlen ist: In welcher Preisklasse sollte diese liegen?

Alex G., per E-Mail

Carsten Spille: Für die reine Bilddarstellung reicht der in der CPU integrierte Grafikern aus, jedoch bieten einige Programme im A/V-Bereich die Möglichkeit, diverse Berechnungen via OpenCL auf die Grafikkarte auszulagern und so den CPU-Teil Ihres i3-2120 zu entlasten. Je nach Programm und Funktion kann sich dabei ein großer Leistungsvorsprung ergeben – das

hängt aber immer sehr stark von den genutzten Funktionen innerhalb eines Programms ab.

Falls Sie sich dazu entschließen, eine solche Beschleunigung zu nutzen, würde ich für gute Resultate eine Grafikkarte im Bereich ab 150 Euro, zum Beispiel die HD 7850 von AMD (und Partnern) empfehlen.

PCGH-Rettungs-DVD (Ausgabe 10/2012) nutzen

Es gelingt mir nicht, meinen Rechner mit der PCGH-Rettungs-DVD zu booten. Liegt das an der DVD-ROM oder ist eine besondere Vorgehensweise erforderlich?

Wilhelm K., per E-Mail

Marco Albert: Die optimale Vorgehensweise sieht folgendermaßen aus:

1. DVD mit dem Bedruck nach unten einlegen.
2. Je nach Mainboard-Hersteller „F10“ oder „F8“ drücken, um das Boot-Menü zu erreichen.
3. Optisches Laufwerk auswählen.
4. Knoppix startet, einmal Enter drücken.
5. Tools wählen oder weiter ins Knoppix booten.

Die PCGH-Sprechstunde: Regelmäßig im PCGH-Extreme-Forum

Im Forum können Sie uns wöchentlich (derzeit Do., 14–16 Uhr) Fragen zu einem bestimmten Thema stellen. Es folgen einige Fragen und Antworten aus der Sprechstunde über Eingabegeräte am 23. August mit Frank Stöwer.

„Bandicoot“: Ich bin schon lange ein begeisterter Spieler und habe schon einige Nager probiert, aber anscheinend gibt es sehr wenige große (hohe) Mäuse für Zocker mit großen Händen. Derzeit besitze ich eine Logitech G400 und eine Roccat Kova+. Die sind gut, keine Frage, nur liegt das Handgelenk, besonders der Knochen, immer auf dem Tisch auf, was nach einiger Zeit zu Schmerzen führt. Mauspads mit Gel-Pad sind unbequem bei Shootern, da man oft dranstößt, wenn es mal hektisch wird.

Frank Stöwer: Zum einen empfehle ich dir ein großes Mauspad aus Stoff. Es gibt eine Fülle von Modellen, beispielsweise das große Sharkoon Rush Mat XL. Da kannst du bequem noch den halben Unterarm drauf parken! Die ideale Maus für große Hände ist die Roccat Kone [+] oder deren für November angekündigter Nachfolger, die Kone XTD. Die Logitech G600 ist auch nicht schlecht, genauso wie die Razer Mamba, Taipan oder Imperator 4G. Ebenfalls von der Ergonomie her empfehlenswert: die Steelseries Sensei.

„FreeuerX“: Da mir meine Microsoft Sidewinder X4 etwas zu laut und klapprig ist, bin ich auf der Suche nach einer leisen Tastatur. Die Lautstärke ist mir sehr wichtig, der Tastendruckpunkt soll jedoch nicht zu schwammig wirken. Eine spezielle Gaming-Tasten brauche ich nicht und eine Beleuchtung nur, falls die nicht auf Kosten der Qualität oder des Preises geht.

Frank Stöwer: Meine Vorschläge:

- 1) Steelseries 6GV2 (mechanisch und mit schwarzen Cherry MX – die haben kein akustisches Feedback)
- 2) Roccat Arvo (Gummidom, klein und kompakt, Daumentasten, guter bis sehr guter Druckpunkt und Anschlag)
- 3) Logitech G110 (sinnvolle Ausstattung, Beleuchtung, guter bis sehr guter Druckpunkt und Anschlag)

„Zsinj“: Wie sieht für euch der perfekte Tastenanschlag bei einer Tastatur aus?

Frank Stöwer: Ich persönlich bevorzuge eine mechanische Tastatur und liebe einen harten Anschlag und direkten Druckpunkt. Dabei gefällt es mir, wenn ich den Auslösepunkt des Tastenschalters spüre. Dieses taktile Feedback geben beispielsweise die braunen und blauen Cherry-MX-Schalter. Letztgenannte machen sich sogar per Klick-Geräusch bemerkbar.

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.



Einkaufsführer Grafikkarten

Basis: PCGH-Leistungsindex & -Wertungssystem, aktuelle Treiber

Modell (PCI-Express-Grafikkarten)	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. € 520,-	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	1,71	08/2012	www.pcgh.de/preis/774765
Evga GeForce GTX 680 Classified 4GB	Ca. € 600,-	4.096 MiB	1.111 +Boost/3.004 MHz	27/192/202* Watt	28,0/3,7 cm	0,9/3,0/3,0 Sone	1,72	10/2012	www.pcgh.de/preis/816662
Gainward GeForce GTX 680 Phantom	Ca. € 470,-	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	1,72	08/2012	www.pcgh.de/preis/757469
MSI N680GTX Lightning	Ca. € 510,-	2.048 MiB	1.111 +Boost/3.004 MHz	22/186/226* Watt	29,4/3,5 cm	0,7/2,4/3,4 Sone	1,74	09/2012	www.pcgh.de/preis/799116
KFA2 GeForce GTX 680 EX OC	Ca. € 510,-	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	1,76	08/2012	www.pcgh.de/preis/760611
MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC	Ca. € 460,-	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	1,76	08/2012	www.pcgh.de/preis/758362
Point of View GTX 680 TGT Beast Triple Fan	Ca. € 530,-	2.048 MiB	1.163 +Boost/3.004 MHz	22/226/196* Watt	26,4/5,5 cm	0,6/2,1/2,0 Sone	1,76	09/2012	www.pcgh.de/preis/809320
Palit GeForce GTX 680 Jetstream	Ca. € 460,-	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	1,76	06/2012	www.pcgh.de/preis/759777
Evga GeForce GTX 680 Superclocked+	Ca. € 470,-	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	1,77	08/2012	www.pcgh.de/preis/756582
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	1,77	08/2012	www.pcgh.de/preis/767446
MSI R7970 Lightning	Ca. € 440,-	3.072 MiB	1.070/2.800 MHz	22/201/298 Watt	30,2/3,5 cm	1,0/2,5/6,3 Sone	1,77	08/2012	www.pcgh.de/preis/751143
Asus GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 420,-	2.048 MiB	1.058 +Boost/3.004 MHz	21/151/152* Watt	26,8/3,5 cm	0,2/0,9/0,8 Sone	1,79	08/2012	www.pcgh.de/preis/776592
Sapphire HD 7970 Vapor-X GHz Edition	Ca. € 410,-	3.072 MiB	1.050/3.000 MHz	16/209/236* Watt	27,8/4,3 cm	0,7/4,1/5,3 Sone	1,80	10/2012	www.pcgh.de/preis/804863
Palit GeForce GTX 680 Jetstream 4GB	Ca. € 530,-	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	1,81	08/2012	www.pcgh.de/preis/761763
Zotac GeForce GTX 670 AMP-Edition	Ca. € 380,-	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	1,81	08/2012	www.pcgh.de/preis/776848
VTX3D Radeon HD 7970 X-Edition	Ca. € 370,-	3.072 MiB	1.050/2.850 MHz	25/203/265* Watt	26,7/3,4 cm	0,5/1,9/3,4 Sone	1,83	08/2012	www.pcgh.de/preis/735997
MSI N670GTX Power Edition/OC	Ca. € 360,-	2.048 MiB	1.019 +Boost/3.004 MHz	16/180/185* Watt	26,8/3,5 cm	0,4/2,8/2,8 Sone	1,84	09/2012	www.pcgh.de/preis/798737
Asus HD 7970 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 410,-	3.072 MiB	1.000/2.800 MHz	17/185/214* Watt	27,5/4,9 cm	1,1/2,9/3,8 Sone	1,84	08/2012	www.pcgh.de/preis/729055
Sapphire Radeon HD 7970 OC (Dual-X)	Ca. € 380,-	3.072 MiB	950/2.850 MHz	21/169/236* Watt	28,4/4,3 cm	0,4/2,2/3,3 Sone	1,84	08/2012	www.pcgh.de/preis/735670
XFX R7970 1000M Black Edition Double D.	Ca. € 370,-	3.072 MiB	1.000/2.850 MHz	22/205/229* Watt	26,7/3,5 cm	1,3/3,0/3,4 Sone	1,85	08/2012	www.pcgh.de/preis/723342
Evga GeForce GTX 670 FTW	Ca. € 360,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.105 MHz	18/177/183* Watt	25,5/3,5 cm	0,5/2,9/2,8 Sone	1,86	09/2012	www.pcgh.de/preis/777091
Gigabyte Radeon HD 7970 Windforce 3x	Ca. € 350,-	3.072 MiB	1.000/2.750 MHz	23/192/224* Watt	26,7/3,5 cm	0,9/2,9/3,6 Sone	1,88	08/2012	www.pcgh.de/preis/724074
Gainward GeForce GTX 670 Phantom	Ca. € 360,-	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	1,89	08/2012	www.pcgh.de/preis/774962
Club 3D Radeon HD 7970 Royal King	Ca. € 380,-	3.072 MiB	975/2.750 MHz	18/177/221* Watt	26,4/3,4 cm	0,7/2,1/3,0 Sone	1,90	08/2012	www.pcgh.de/preis/774068
Sapphire Radeon HD 7950 OC 900M	Ca. € 320,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	18/127/149* Watt	28,0/3,4 cm	0,3/1,1/1,6 Sone	2,01	08/2012	www.pcgh.de/preis/732198
Asus GTX 660 Ti Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 330,-	2.048 MiB	1.058 +Boost/3.004 MHz	17/134/135* Watt	26,9/3,5 cm	0,3/0,4/0,5 Sone	2,04	10/2012	www.pcgh.de/preis/824558
Zotac GeForce GTX 660 Ti AMP-Edition	Ca. € 300,-	2.048 MiB	1.032 +Boost/3.304 MHz	17/136/137* Watt	19,2/3,4 cm	0,5/3,8/3,6 Sone	2,05	10/2012	www.pcgh.de/preis/824515
VTX3D Radeon HD 7950 X-Edition	Ca. € 280,-	3.072 MiB	880/2.500 MHz	15/142/156* Watt	26,7/3,4 cm	0,5/2,0/1,9 Sone	2,06	10/2012	www.pcgh.de/preis/752070
MSI N660GTX Ti Power Edition/OC	Ca. € 280,-	2.048 MiB	1.019 +Boost/3.004 MHz	15/152/157* Watt	25,4/3,4 cm	0,4/1,3/1,5 Sone	2,07	10/2012	www.pcgh.de/preis/824427
Asus HD 7950 Direct Cu II TOP (DC2T)	Ca. € 340,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	16/127/131* Watt	29,5/5,5 cm	0,9/1,2/1,3 Sone	2,08	08/2012	www.pcgh.de/preis/732216
Sapphire HD 7950 Vapor-X OC Boost	Ca. € 300,-	3.072 MiB	850-950/2.500 MHz	19/205/222* Watt	27,7/4,3 cm	0,7/2,8/3,0 Sone	2,09	10/2012	www.pcgh.de/preis/830164
Gainward GeForce GTX 660 Ti Phantom	Ca. € 290,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.054 MHz	16/142/143* Watt	24,5/4,6 cm	0,4/1,4/1,3 Sone	2,09	10/2012	www.pcgh.de/preis/824397
Palit GeForce GTX 660 Ti Jetstream	Ca. € 290,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.054 MHz	16/142/142* Watt	24,5/4,6 cm	0,5/2,1/2,0 Sone	2,10	10/2012	www.pcgh.de/preis/824323
XFX R7950 Black Edition Double Dissipation	Ca. € 290,-	3.072 MiB	900/2.750 MHz	19/136/139* Watt	26,8/3,5 cm	1,4/4,2/4,8 Sone	2,11	04/2012	www.pcgh.de/preis/732228
MSI R7950 Twin Frozr 3GD5/OC	Ca. € 350,-	3.072 MiB	880/2.500 MHz	18/124/140* Watt	27,0/3,5 cm	0,5/1,9/2,2 Sone	2,12	08/2012	www.pcgh.de/preis/732239
Evga GeForce GTX 660 Ti Superclocked	Ca. € 290,-	2.048 MiB	980 +Boost/3.004 MHz	17/132/132* Watt	24,2/3,4 cm	0,8/2,2/2,0 Sone	2,12	10/2012	www.pcgh.de/preis/824323
HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo	Ca. € 330,-	3.072 MiB	900/2.500 MHz	18/128/130* Watt	28,3/4,8 cm	0,5/2,8/2,9 Sone	2,12	08/2012	Nicht lieferbar
Powercolor Radeon HD 7950 PCS+	Ca. € 290,-	3.072 MiB	880/2.500 MHz	19/128/135* Watt	26,7/3,4 cm	0,9/0,9/1,0 Sone	2,15	08/2012	www.pcgh.de/preis/732189
Sapphire Radeon HD 7870 OC	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.050/2.500 MHz	20/108/139* Watt	25,5/3,5 cm	0,4/0,9/1,8 Sone	2,18	08/2012	www.pcgh.de/preis/751973
Asus HD 7870 Direct Cu II TOP (DC2T) V2	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.100/2.500 MHz	18/132/151* Watt	26,8/3,5 cm	0,3/1,5/5,1 Sone	2,19	08/2012	www.pcgh.de/preis/798287
NEU Asus GTX660-DC2T-2GD5	Ca. € 220,-	2.048 MiB	1.071 +Boost/3.054 MHz	18/131/140* Watt	25,8/3,5 cm	0,2/0,6/0,7 Sone	2,20	11/2012	Noch nicht lieferbar
XFX R7870 Black Edition Double Dissipation	Ca. € 240,-	2.048 MiB	1.050/2.500 MHz	19/123/143* Watt	24,9/3,4 cm	0,2/0,5/1,1 Sone	2,21	08/2012	www.pcgh.de/preis/751983
HIS Radeon HD 7870 Iceq X Turbo	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.100/2.500 MHz	16/140/163* Watt	24,5/3,5 cm	0,4/1,6/1,9 Sone	2,22	08/2012	www.pcgh.de/preis/751967
MSI R7870 Twin Frozr 2GD5/OC	Ca. € 210,-	2.048 MiB	1.050/2.400 MHz	23/115/127* Watt	27,3/3,5 cm	0,5/1,7/2,7 Sone	2,22	08/2012	www.pcgh.de/preis/746962
NEU Palit GeForce GTX 660 OC	Ca. € 210,-	2.048 MiB	1.006 +Boost/3.054 MHz	10/110/138* Watt	19,8/3,5 cm	0,3/1,0/1,3 Sone	2,22	11/2012	www.pcgh.de/preis/836721
Powercolor Radeon HD 7870 PCS+	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.100/2.450 MHz	17/123/136* Watt	24,3/3,4 cm	0,5/2,2/2,8 Sone	2,23	08/2012	www.pcgh.de/preis/751978
NEU MSI N660 TF 2GD5/OC	Ca. € 210,-	2.048 MiB	1.032 +Boost/3.004 MHz	10/117/138* Watt	22,0/3,4 cm	0,4/0,9/0,9 Sone	2,24	11/2012	www.pcgh.de/preis/836893
HIS Radeon HD 7870 Iceq Turbo	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.100/2.400 MHz	17/112/125* Watt	28,7/3,4 cm	1,0/1,9/2,6 Sone	2,25	08/2012	www.pcgh.de/preis/751969
NEU Evga GTX 660 Superclocked (SC)	Ca. € 210,-	2.048 MiB	1.045 +Boost/3.004 MHz	10/130/143* Watt	24,2/3,5 cm	0,8/2,1/2,3 Sone	2,26	11/2012	www.pcgh.de/preis/837797
Club 3D Radeon HD 7870 Royal King	Ca. € 230,-	2.048 MiB	1.050/2.400 MHz	17/94/122* Watt	21,0/3,5 cm	0,4/2,7/3,6 Sone	2,28	08/2012	www.pcgh.de/preis/773040
XFX R7850 Black Edition Double Dissipation	Ca. € 210,-	2.048 MiB	975/2.500 MHz	12/109/111* Watt	25,0/3,4 cm	0,2/0,5/0,6 Sone	2,41	08/2012	www.pcgh.de/preis/751985
Sapphire Radeon HD 7850 OC 2GB	Ca. € 190,-	2.048 MiB	920/2.500 MHz	19/85/106* Watt	21,0/3,4 cm	0,3/1,1/1,7 Sone	2,42	08/2012	www.pcgh.de/preis/805038
NEU Sapphire Radeon HD 7850 OC Dual-X 1GB	Ca. € 180,-	1.024 MiB	900/2.400 MHz	12/97/119* Watt	21,0/3,4 cm	0,3/1,6/1,8 Sone	2,52	11/2012	www.pcgh.de/preis/829148
NEU VTX3D Radeon HD 7850 X-Edition	Ca. € 170,-	1.024 MiB	1.000/2.450 MHz	13/122/125* Watt	20,2/3,4 cm	0,3/3,7/4,7 Sone	2,52	11/2012	www.pcgh.de/preis/804869
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	2,57	08/2012	www.pcgh.de/preis/610911
NEU Club 3D Radeon HD 7850 Royal King	Ca. € 180,-	1.024 MiB	910/2.400 MHz	11/106/123* Watt	20,2/3,4 cm	0,5/2,2/2,5 Sone	2,60	11/2012	www.pcgh.de/preis/829011
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	2,67	04/2011	www.pcgh.de/preis/610596
Sapphire Radeon HD 7770 Vapor-X OC	Ca. € 130,-	1.024 MiB	1.100/2.600 MHz	8/83/102* Watt	22,5/3,5 cm	0,3/0,6/0,8 Sone	2,74	08/2012	www.pcgh.de/preis/758751
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	2,74	08/2012	www.pcgh.de/preis/588975
Asus EAH6870 Direct Cu	Ca. € 140,-	1.024 MiB	915/2.100 MHz	24/131/176 Watt	27,5/3,6 cm	0,8/1,6/4,4 Sone	2,77	04/2011	www.pcgh.de/preis/601834
NEU Palit GeForce GTX 650 OC	Ca. € 100,-	1.024 MiB	1.071/2.600 MHz	11,5/60/69 Watt	15,3/3,4 cm	0,7/0,8/0,8 Sone	2,96	11/2012	www.pcgh.de/preis/836716

* Leistungsaufnahme wird per Nvidia Power Target (TDP) respektive AMD PowerTune automatisch eingedämmt

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.



Einkaufsführer Prozessoren & Kühler

Preise: Stand 19.09.2012

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. € 150,-	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	www.pcgh.de/preis/761214
FX-8150	Ca. € 165,-	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. € 100,-	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. € 120,-	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. € 90,-	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. € 110,-	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/517718
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. € 70,-	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)	n.l.	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. € 45,-	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. € 55,-	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

Hardware
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. € 900,-	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. € 520,-	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 4000	3,40 (3,80) GHz	6 MiB	95 W	22 nm	DDR3-1333	1155	2,03	07/2012	www.pcgh.de/preis/761856
Core i7-2700K	Ca. € 285,-	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
Xeon E3-1230V2	Ca. € 200,-	85,9 %	41 W, 97 W	4 + SMT	-	3,30 (3,70) GHz	8 MiB	69 W	22 nm	DDR3-1600	1155	2,11	08/2012	www.pcgh.de/preis/781378
Core i7-2600K	Ca. € 270,-	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. € 265,-	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. € 195,-	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. € 185,-	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. € 975,-	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 i3-3225	Ca. € 125,-	61,9 %	41 W, 58 W	2 + SMT	HD 4000	3,30 GHz	3 MiB	55 W	22 nm	DDR3-1600	1155	2,63	11/2012	www.pcgh.de/preis/766342
Core i3-3240	Ca. € 130,-	63,2 %	41 W, 59 W	2 + SMT	HD 2500	3,40 GHz	3 MiB	55 W	22 nm	DDR3-1600	1155	2,67	11/2012	www.pcgh.de/preis/766340
Core i7-860	Ca. € 255,-	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. € 190,-	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
Pentium G2120	Ca. € 85,-	51,6 %	41 W, 55 W	2	HD Graphics	3,10 GHz	3 MiB	55 W	22 nm	DDR3-1600	1155	2,93	11/2012	www.pcgh.de/preis/832988
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. € 60,-	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

Hardware
Preis-Leistungs-TippNEU
NEU

NEU

* Gesamtes System inklusive Mainboard und GeForce GT 430 (7 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. € 70,-	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
Thermalright Archon SB-E	Ca. € 60,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	42,8/44,1/45,7 °C	1,5/0,7/0,2 Sone	Turm	2,23	10/2012	www.pcgh.de/preis/804785
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
EKL Alpenföhn Gotthard	Ca. € 55,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	44,6/46,4/49,0 °C	1,1/0,3/0,1 Sone	Top-Blow	2,27	10/2012	www.pcgh.de/preis/660173
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	2,6/0,8/0,2 Sone	Top-Blow	2,28	04/2011	www.pcgh.de/preis/592734
Thermalright Archon Rev. A	Ca. € 70,-	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 S.*	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 Shamrock	Ca. € 55,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	43,7/44,7/49,9 °C	1,4/0,5/0,2 Sone	Turm	2,32	10/2012	www.pcgh.de/preis/660173
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	www.pcgh.de/preis/782372
Cooler Master TPC 800	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011	Mittel/mittel	43,4/45,3/48,9 °C**	1,0/0,3/0,1 S.**	Turm	2,33	10/2012	www.pcgh.de/preis/804577
Phanteks PH-TC14PE_OR	Ca. € 80,-	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	2,25	03/2012	www.pcgh.de/preis/672849

Hardware
Preis-Leistungs-Tipp

* Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt ** Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (120 mm) mit max. 1.500 U/min ermittelt

WERBUNG



Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 19.09.2012

Mainboards – Sockel AM3+

Produkt	Preis	Chip	Slots	USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA	Sonstige Ausstattung	Leistungs-aufnahme*	OC-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Asus Crosshair V Formula	Ca. € 190,-	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. € 75,-	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. € 110,-	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-Modus, 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-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Gigabyte A75M-UD2H	Ca. € 75,-	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. € 90,-	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. € 85,-	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-Note	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Gigabyte G1.Sniper 3	Ca. € 320,-	Z77/EATX	x16 (4), x1 (2), PCI (1)	6 x (10 x)/6 x 6Gb/s	Killer E2200, Soundcore 3D	72,8/219,7 Watt	1,25	1,44	09/2012	www.pcgh.de/preis/764686
MSI Z77 Mpower	Ca. € 180,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	6 x (8 x)/2 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	49,6/197,8 Watt	1,25	1,51	10/2012	www.pcgh.de/preis/823426
Gigab. Z77X-UD5H-WB WIFI	Ca. € 210,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (3), PCI (1)	4 x (10 x)/5 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., M-SATA-Port	67,8/221,0 Watt	1,75	1,53	06/2012	www.pcgh.de/preis/761951
Asus Maximus V Formula	Ca. € 240,-	Z77/EATX	x16 (3), x1 (3), x4 (1)	4 x (6 x)/6 x 6Gb/s	WLAN, Bluet., Diag.-LEDs	59,9/195,3 Watt	1,25	1,56	09/2012	www.pcgh.de/preis/805524
MSI Z77A-GD80	Ca. € 200,-	Z77/ATX	x16 (3), x1 (4), PCI (0)	2 x (4 x)/4 x 6Gb/s	Thunderbolt, Diagnose-LEDs	48,8/195,4 Watt	1,25	1,60	09/2012	www.pcgh.de/preis/756504
MSI Z77A-GD65	Ca. € 150,-	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. € 190,-	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. € 120,-	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
Asrock Z77 Extreme4	Ca. € 120,-	Z77/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	4 x (6 x)/4 x 6Gb/s	Diagnose-LEDs	57,3/219,7 Watt	1,75	1,72	10/2012	www.pcgh.de/preis/746839
EVGA Z77 FTW	Ca. € 320,-	Z77/EATX	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	4 x (6 x)/4 x 6Gb/s	Triple-UEFI, Diagnose-LEDs	56,5/202,0 Watt	1,25	1,72	09/2012	www.pcgh.de/preis/795757
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 Z77 Pro3	Ca. € 120,-	Z77/ATX	x16 (2), x1 (1), PCI (2)	2 x (4x)/2 x 6Gb/s	Nicht vorhanden	47,0/210,4 Watt	1,75	1,80	10/2012	www.pcgh.de/preis/756265
Asrock H77 Pro4/MVP	Ca. € 75,-	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

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; Win7 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. € 300,-	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. € 300,-	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, 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 (weitere Testergebnisse ab Seite 90)

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. € 45,-	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. € 45,-	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. € 45,-	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. € 35,-	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. € 35,-	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. € 60,-	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. € 45,-	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 Perform. 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

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	Overclocking mit 5-5-5-18, 2T und +0,1 Volt	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Kingston Hyper X	KHX8500D2T1K2/4G	Ca. € 65,-	2 x 2.048 MiB DDR2-1066	5-5-5-15	4-4-4-12	550 MHz (DDR2-1100), 2,3 Volt	-	02/2012	www.pcgh.de/preis/382756
G.Skill DIMM	F2-6400CL5D-4GBPQ	Ca. € 50,-	2 x 2.048 MiB DDR2-800	5-5-5-15	5-5-5-15	480 MHz (DDR2-960), 1,9 Volt	-	02/2012	www.pcgh.de/preis/235798

System: Core 2 Extreme QX9650, Gigabyte EP45-Extreme, GeForce GTX 580, Scythe Rasetsu @ 1.250 U/min; Win7, Stresstest Prime 95; die erreichten Ergebnisse können je nach Modul variieren



Einkaufsführer LCDs, Eingabegeräte & Soundkarten

Preise: Stand 19.09.2012

LCDs

Hardware
Preis-Leis-
tungs-Tipp

Modell	Preis	Native Auflösung	Back-light	Reaktionszeit/Schlieren/Korona	Spiele- taug- lich/Inputlag	Helligkeit	Hellig- keitsab- weichung	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
23 bis 24 Zoll										
Eizo Foris FS2333	Ca. € 300,-	1.920 x 1.080	LED	21 ms/sichtbar/sichtbar	Bedingt/5 ms	3 bis 253 cd/m²	Max 5 %	1,81	10/2012	www.pcgh.de/preis/810713
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. € 340,-	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	Ca. € 330,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	19 ms/gering/sichtbar	Ja/6 ms	83 bis 230 cd/m²	Max. 10 %	1,94	08/2011	www.pcgh.de/preis/572031
Benq XL2420T	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	15 ms/gering/gering	Ja/7 ms	72 bis 235 cd/m²	Max. 20 %	1,98	01/2012	www.pcgh.de/preis/696261
LG IPS234V	Ca. € 170,-	1.920 x 1.080	LED	19 ms/gering/sichtbar	Ja/6 ms	69 bis 241 cd/m²	Max. 8 %	1,99	08/2012	www.pcgh.de/preis/777261
Asus VE248H	Ca. € 160,-	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
Fujitsu P23T-6 IPS	Ca. € 280,-	1.920 x 1.080	LED	26 ms/sichtbar/gering	Bedingt/9 ms	65 bis 221 cd/m²	Max. 12 %	2,00	08/2012	www.pcgh.de/preis/582960
27 Zoll										
Asus VG278H	Ca. € 600,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	18 ms/gering/keine	Ja/12 ms	131 bis 442 cd/m²	Max. 15 %	1,97	01/2012	www.pcgh.de/preis/691038
Iiyama ProLite G2773HS	Ca. € 340,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	13 ms/sehr gering/gering	Ja/11 ms	60 bis 305 cd/m²	Max. 17 %	2,01	08/2012	www.pcgh.de/preis/766344
Asus VE278Q	Ca. € 300,-	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 Ultrasharp U2713HM	Ca. € 600,-	2.560 x 1.440	LED	25 ms/sichtbar/gering	Bedingt/19 ms	35 bis 404 cd/m²	Max. 14 %	2,09	10/2012	www.pcgh.de/preis/808420
Dell Ultrasharp U2711	Ca. € 540,-	2.560 x 1.440	CCFL	21 ms/sichtbar/keine	Bedingt/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
Samsung Syncmaster S27B970D	Ca. € 500,-	2.560 x 1.440	LED	30 ms/sichtbar/gering	Bedingt/24 ms	62 bis 260 cd/m²	Max. 3 %	2,22	10/2012	www.pcgh.de/preis/799692
Hazro HZ27WC	Ca. € 850,-	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
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
30 Zoll										
HP ZR30w	Ca. € 1.200,-	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

Hardware
Preis-Leis-
tungs-Tipp

Mäuse

Modell	Preis	Kabel- länge	Tasten	Abtastung	Maximale Auflösung	Gewicht	Spiele- tauglichkeit	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Razer Taipan	Ca. € 80,-	210 cm	8 + Scrollrad	Laser und LED	8.200 Dpi	96 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	09/2012	www.pcgh.de/preis/802137
Razer Imperator 4G	Ca. € 60,-	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/569609
SteelSeries Sensei	Ca. € 70,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.000 Dpi	102 Gramm	Uneingeschränkt	1,47	11/2011	www.pcgh.de/preis/671586
Logitech G600 MMO G. Mouse	Ca. € 70,-	200 cm	16 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	133 Gramm	Uneingeschränkt	1,54	09/2012	www.pcgh.de/preis/798637
CM Storm Sentinel Advanced 2	Ca. € 50,-	180 cm	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	111 bis 134 Gramm	Uneingeschränkt	1,59	09/2012	www.pcgh.de/preis/772329
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
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
Logitech G700	Ca. € 65,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	5.600 Dpi	94 bis 116 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2010	www.pcgh.de/preis/557036

Hardware
Preis-Leis-
tungs-Tipp

Tastaturen

Modell	Preis	Anschlag/Druckpunkt	Layout/Tasten- höhe	An- schluss	Zusatz- tasten	Handballen- ablage	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Logitech G19	Ca. € 130,-	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)	N. lieferbar	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. € 90,-	Gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	18 + LCD	Vorhanden	1,60	11/2010	www.pcgh.de/preis/552937
Razer Black Widow Ultimate	Ca. € 110,-	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. € 85,-	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

Soundkarten

Hardware
Preis-Leis-
tungs-Tipp

Modell	Preis	Anschlüsse	Tief- ton- bereich	Mitteltonbereich u. Stimmwiedergabe	Hoch- ton- bereich	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
Asus Xonar Phoebus	Ca. € 160,-	4 x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,74	07/2012	www.pcgh.de/preis/771017
Asus Xonar Essence ST + H6	Ca. € 200,-	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. € 380,-	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. € 85,-	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. € 45,-	3 x 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 19.09.2012

Solid State Drives (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. € 65,-	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. € 105,-	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
Bis 128 GByte										
Plextor M5 Pro	Ca. € 140,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Marvell 88SS9187/Toggle-DDR	0,03/0,05 ms	548/336 MB/s	54/79/55 Sek.	1,65	11/2012	www.pcgh.de/preis/820221 NEU
OCZ Vertex 4	Ca. € 90,-	6,0 Gbit/s	119 GiB/128 GB	Ind. Everest 2/ONFI-DDR	0,11/0,03 ms	554/406 MB/s	57/74/55 Sek.	1,69	10/2012	www.pcgh.de/preis/759195 Hardware
Samsung SSD 830 (Kit)	Ca. € 105,-	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 Preis-Leistungs-Tipp
Intel SSD 520	Ca. € 95,-	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 (Kit)	Ca. € 135,-	6,0 Gbit/s	112 GiB/120 GB	SF-2281/keine Angabe	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. € 85,-	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. € 95,-	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. € 165,-	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. € 165,-	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
A-Data S511	Ca. € 110,-	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
Corsair Force GT	Ca. € 100,-	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. € 85,-	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. € 80,-	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
Bis 256 GByte										
Plextor M3 Pro	Ca. € 270,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Marvell 88SS9174/Toggle-DDR	0,12/0,04 ms	538/543 MB/s	45/69/45 Sek.	1,52	09/2012	www.pcgh.de/preis/745619
Samsung SSD 840 Pro	N. lieferbar	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	S4LN021X01/Toggle-DDR	0,03/0,02 ms	561/519 MB/s	47/69/47 Sek.	1,52	11/2012	Noch nicht in Liste geführt NEU
Corsair Neutron GTX	Ca. € 225,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	LM87800/Toggle-DDR	0,04/0,05 ms	559/512 MB/s	48/69/45 Sek.	1,53	11/2012	www.pcgh.de/preis/796012 NEU
Adata XPG SX910	Ca. € 220,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,17/0,12 ms	561/529 MB/s	40/65/62 Sek.	1,53	09/2012	www.pcgh.de/preis/806108
Intel SSD 520	Ca. € 230,-	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 (Kit)	Ca. € 275,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/keine Angabe	0,20/0,19 ms	561/531 MB/s	43/69/65 Sek.	1,57	10/2011	www.pcgh.de/preis/660155
Mach Xtreme DS Turbo PE	Ca. € 200,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,18/0,19 ms	559/534 MB/s	40/64/61 Sek.	1,58	11/2012	www.pcgh.de/preis/745550 NEU
Corsair Force GS	Ca. € 185,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,10/0,16 ms	559/536 MB/s	41/66/67 Sek.	1,62	11/2012	www.pcgh.de/preis/804102 NEU
Adata S511	Ca. € 220,-	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	09/2012	www.pcgh.de/preis/642714
Kingston Hyper-X 3K (Kit)	Ca. € 195,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/keine Angabe	0,17/0,18 ms	559/536 MB/s	41/67/63 Sek.	1,63	09/2012	www.pcgh.de/preis/758712
OCZ Vertex 4	Ca. € 180,-	6,0 Gbit/s	238 GiB/256 GB	Marvell 88SS9174/ONFI-DDR	0,11/0,03 ms	561/513 MB/s	55/72/54 Sek.	1,64	10/2012	www.pcgh.de/preis/759200
Samsung SSD 830 (Kit)	Ca. € 180,-	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. € 170,-	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
Sandisk Extreme SSD	Ca. € 165,-	6,0 Gbit/s	224 GiB/240 GB	SF-2281/ONFI-DDR	0,03/0,10 ms	559/535 MB/s	45/67/69 Sek.	1,72	11/2012	www.pcgh.de/preis/717810 NEU
Ab 256 GByte										
Samsung SSD 830	Ca. € 510,-	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. € 550,-	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

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. € 220,-	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
Seagate Barracuda F3 HE103SJ**	Ca. € 65,-	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 F3R HD502HJ	Ca. € 60,-	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	N. lieferbar	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	N. lieferbar	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	Nicht mehr aufgeführt
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. € 115,-	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
Seagate Barracuda Ecogreen F4 HD204UI**	Ca. € 90,-	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 Hardware
WD Caviar Black WD2002FAEX	Ca. € 150,-	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 Preis-Leistungs-Tipp
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. € 260,-	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. € 200,-	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. € 210,-	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 ** ehemals Samsung-Festplatten

WERBUNG



Einkaufsführer Gehäuse, Lüfter & Netzteile

Preise: Stand 19.09.2012

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
Silent-Gehäuse (Standardtakt und -spannung)									
Fractal Design Define R4	Ca. € 100,-	7 x 140 mm	2 x 140 mm	1,0/0,1/0,1 Sone	69/74/36 °C	2,8/2,6 Sone	2,08	09/2012	www.pcgh.de/preis/812617
Corsair Obsidian 550D	Ca. € 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
Bittfenix 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. € 95,-	3 x 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
Midi-Gehäuse (CPU @ 3,2 GHz, 1,2 Volt)									
Chieftech Libra LF-01B	Ca. € 75,-	9 x 120 mm	5 x 120 mm	2,2/0,5/0,3 Sone	70/68/33 °C	3,6/3,9 Sone	2,57	10/2012	www.pcgh.de/preis/804417
Corsair Carbide 300R WE	Ca. € 85,-	1 x 120, 6 x 120/140 mm	1 x 120, 1 x 140 mm	1,0/0,2/0,1 Sone	69/73/33 °C	3,8/3,8 Sone	2,71	10/2012	www.pcgh.de/preis/823654
Ennermax Ostrog	Ca. € 40,-	3 x 120, 4 x 120/140 mm	1 x 120 mm	1,9 Sone (12 V)	72/72/33 °C	3,0/3,5 Sone	2,79	10/2012	www.pcgh.de/preis/795555
Sharkoon T28	Ca. € 50,-	3 x 120 mm	3 x 120 mm	0,9/0,2/0,1 Sone	79/84/32 °C	2,9/3,0 Sone	2,79	10/2012	www.pcgh.de/preis/709619

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

Hardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-Tipp

NEU

NEU

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	Ca. € 17,-	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. € 13,-	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	Drehzahlsschalter	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. € 19,-	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. € 14,-	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	Drehzahlsschalter	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
120-mm-Lüfter									
Be quiet Silent Wings 2	Ca. € 16,-	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/745182
Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-LR-2)	Ca. € 11,-	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. € 18,-	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. € 11,-	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. € 8,-	3-Pin/47 cm	Drehzahlsschalter	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

Hardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-Tipp

NEU

NEU

Netzteile

Modell	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Länge)	Leistung +12 V	Lautheit bei 10/20/50/80/100 % Last	Effizienz bei 10/20/50/80/100 % Last	Wertung	Test in Ausgabe	Direkt zum PCGH-Preisvergleich
400 bis 600 Watt								
Be quiet Dark Power Pro P10 550W	Ca. € 120,-	4x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	83/89/92/92/91 %	1,49	08/2012	www.pcgh.de/preis/790408
Ennermax 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. € 120,-	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. € 90,-	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 Silencer MKIII 500W	Ca. € 65,-	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
630 bis 800 Watt								
Ennermax Modu87+ 700 W	Ca. € 200,-	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. € 150,-	4x 6+2-Pin (55 cm)	744 Watt	0,1/0,1/0,1/0,3/0,4/2,3 Sone	85/90/93/92/91 %	1,59	07/2011	www.pcgh.de/preis/536886
Lepa G700	Ca. € 110,-	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. € 130,-	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. € 100,-	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								
Ennermax Platimax 850W	Ca. € 205,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	840 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/2,1 Sone	83/90/94/92/92 %	1,46	11/2011	www.pcgh.de/preis/683488
Corsair AX1200i	Ca. € 290,-	6x 6+2-Pin (60 cm)	1.205 Watt	0,1/0,1/0,3/0,8/1,3 Sone	88/93/94/92/91 %	1,48	11/2012	www.pcgh.de/preis/815977
Seasonic Platinum 1000W	Ca. € 250,-	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
Be quiet Dark Power Pro P10 850W	Ca. € 190,-	6x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	840 Watt	0,3/0,3/0,3/0,4/4,7 Sone	85/91/93/92/91 %	1,57	11/2012	www.pcgh.de/preis/790591

Hardware
Preis-Leistungs-TippHardware
Preis-Leistungs-Tipp

NEU

NEU

WERBUNG

Die Redaktion

THILO BAYER

Chefredakteur | tb@pcgh.de | Fachbereiche: Print allgemein, Online allgemein, Spiele, Fotografie

PC aktuell: Nach acht Jahren Altbau-Terror mit Problemen bei der Elektrik, WLAN und Telefon ziehe ich bis Jahresende in einen Fast-Neubau um und freue mich jetzt schon auf störungsfreies Zocken, Surfen und Übertakten.

Am PC allgemein stört mich ... eigentlich nur, dass das saubere Umziehen von Software, speziellen Anwendungsprogrammen, immer noch so ein Terror ist. So eine Art Steam für Photoshop & Co., das wäre es.

Privat-PC: Intel Core i7-970, 8 GiB RAM, Asus Sabertooth X58, 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: Mein Telekommunikationsdienstleister hat es tatsächlich geschafft und pünktlich zum Umzug den VDSL-Anschluss geschaltet. Das Beste daran: Der Anschluss funktioniert bisher sogar tadellos.

Am PC allgemein stört mich ... dass ständig irgendeine Software aktualisiert werden muss und dass Spiele von DVD gefühlt mehrere Stunden installieren. Doch sonst bin ich zufrieden mit der PC-Plattform.

Privat-PC: AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiByte RAM, Gigabyte GA870A-UD3, GeForce GTX 460, 22-Zoll-LCD



LARS CRAEMER

Redakteur | lc@pcgh.de | Fachbereiche: Mobile Geräte, Online-Auftritt von PC Games Hardware

PC aktuell: Meinen Wohnzimmer-PC werde ich demnächst mit einer SSD aufrüsten, die ständigen HD-Zugriffe nerven mich. Allerdings sind mit 64 GiByte zu wenig, ich warte auf günstige 128-GiByte-Modelle.

Am PC allgemein stört mich ... nichts. Für die zugeordneten Einsatzzwecke ist er gut geeignet, und sollte ein PC mal nicht ausreichen, kommen Alternativen zum Einsatz.

Privat-PC: C2Q Q6600, Asus P45, 4 GiByte DDR2-800, Nvidia GeForce GTS 450, Silverstone TJ-05, 22-Zoll-Display (16:10)



CHRISTIAN GÖGELEIN

Redakteur | cg@pcgh.de | Fachbereiche: Windows, Netzwerk

PC aktuell: Wenn ich mir unsere aktuellen CPU-Benchmarks so anschau, wo selbst ein Ivy-Bridge-Zweikerner in Anno 2070 besser abschneidet als mein i7-965 ... Hm, das Add-on *Die Tiefsee* steht eigentlich auf dem Programm.

Am PC allgemein stört mich ... auch etwas, das mit Anno zu tun: Der demnächst hoffentlich nicht mehr fortgesetzte Trend zum Kopierschutz mit permanenter Internetverbindung. Immerhin: Ubisoft hat Besserung angekündigt.

Privat-PC: Core i7-965, Asus P6T-SE, 3 GiByte DDR3-1067, Radeon HD 5850, Viewsonic 19-Zoll-TFT



ANDREAS LINK

Redakteur | al@pcgh.de | Fachbereiche: Online-Auftritt von PC Games Hardware

PC aktuell: Win7 nervt mit Besitzerrechten bei externen Laufwerken und verweigert das Schreiben. Bis zur Problemlösung folgte eine nervende Fummelei.

Am PC allgemein stört mich ... die permanente Kostenspirale. Zwar hat sich deren Tempo in den letzten Jahren merklich reduziert, aber eine Investition ist ordentliche Hardware immer. Mit zunehmendem Alter kommen noch andere Interessen hinzu – zum Leidwesen des Update-Zyklus beim PC.

Privat-PC: Core i5-750, P7P55D Evo, GeForce GTX 470, 16 GiByte DDR3-1600, Audigy 2 ZS, 120-GiByte-SSD, Samsung 2494HM, Obsidian 800D



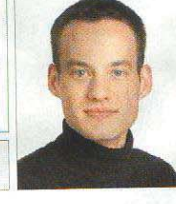
DANIEL MÖLLENDORF

Redakteur | dm@pcgh.de | Fachbereiche: Mainboards, RAM, Headsets, Gehäuse, optische Laufwerke

PC aktuell: Der i5-750 in meinem Spiele-PC ist einem i5-2500K gewichen, den ich günstig erstanden habe. Anno 2070 bedankt sich mit toller Performance auch auf großen Inseln. Zudem habe ich meinem HTC Sensation XE einen größeren Akku verpasst – rechtzeitig zur stressigen IFA-Berichterstattung.

Am PC allgemein stört mich ... dass ich ihn nicht überall hin mitnehmen kann. Ein Gaming-Notebook ist mir allerdings noch etwas zu teuer.

Privat-PC: Spiele-PC: Core i5-2500K, Asus Z77 Sabertooth, 8 GiB RAM, GTX 580, 24-Zoll-LCD, Adata 5511 (120 GB); HTPC: Core i3-540, GTX 560 Ti



MARC SAUTER

Redakteur | ms@pcgh.de | Fachbereiche: Prozessoren, Spiele, Online, Grafikkarten-Kühler

PC aktuell: Mein anstehender Urlaub hat mit den nötigen Vorbereitungen meine knappe Freizeit schon mehr als genug strapaziert. In Sachen PC habe ich diesen Monat daher nichts Neues zu vermelden.

Am PC allgemein stört mich ... unter anderem, dass AMD das Rennen um die schnellsten CPUs quasi für beendet erklärt hat. APUs an sich sind zwar spannend, aber einen potenten Unterbau braucht ein Spiele-PC dennoch.

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: Wie befürchtet macht der DRM-freie Retro-Spiele-Shop auf www.gog.com mich trotz Schnäppchenpreisen arm. Und ganz ehrlich: So richtig befriedigt werden meine Retro-Gelüste nicht. Alte Pappschachteln und die teils wirklich lustigen Drehscheibenabfragen gehören irgendwie auch dazu.

Am PC allgemein stören mich ... gar nicht mal mehr die hohen Kosten, sondern die Tatsache, dass es immer weniger echten Konkurrenzkampf gibt.

Privat-PC: C2D E8500 (3,8 GHz @ 1,2V), GBT EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800 (4-4-4-12), Samsung SSD 830 (256 GB), Powercolor HD 7970, Dell 3007WFP



FRANK STÖWER

Redakteur | fs@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, USB-Sticks, Mauspads

PC aktuell: Obwohl meine GTX 570 noch nicht zum alten Eisen gehört, reifen bereits die ersten Überlegungen, sie durch eine GTX 660 Ti zu ersetzen. Die ist deutlich schneller und die Preise werden hier bestimmt noch fallen.

Am PC allgemein stört mich ... der mittlerweile fast flächendeckende Online-Zwang, wenn man einfach nur mal spielen will. Mit einer DSL-2.000-Leitung sind Updates, DLCs und Riesenpatches nämlich eine Qual.

Privat-PC: Phenom II X6 1075T auf Asus Sabertooth 990FX (AMD 990FX/SB950), 8 GiByte DDR3-1600-RAM, GF GTX 570, 24-Zoll-LCD mit 3D



RAFFAEL VÖTTER

Redakteur | rv@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Notebooks, Spiele

PC aktuell: Jetzt, wo es kühler wird, gebe ich dem PC wieder mehr Feuer. Ich weiß, dass sich das kurios anhört, aber: Die Stromkosten in meiner Bude sind im Gegensatz zu den Gas- alias Heizkosten lächerlich gering. Natürlich geschieht das vor allem zum Wohle meiner neuen Mitbewohnerin. =>

Am PC allgemein stört mich ... der Trend zu „Free-2-all“. Gute Dinge kosten Geld. Jeder, der gute Dinge haben möchte, sollte ebendieses investieren.

Privat-PC: Phenom II X6 @ 3,6 GHz (NB: 2,83 GHz), 8 GiB DDR3-1727, Sapphire HD 7970 @ 1.000/3.000 MHz (1,06/1,525 Volt), X-Fi Forte, 30-Zoll-LCD



PC Games Hardware online und wichtige Dienste und Partner



News & Downloads:

www.pcgameshardware.de

Expertenforum:

www.pcghx.de

Abos online bestellen:

www.pcgh.de/go/shop

Einzelheft bestellen:

www.pcgh.de/go/heft

Bonuscodes im Heft:

Einfach den Code mit folgendem Schema nutzen:
www.pcgh.de/CODE/1234

Amazon: Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch 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 International AG
Verleger Jürg Marquard

DANIEL WAADT

Product Manager | dw@pcgh.de | Fachbereiche: PCGH-Produkte (u. a. PCGH-PC)

PC aktuell: Zuletzt habe ich *Call of Duty: Modern Warfare 3* rausgekratzt und die Kampagne fortgesetzt. Doch irgendwie langweilen mich die Schlauchlevels. Werde ich langsam zu alt zum Zocken oder gibt es da einen anderen Grund?

Am PC allgemein stört mich ... die Wartezeit, die man vor der Kiste verbringt, weil irgendetwas langsam ausgeführt oder geladen wird. Tablets vermitteln da eher ein „flüssiges“ Gefühl, egal wie schnell der PC ist.

Privat-PC: AMD FX-8150, 8 GiB DDR3, Asrock 970 Extreme4, Radeon HD 7970, 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: Mittlerweile bin ich wieder verstärkt im Multiplayer-Modus der Klassiker *Warcraft 3* und *UT 2004* aktiv. Das Umstöpseln zwischen Lautsprechern und Headset nervt allerdings. Dafür muss ich mir bei Gelegenheit eine Lösung einfallen lassen – vielleicht einen Switch oder eine neue Soundkarte?

Am PC allgemein stört mich ... dass man leckere Spiele oft in DLC-Scheibchen zu gesalzenen Preisen und gewürzt mit DRM serviert bekommt.

Privat-PC: Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580/1.536 MiByte, Fujitsu Display P27T-6 IPS



REINHARD STAUDACHER

Volontär | rs@pcgh.de | Fachbereiche: Kühlung, Windows

PC aktuell: Mit *Dark Souls* gibt es endlich wieder einen interessanten Kandidaten, der zumindest den Gerüchten nach zu urteilen einen knackigen Schwierigkeitsgrad bieten soll. Ich freue mich darauf, es durchzuspielen.

Am PC allgemein stört mich ... wenn mal wieder was nicht funktioniert. Nichts ist lästiger, als Zeit in die Fehlersuche zu investieren, anstatt das Gerät zu benutzen.

Privat-PC: Intel Core i7-870, Asus P7P55D Deluxe, 8 GiB Corsair DDR3-1333, Zotac Geforce GTX 480 AMP, Creative X-Fi



MARKUS HORN

Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online

PC aktuell: Windows 7 auf meinem alten Sony-Vaio-Notebook zu installieren, ging problemlos. Die Suche nach funktionierenden Treibern für eine Geforce Go 7400 sollte mich allerdings mehrere Abende beschäftigen.

Am PC allgemein stört mich ... der hohe Kostenfaktor. Auch wenn die Leistung und Flexibilität gegenüber Konsolen viel höher sind, für einen guten Gaming-PC muss meine Oma deutlich länger stricken.

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



JOHANNES GOLTZ

Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online

PC aktuell: Ich habe endlich mal wieder mein zweites Laufwerk eingebaut, um nicht immer die Discs wechseln zu müssen. Dabei habe ich mir auch gleich das Kabelmanagement vorgenommen.

Am PC allgemein stört mich ... an sich nichts, allerdings sind die hohen Kosten beim Aufrüsten nicht unerheblich. Trotz allem werde ich dem PC weiterhin treu bleiben und nicht auf Konsole umsteigen.

Privat-PC: Phenom II X4 965 @ Stock, Asrock 890 GX Extreme 3, 8 GiByte DDR3-1333 (Corsair), XFX Radeon HD 5850 765M



Inserenten PC Games Hardware 11/2012

Ubisoft.....	2	Listan.....	71
Devolto.....	5	Silent Power.....	73
Asrock.....	9	Coolergiant.....	75, 79, 83
1&1.....	14, 15, 47	Corsair.....	89
Seasonic.....	17, 19	Ultrasone.....	95
Caseking.....	20, 65, 66	Computec.....	99, 127, 131, 137
OCZ.....	31	MS-Tech.....	101
Aquatuning.....	37	Sharkoon.....	109
Infernum Productions.....	41	Alternate.....	117, 123, 142, 143
PC-Cooling.....	49	Lian Li.....	119
Take Two.....	55	Superflower.....	147
Medion.....	59	Electronic Arts.....	148
Cooler Master.....	61		

Verlag

ComputeC Media AG
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
Telefax: 0911/2872-200
redaktion@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

Vorstand

Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender),
Rainer Rosenbusch, Ingo Griebel

Chefredakteur (V.i.S.d.P.)

Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt,
Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitender Redakteur

Redaktion

Marco Albert (ma)
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

Mitarbeiter dieser Ausgabe

Daniel Waadt (dw)
Clemens Gäfgen (cg), Daniel-André Reinelt (dar),
Markus Horn (mh), Johannes Goltz (jg), Kristoffer Keipp (kk)

Lektorat

Margit Koch-Weiß (Ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose,
Esther Marsch, Natalia Schmidt, Ina Hulm

Layout

Bildredaktion

Titelgestaltung

Fotografie Heft

Bildnachweis

Frank Pfürnder (Ltg.), Hans Strobel
Albert Kraus (Ltg.), Tobias Zellerhoff
Frank Pfürnder

tb, cg, ma, cs, dm, fs, dw, sv, rv, ms, rs

Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

CD, DVD, Video

Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dzieliszewski,
Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth

COO

Hans Ippisch

Vertrieb, Abonnement

Marketing

Produktion

Werner Spachmüller (Ltg.), N. Krier
Jeanette Haag, Iris Manz
Martin Clossmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online

Redaktion

Thilo Bayer
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
Rene Behme: Tel.: +49 911 2872-152, rene.behme@computeC.de
Bernhard Nusser: 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, 22797 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 513 06-650, Fax: +49 40 513 06-960
E-Mail: werbung@freeXmedia.de

Anzeigenabrechnung

anzeigen@computeC.de

via E-Mail: anzeigen@computeC.de

Es gelten die Mediadata 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

SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES MMORE, PC GAMES HARDWARE, PC ACTION,
BUFFED, X3, PLAY 3, GAMES & MORE, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES, PLAY BLU

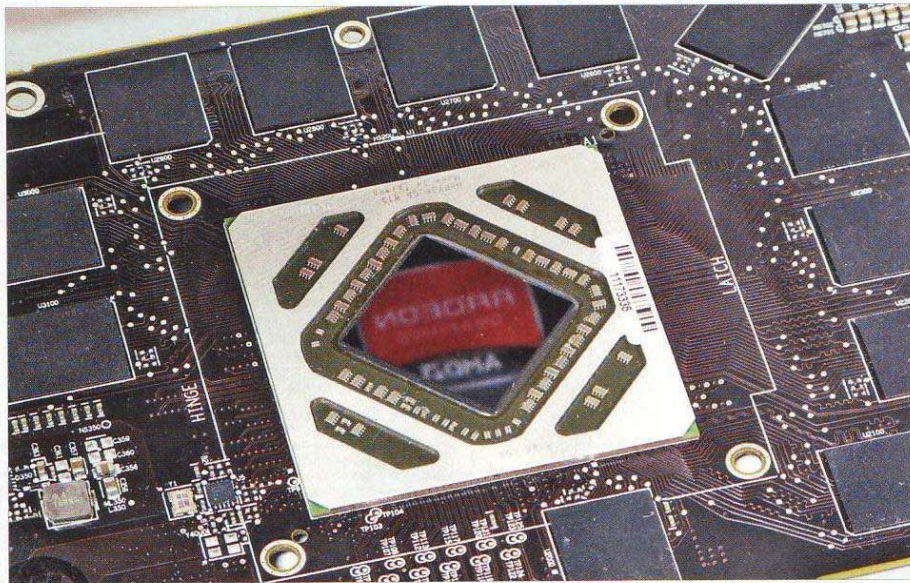
Polen

COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE

Ungarn

JOY, SHAPE, EVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM

Vorschau: 12/2012



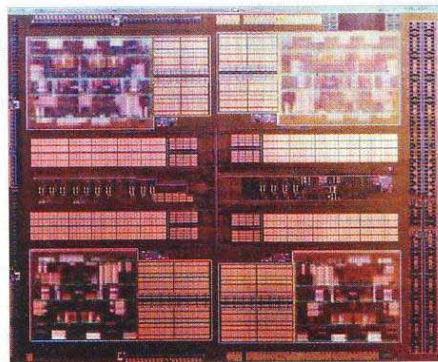
Tuning für Radeon-Grafikkarten*

Die Redaktion setzt sich in der kommenden Ausgabe mit AMDs Catalyst-Software und nützlichen Tuning-Tools auseinander, sodass Sie Ihre Radeon-Grafikkarte mit unseren Tipps am Limit betreiben können.



Tipps Ivy Bridge*

Ivy-Bridge-CPU's erfreuen sich bei PCGH-Lesern immer größerer Beliebtheit. Ein Grund für uns, sinnvolle Tipps für mehr Leistung oder weniger Stromverbrauch im Testlabor zu ermitteln – und Ihnen zu verraten.



AMDs Vishera*

Die Gerüchteküche um AMDs neue Prozessorgeneration Vishera brodelt – PC Games Hardware geht den Gerüchten auf den Grund. Mit etwas Glück können wir Ihnen die ersten Fakten präsentieren.

Weitere Themen*

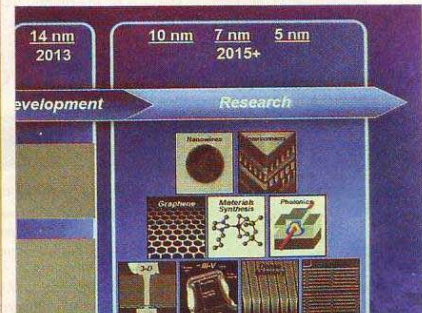
- **PCGH baut:** Diesmal bauen wir einen PC, der nicht lauter als 0,1-Sone werden soll.
- **Special:** Nie wieder warten! Wir zeigen, welche Maßnahmen den Spielstart deutlich beschleunigen.
- **Tests:** 3D-Gaming-Monitor mit 24 bis 27 Zoll, Spielermäuse, Sockel-FM2-Boards u. v. a.

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 7.11.2012

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



Auf dem Intel Developer Forum 2012 zeigte Intel seine Zukunftspläne: So sei 10-Nanometer-Fertigungstechnik schon in wenigen Jahren möglich. Auf der Folie sind auch 7 und 5 Nanometer für dieses Jahrzehnt vorgesehen. Weitere Infos dazu und über das IDF finden Sie unter www.pcgh.de/code/28NN.

Worte des Monats

„Wir haben keine Pläne, ein genereller Auftragsfertiger zu werden.“

Mark Bohr (Senior Fellow Intel) auf dem IDF 2012

Rossis Restekiste

Schöner schalten

Es gibt Dinge, die braucht kein Mensch. Das bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass man dergleichen nicht unbedingt haben will! Ein sehr schönes Beispiel von nutzlosem Plunder, der aber dennoch den HWV (Haben-wollen-Virus) aktiviert, ist dieser Lichtschalter, der für knapp \$ 30 angeboten wird. Sein Aussehen erinnert mehr als nur ein bisschen an gute, alte Arcade-Zeiten und sogar die passenden Geräusche können damit erzeugt werden. So ganz nebenbei kann man auch noch das Licht ein- und ausschalten, natürlich nur, wenn man auch diese merkwürdigen, amerikanischen Lichtschalter hat. Ich bin mir aber sicher, dass findige Bastler hier eine Lösung finden werden.



www.pcgh.de/code/28NN

WERBUNG

WERBUNG