

Games Hardware

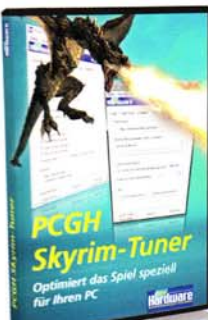
s.p. www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de



VIDEO-ANLEITUNG

Grafikkarten ausgereizt:
So verschönern Sie Spiele!

TES 5 Skyrim



Skyrim-Tuner
Exklusives Tuning-Tool für
das Rollenspiel des Jahres

Tuning im Heft
Bessere Grafik, Hardware s.p.
geprüft, die beste TES-5-Mod

Bessere Bildqualität

Wir zeigen,
wie es geht!

► S. 38

in jedem Spiel



PLUS: Neue 3D-fähige LCDs ► S. 106

TEST: GTX 560 Ti 448 Core ► S. 52

Sandy Bridge Extreme

Plus
VIDEO
auf DVD

Test: Wer braucht Intels
neue High-End-Platt-
form wirklich? ► S. 66

Plus: Die besten X79-
Hauptplatinen im Test ► S. 92

SSD-Benchmarks geprüft

Dicke Überraschung: Benchmarks zeigen Unterschiede zwischen
Marketingversprechen und der Realität. Plus: SSD-Caching ► S. 96/100/116



Hardware 2012: Durchblick für Aufrüster

Die PC-Trends des nächsten Jahres: Alles über Radeon HD 7000,
Geforce 600, Intel Ivy Bridge und AMDs Bulldozer-Nachfolger Piledriver ► S. 20

12-Watt-PC: 220 Euro s.p. Stromkosten sparen

Schritt-für-Schritt-Anleitung: PCs sparsamer
als Energiesparlampen und trotzdem schnell ► S. 28

Mit
VIDEO
Anleitung



INFOTAINMENT
i Datenträger
enthält Lehr-
oder Infoprogramme

Österreich € 5,80 | Schweiz sfr 10,50 | Dänemark dkr 53,-
Italien/Spanien/Portugal/Frankreich/Griechenland € 7,20
Holland/Belgien/Luxemburg € 5,20

Editorial



**Tagebuch:
November 2011.
Was passierte in
der Redaktion und
in der IT-Welt?**

► 10.11.2011: Benchmark-Redesign

Wir testen jeden Monat sehr viele Produkte und erstellen dabei fast unzählbare Leistungswerte. Diese werden dann möglichst einfach erfassbar in Benchmarkbalken aufbereitet. In letzter Zeit stoßen unsere Benchmarks im Heft aber immer häufiger an ihre Grenzen, da nicht immer auf einen Blick erkennbar ist, welche Produkte oder Einstellungen wir vergleichen wollen. Daher haben wir unsere Köpfe zusammengesteckt und ein neues Layout für Benchmarks entwickelt. Diese neue Darstellungsform der Balkendiagramme wird ab nächster Ausgabe im gesamten Heft eingesetzt. Auf Seite 51 finden Sie bereits eine Vorschau auf die neuen Benchmarkkästen. Ihre Meinung dazu würde mich sehr interessieren!

► 14.11.2011: Sandy Bridge Extreme

Intel versüßt uns das Jahresende mit neuen Prozessoren und obwohl Core i7-3930K sowie Core i7-3960X rund 500 bis 1.000 Euro kosten, gehörten die CPUs bis Redaktionsschluss zu den am meisten gesuchten Hardware-Artikeln im PCGH-Preisvergleich. Der Preis ist auch der einzige Kritikpunkt, den wir im Test ab Seite 66 bemängeln. Der Abstand zu AMDs schnellster CPU steigt mit dem i7-3960X von 20 auf rund 25 Prozent – nachzulesen im Leistungsindex Prozessoren auf Seite 61.

► 21.11.2011: Premium wird eingestellt

Die Zukunft der PCGH Premium – Abonnenten wissen es bereits, Kioskkäufer sollen es aber ebenfalls erfahren: Die Premiumausgabe zur 12/2011 war die Letzte ihrer Art. In Zukunft wird sich die Redaktion weiter auf das Hauptheft konzentrieren, um Ihnen hier weiterhin die beste Qualität zu liefern. PCGH DVD Plus ist damit die neue PCGH Premium. Als Abonnent erhalten Sie daher ab sofort das DVD-Plus-Abo von PC Games Hardware mit der besten Heftausgabe, die es gibt. Als Kioskkäufer erhalten Sie mit der DVD Plus natürlich ebenfalls die beste aller möglichen Ausgaben, denn für das Jahr 2012 haben wir uns bereits viele spannende Specials für Sie überlegt. Lassen Sie sich überraschen!

Viel Spaß mit der neuen Ausgabe. Schreiben Sie mir Ihre Meinung an tb@pcgh.de oder nutzen Sie den zentralen Forenthread zur Ausgabe unter www.pcgh.de/code/28H7.

Thilo Bayer

Thilo Bayer
Chefredakteur PC Games Hardware

Vorschau: Im Januar am Kiosk

Die nächste PC-Games-Hardware-Ausgabe und die erste im neuen Jahr ist die 02/2012. Sie erscheint am 04.01. und bietet nach heutigem Stand unter anderem eine detaillierte Technikvorschau zur HD-7000-Serie. Darüber hinaus fühlt die Redaktion SSDs auf den Zahn, prüft die Zukunftssicherheit von Intel- und AMD-Plattformen, untersucht mechanische Tastaturen sowie hochauflösende Displays und stellt neue Netzteile auf den Prüfstand. Die neue PCGH-Sonderedition in Zusammenarbeit mit Golem.de ist weiter am Kiosk oder im PCGH-Shop zu finden: Pad & Phone ist der Test- und Tipp-Ratgeber für alle Nutzer, die bereits einen Tablet-PC bzw. ein Smartphone haben oder kaufen wollen. Auf 116 Seiten finden Sie gewohnte PCGH-Qualität zu diesem neuen Themengebiet. Getestet werden unter anderem das iPhone 4S und das Galaxy S2. Das Sonderheft lässt sich wie alle Ausgaben im PCGH-Webshop unter www.pcgh.de/go/heft sowie www.pubbles.de/emagazine/pad-phone bequem online bestellen.



Hinweis: Cover-Abbildungen unverbindlich



*In unserer Design-
schmiede erschaffen
für Dämonenjäger
und Drachentöter.*

Teufel Concept B 20 – 2.0 Lautsprecher-System mit BiAmping-Technologie für Ihren PC

2.0 PC Lautsprecher-Set mit integrierter 4-Kanal-Class-D-Endstufe für professionelles BiAmping. Das bedeutet: die 4 Hoch- und Tieftöner werden durch 4 Verstärker direkt befeuert. Das Ergebnis: ein unglaublich voller Sound für Musik und Spiel-Effekte! Mit Bassreflex-Öffnung für satte Bässe auch ohne Subwoofer. 60 Watt Spitzenleistung. Mit Mikro- und Headset-Anschluss.

Die Teufel Vorteile:

8 Wochen Probe hören mit vollem Umtausch- und Rückgaberecht | 12 Jahre Garantie auf Lautsprecher | Bester Sound zu günstigen Preisen durch Direktkauf vom Hersteller | Umfassend informieren und bequem bestellen unter www.teufel.de

Teufel
... macht glücklich

Heftinhalt

28

12 Watt

OSRAM

15 Watt

Der 12-Watt-Arbeits-PC

Mehr als 200 Euro im Jahr gespart: Mit unseren Anleitungen bekommen Sie einen lautlosen PC, der weniger verbraucht als eine Energiesparlampe, oder einen flotten und sehr sparsamen Spiele-PC.

SPECIALS

Weihnachtsspecial	12
Die besten Produkte zum Fest	
Hardware 2012	20
Vorschau auf das kommende Jahr aus IT-Sicht	
Der Stromspar-PC	28
Tipps für einen 12-Watt-Arbeits-PC und einen sparsamen Spielerechner	

GRAFIKKARTEN

Startseite	36
PCGH-Leistungsindex Single-GPUs	
Praxis: Bildqualität	38
AA: Alle Modi in Wort und Bild erklärt, Leistungshunger und Voraussetzungen	
Test: GeForce GTX 560 Ti 448 Core	50
Test: Neue Grafikspezialisten	52
11 neue Grafikkarten im Test: Herausforderer gegen Altmeister	

PROZESSOREN

Startseite	60
PCGH-Leistungsindex Prozessoren	
Praxis: AMD FX (Bulldozer)	62
Wie schlagen sich FX-8150, FX-6100 und FX-4100 im Alltag?	
Test: Sandy Bridge Extreme	66
Intels neues Flaggschiff Core i7-3960X auf dem Prüfstand	

INFRASTRUKTUR

Startseite	78
Test: Zocker-Notebook von MSI	
Test: Gehäuse	80
Zehn Midi-Gehäuse im Vergleichstest	
Test: Gehäuselüfter	86
27 Lüfter von 120 bis 140 Millimeter im Test	
Test: X79-Mainboards	92
Vier Sockel-2011-Platinen mit X79-Chip	
Praxis: SSD-Benchmarks geprüft	96
Typischen Benchmarks – nicht nur für SSDs – auf den Zahn gefühlt.	
Test: OCZ Synapse	100
Test: Intel Ultrabooks	102
Neue Generation von Subnotebooks im Test	

PERIPHERIE

Startseite	104
Test: Soundblaster Recon 3D	
Test: 120-Hertz- und 3D-LCDs	106
Neue 120-Hertz-Monitore und preiswerte Polfilter-3D-LCDs	

SPIELE & SOFTWARE

Startseite	114
Test: The Elder Scrolls V: Skyrim	
Praxis: Spiele schneller starten	116
Der Einfluss von Hardware-Komponenten auf die Ladezeiten von Spielen	

Praxis: Anno 2070	120
Der neueste Anno-Teil bei uns auf dem Leistungsprüfstand	
Praxis: The Elder Scrolls V: Skyrim	122
Grafikkarten- und CPU-Benchmarks	
Praxis: Batman: Arkham City	124
DX11 und GPU-Physx in der Praxis: optische Schmäckerl contra Performanceverlust	
Info: Spiele im Rechts-Check (Teil 1)	128
Vier Online-Dienste (Teil 1) und sieben große Spiele-Publisher (Teil 2) im Vergleich	

EINKAUFSFÜHRER

Grafikkarten, VGA-Kühler	134
Prozessoren, CPU-Kühler	136
Mainboards, RAM	137
LCDs, Eingabegeräte, Headsets	138
Festplatten, SSDs, Netzteile, Gehäuse	139

SERVICE

Editorial	5
Inhalt DVD	8
PCGH-PC	69
Abo	135, 141, 145
Lesereinsendungen	132
Teamseite	140
Impressum	144
Die letzte Seite	146

Die neuen ASUS P9X79 Mainboards

Rüste dich für die Zukunft

Du möchtest aufrüsten – wir haben die passenden Mainboards

Kontrolle ist sehr wichtig bei einem Mainboard. Deshalb achten erfahrene "Selberschrauber" darauf, alle wichtigen Einstellungen bei Bedarf selbst kontrollieren zu können. Mehr Kontrolle bedeutet mehr Tuningmöglichkeiten, um damit die System-Performance zu verbessern. Die neuen ASUS P9X79 Mainboards bieten genau diese Möglichkeiten.

Die umfangreichen Übertaktungsfunktionen für Prozessor und Arbeitsspeicher machen das versteckte Performancepotenzial nutzbar. Das UEFI BIOS stellt die nötigen Funktionen intuitive bedienbar bereit. Auch SSD Caching* lässt sich so mit nur einem Klick aktivieren.

Mehr Kontrolle - mehr Tuningmöglichkeiten

Die P9X79 Serie gibt dir umfangreiche Eingriffsmöglichkeiten - dazu zählt auch das durchdachte Design, das sich stark von anderen X79 Mainboards abhebt. Hier sind einige Highlights, die du im Hinterkopf behalten solltest:



3fache, digitale Spannungsversorgung

ASUS setzt erstmals die neuen, digitalen Spannungscontroller DIGI+ für CPU, Speichercontroller und Arbeitsspeicher ein. Damit lassen sich Spannungen und Schaltfrequenzen für unterschiedliche Übertaktungsszenarien anpassen. Die neuen Tuningmöglichkeiten für den Arbeitsspeicher holen das Maximum aus DDR3-Speicher heraus. Dank der VCCSA Loadline Calibration und der Spannungsversorgung, die einen um bis zu 30% höheren Stromfluss ermöglicht, war es nie einfacher, RAM zu übertakten. All diese Funktionen sind über das UEFI BIOS schnell erreichbar.



Das bessere BIOS

ASUS hat sein exklusives UEFI BIOS mit neuen, nützlichen Funktionen ausgestattet. Ein Druck auf die F12-Taste genügt, um einen BIOS-Screenshot zu erstellen. Über F3 springt man zu den wichtigsten Systeminformationen, um den Zustand des Systems schnell und umfassend zu prüfen. Umfangreiche Diagnosefunktionen erleichtern die Fehlersuche im Bedarfsfall. Mit USB BIOS Flashback kann man das UEFI BIOS sehr schnell aktualisieren – selbst wenn z.B. keine CPU oder Arbeitsspeicher eingesetzt ist.



'Plug & Push' - das einfachste BIOS-Update mit jedem USB-Speicher



Geschwindigkeit zählt

Die ASUS X79 Mainboards verfügen über 8 RAM-Slots für maximal 64GB Arbeitsspeicher und eignen sich so perfekt für moderne 64bit Anwendungen. Speicherintensive Anwendungen wie z.B. Bildbearbeitung und HD-Videoschnitt profitieren besonders davon.



Ein Klick zur Leistungssteigerung des gesamten Systems - ohne Neustart



Next-Gen Hardware

Und natürlich darf man nicht vergessen, dass die P9X79 Serie viele langerwartete Entwicklungen mitbringt: Quad-Channel DDR3-Speicher auf Mainstreamboards, PCIe 3.0, native Multi-GPU Unterstützung und Vieles mehr. Es ist Zeit für einen neuen PC!

*Verfügbar bei den Modellen P9X79 PRO und P9X79 DELUXE



Bluetooth 3.0 and Wi-Fi halten die Slots und USB Anschlüsse frei und flexibel

Inhalt der Heft-DVD

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



Die DVD im Überblick

SPECIALS

PCGH Unplugged – Sammlerausgabe (über 90 Minuten Laufzeit) .. Seite 1
 PCGH Skyrim Tuner 2.0 Seite 1
 PCGH-Praxisguide: Optimale Bildqualität in Spielen Seite 1
 Internetsicherheit mit PDF-Artikel, 90-Tage-Version Avira Premium Security Suite, 30-Tage-Version Kaspersky Internet Security 2012 .. Seite 1

REDAKTIONSVIDEOS

PCGH-Reihe „Redakteure im Kreuzfeuer“ mit Raffael Vötter Seite 2
 PCGH-Praxisguide „Stromspar-PC“ Seite 2
 Testvideo: Sandy Bridge Extreme..... Seite 2

AKTUELLE TREIBER & TOOLS Seite 2

Das DVD-Symbol im Heft

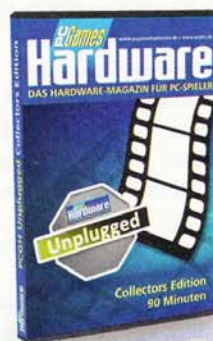
Viele Heftartikel werden durch Bonusmaterial auf der DVD ergänzt, darunter Fotos, Tools, Videos oder passende Artikel im PDF-Format. Auf solche DVD-Inhalte weist Sie stets dieses Symbol hin.



Special: Internet-Sicherheit

Unser Special umfasst die aktuellen Versionen der Internet-Security-Suiten von Avira und Kaspersky. Avira liegt sogar in einer erweiterten 90-Tage-Testversion vor, das Kaspersky-Produkt testen Sie 30 Tage lang kostenlos.

- Titel: Internet-Sicherheit
- Art: Special
- Online-Aktivierung nötig, bitte beachten Sie die Readme.txt auf DVD.



PCGH-Unplugged Sammlerausgabe

In der schon jetzt legendären PCGH-Reihe „Unplugged“ sehen Sie den PCGH-Redakteuren bei ihrem täglichen Kampf gegen den Produktionswahn über die Schulter. Die Sammlerausgabe vereint alle Folgen der Reihe mit insgesamt mehr als 90 Minuten Laufzeit auf einer DVD.

- Titel: PCGH Unplugged Sammlerausgabe
- Art: Special
- Umfang: Über 90 Minuten Laufzeit

Feedback im PCGH-Forum

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

■ www.pcgh.de/code/28H7



PCGH-Top-Videos



Redakteure im Kreuzfeuer: In der neuen Video-Reihe steht Raffael Vötter Lesern Rede und Antwort.



3D Vision 2 + Outtakes: Lars Weinand von Nvidia erläutert die Vorteile von 3D Vision 2.



Praxisguide Stromspar-PC: Daniel Möllendorf zeigt den Zusammenbau des Brazos-basierten PCs.



Sandy Bridge Extreme: Stephan Wilke und Marc Sauter testen Intels High-End-Prozessor.



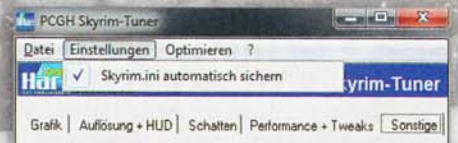
Der PCGH-Skyrim-Tuner

Neben den großen Shootern des Jahres ist *Skyrim* das wohl am sehnlichsten erwartete Spiel. Die von Bethesda genutzte Engine erlaubt, wie bei den Vorgängern, noch etliches Feintuning für bessere Optik und Performance. Um Sie durch die Untiefen der System- und ini-Dateien zu navigieren, hat PC Games Hardware den Sykrim-Tuner 2.0 entwickelt.

Mit der Hilfe des Programms steuern Sie die wichtigsten *Skyrim*-Parameter über eine komfortable Oberfläche. Vom Blickwinkel bis hin zur Grasdichte gestalten Sie die Spielwelt nach Ihren Wünschen. Darüber hinaus lassen sich nervige Funktionen wie die normalerweise nicht abbrechbaren Intro-Videos deaktivieren. PCGH liefert zudem von der Redaktion zusammengestellte vordefinierte Profile für vier verschiedene Leistungsklassen von Niedrig bis Ultra mit.

Der *Skyrim*-Tuner liegt sowohl als Installationsdatei wie auch als Zip-Archiv zum unmittelbaren Ausführen vor.

- Titel: PCGH-Skyrim-Tuner 2.0
- Art: Tuning-Programm
- Registrierung: Nicht erforderlich



Die Optionen im PCGH-Skyrim-Tuner sind in verschiedenen Karteiläschchen gruppiert (oben), sinnvolle Voreinstellungen liefern wir gleich mit (2. Bild), kleine Einblendungen erläutern verschiedene Optionen (3. Bild), die Original-ini wird automatisch gesichert (unten).

Optimale Bildqualität

Aktuelle PCs sind mit der Standard-Optik typischer Spiele und sogar einiger Top-Titel vollkommen unterfordert. Anstatt Ihre wertvolle Hardware Däumchen drehen zu lassen, können Sie einen guten Teil der brachliegenden Rechenleistung sinnvoll investieren – und zwar in eine höhere Bildqualität.

Unser umfassender Praxisguide hilft Ihnen, mit Wort, Bild und Video, die bestmögliche Optik aus Ihren PC-Titeln herauszukitzeln, sodass Sie weniger von störenden Kantenreppchen oder flimmernden Pixeln genervt werden!

- Titel: Praxisguide Optimale Bildqualität
- Art: Special
- Umfang: Vier PDF-Artikel, SSAA-Tool, 11-minütiges HD-Video



Wenn Sie mit Abkürzungen wie SGSSAA+TSSAA oder Hybrid-OGMSAA nichts anfangen können, hilft Ihnen Raffael Vötters Praxisanleitung.





Wunschzettel-Tipps

Sie wollen sich mal wieder etwas für den Spiele-PC gönnen? Dann helfen Ihnen bestimmt unsere weihnachtlichen Kauftipps weiter, damit nicht die falsche Hardware unter dem Baum liegt.



Die besten Produkte zum Fest

Monitore

Spieletaugliche LC-Displays ab 170 Euro

Erst ein guter Monitor lässt ein Spiel wirklich zu einem Erlebnis der besonderen Art werden. Damit Sie Ihr Weihnachtsgeld nicht in das falsche Display investieren und von Schlieren oder anderen Darstellungsfehlern geplagt werden, geben wir Ihnen nützliche Tipps und Kaufempfehlungen.

Tipps gegen den Fehlkauf

Hersteller geben Reaktionszeiten von 2 bis 5 Millisekunden an. Allerdings handelt es sich bei diesen Angaben um den Wechsel von Grau zu Grau. Dabei liegen die Grauwerte nur 30 Prozent auseinander und

die Kontrastwerte unterscheiden sich nur geringfügig. Wir setzen den Farbkombinationstest ein: Dabei wird der Mittelwert aus den Wechseln von Weiß, Schwarz, Weiß und Weiß, Schwarz, Gelb sowie Rot und Blau ermittelt. In diesem Test sollte ein LCD weniger als 20 Millisekunden erreichen. Zudem ist die Größe des Inputlags für ein Display entscheidend. Im optimalen Fall liegt die Ausgabeverzögerung unter 10 Millisekunden. Ein Inputlag über 30 Millisekunden merken Sie bei Spielen wie *Counter-Strike* sofort. Ebenfalls wichtig ist ein statisches Kontrastverhältnis von mehr als 500:1,

lassen Sie sich nicht von märchenhaften Werten des dynamischen Kontrastverhältnisses verwirren.

Kaufempfehlungen

Aktuell bieten 23- bis 24-Zoll-Monitore mit Full-HD-Auflösung ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Spielern mit kleinem Budget empfehlen wir den Iiyama ProLite E2473HDS für etwa 170 Euro. Das 24-Zoll-LCD bietet eine gut bis sehr gut eingestellte Overdrive-Technik, viele Anschlüsse und insgesamt ein gutes Leistungsbild. Spieler, die etwas mehr ausgeben wollen, sollten sich unter den 120-Hertz-LCDs um-

schauen, empfehlenswert sind das Benq XL2410T oder das Viewsonic V3D245. Beide 24-Zöller kosten zwischen 350 und 400 Euro. Falls Sie neben Spieletauglichkeit auch Wert auf Farbtiefe und einen großen Betrachtungswinkel legen, dann sollten Sie sich den Dell Ultrasharp U2412M anschauen. Dieser Monitor arbeitet mit einem hochwertigen IPS-Panel. In der 27-Zoll-Klasse bekommen Sie ab 300 Euro das Asus VE278Q mit der Auflösung 1.920 x 1.080. Deutlich mehr Pixel darstellen (2.560 x 1.440) kann der Dell Ultrasharp U2711 für etwa 600 Euro.



Grafikkarten

Top-Modelle aus der Einsteiger-, Mittel- und Oberklasse

Die neue 28-Nanometer-Generation wirft ihre Schatten bereits voraus, allerdings erwarten wir bis ins Jahr 2012 hinein nicht nur eine schlechte Liefersituation, sondern auch eine eingeschränkte Modellvielfalt. Die üppige Auswahl der aktuellen 40-nm-Aufstellung bietet für jeden Geldbeutel die richtige Karte. PC Games Hardware hat 2011 mehr als 100 Grafikkarten getestet – hier ist das Best-of fürs Fest.

Grafikkarten bis 150 Euro

Spieler mit gemäßigten Ansprüchen an Kantenglättung und anisotrope Filterung finden mit einer GeForce GTX 460 und Radeon HD 6850 nach wie vor einen guten Partner bis 130 Euro. Leise Modelle sind beispielsweise Sapphires HD 6850 (ohne Namenszusatz; 1,0 Sone in Spielen) und die schnelle, wenn auch 130 Euro teure MSI Cyclone Power Edition/OC (1,0 Sone). Wir empfehlen die geringe Mehr-Investition in eine Radeon HD 6870 oder GeForce GTX 560: Ab 140 Euro erhalten Sie rund 20 Prozent mehr Leistung als bei den kleinen Geschwistern – ein besseres Fps-pro-Euro-Verhältnis ist in keinem anderen Preisbereich zu finden. Sowohl Sapphire als auch Xfx bieten leise Dual-Fan-Kühl designs an, während sich Palits und Gainwards GTX-560-Karten vor allem mit ihrem Kompaktbau (nur 19 Zentimeter Länge) und niedrigem Preis trotz OC hervortun – die Lüfter brummen hier mit bis zu 2,5 Sone.

Grafikkarten bis 400 Euro

Sowohl Nvidias GeForce GTX 560 Ti als auch AMDs Radeon HD 6950 mit jeweils 1 GiByte Spei-

cher sind ab 200 Euro verfügbar. Gegenüber den nächstkleineren Modellen legen sie, abhängig vom Takt, zwischen 10 und 25 Prozent zu. Damit sind diese Grafikkarten zwar schnell und fast jedem Spiel in Full-HD inklusive 4x MSAA und 16:1 AF gewachsen, bieten aber ein etwas schlechteres Preis-Leistungs-Verhältnis als die 150-Euro-Garde. Einigen Karten liegen Coupons für *Battlefield 3*, *Batman: Arkham City* oder *Dirt 3* bei – wer damit etwas anfangen kann, subtrahiert den Wert vom Kaufpreis und kann so ein Schnäppchen ergattern. Beachten Sie, dass es sich dabei gewöhnlich um Gutscheine zum Download in Steam und Origin handelt! Der Aufpreis von 1 auf 2 GiByte Speicher lohnt sich übrigens nicht.

Eine Preisstufe darüber buhlen sowohl die GeForce GTX 570 als auch die Radeon HD 6970 um Ihre Gunst, flankiert von einigen OC-Modellen der neuen GTX 560 Ti-448. Die Oberklasse ist jedem aktuellen Spiel gewachsen, verbraucht unter Last jedoch rund 200 Watt. Die schnellsten Modelle mit werkseitiger Übertaktung stammen von Powercolor (HD 6970 PCS+), MSI (R6970 Lightning) und Gigabyte (GTX 570 Super Overclock).

Darüber ist die Luft dünn: Einzige Nvidias GeForce GTX 580 (1,5 GiByte) lockt mit nochmals 10 bis 20 Prozent mehr Leistung, kostet jedoch mindestens 400 Euro. Schnellere Karten sind in Massen erst im Frühjahr zu erwarten – dann vermutlich ohne die GTX-580-typische, hohe Leistungsaufnahme von mindestens 220 Watt. ▶

Grafikkarten: Redaktionelle Empfehlungen

AMD Radeon-Grafikkarten

► **Xfx Radeon HD 6870 900M Dual-Fan (ca. 150 Euro):** Mit nur 1,0 Sone unter Spielbelastung leistet der Kühler gute Dienste. Die Karte ist gegen einen Aufpreis auch mit mehr Takt (etwa als 925M-Version) erhältlich.

► **Sapphire Radeon HD 6950 Dirt-3-Edition, Full Retail (ca. 220 Euro):** Sapphires Eigendesign kühlt stark und relativ leise (0,9/2,5 Sone im 2D/3D). Weitere Merkmale: 2 GiByte Videospeicher und ein Steam-Coupon für *Dirt 3*.

Nvidia GeForce-Grafikkarten

► **Asus ENGTX560 Ti Direct Cu II (ca. 200 Euro):** Im Leerlauf ist die Karte kaum wahrzunehmen (Lautheit: 0,4 Sone), in Spielen bei guten 1,4 Sone. Dazu gibt's ein großes OC-Potenzial und 3 Jahre Garantie.

► **KFA² GeForce GTX 580 Anarchy (ca. 420 Euro):** KFA² kombiniert die schnellste Single-GPU mit dem stärksten Luftkühler. Der Drei-Slot-Gigant hält die Karte bei fast unhörbaren 0,2 Sone unter 60 Grad Celsius.

Xfx HD 6870 900M Dual-Fan



Asus ENGTX560 Ti Direct Cu II



KFA² GeForce GTX 580 Anarchy



ANZEIGE: Produkttipps Grafikkarten



MSI N580GTX Twin Frozr II OC

Die N580GTX Twin Frozr II OC verfügt über einen Core-Takt von 800 MHz und 1,5 GB GDDR5-RAM. Das Twin-Frozr-II-Konzept mit Propeller-Blade-Technik und intelligentem Temperatursensor stellt eine optimale Kühlung bei niedriger Lautheit sicher. Für Stabilität unter OC-Bedingungen sorgen hochwertige Bauteile.

ZOTAC GTX 560 Ti 448 cores L. E.

Erlebe ein visuelles DirectX®-11-Feuerwerk mit der ZOTAC GeForce® GTX 560 Ti 448 cores Limited Edition. Die neue ZOTAC-Grafikkarte bietet eine beeindruckende Performance mit fotorealistischen Details in höchsten Auflösungen für ein einzigartiges Spielerlebnis, das die Herzen preisbewusster Enthusiasten höher schlagen lässt.



WAS KLEINES ZU WEIHNACHTEN?

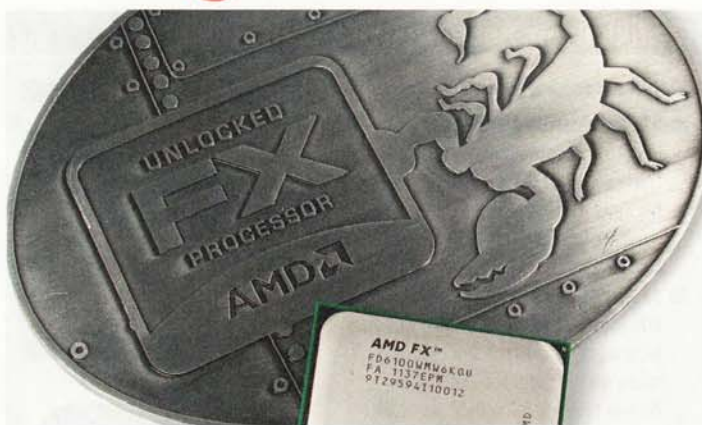
ZOTAC ZBOX nano AD10

AMD E-350 APU Plattform (1.6GHz, Dual-Core)
AMD Radeon™ HD 6310 GPU
802.11n WiFi, Gigabit LAN, Bluetooth 3.0

PLUS Modell mit bereits vorinstalliertem 2GB Speicher & 320GB HDD.



ZOTAC
WWW.ZOTAC.COM



Die FX-Prozessoren sind für Neukäufer die Alternative zu Intels Sandy-Bridge-Chips, wengleich die Phenom-II-Garde aus Preis-Leistungs-Sicht einen Blick wert ist.

Prozessoren: Redaktionelle Empfehlungen

CPUs von AMD

- **AMD Bulldozer FX-6100:** Der 135 Euro teure FX nutzt sechs Kerne und rechnet je nach Last mit 3,3 bis 3,9 GHz. Dank freien Multiplikatoren ist eine Übertaktung auf über 4,0 GHz kein Problem.
- **AMD A8-3850:** Die APU verbindet eine für aktuelle Spiele dank vier Kernen gute CPU-Leistung mit der flottesten integrierten DX11-Grafikeinheit am Markt und ist Teil einer modernen Plattform.

CPUs von Intel

- **Intel Core i5-2500K:** Diese CPU verbindet eine sehr hohe Leistung mit geringem Stromverbrauch sowie exzellenter Übertaktbarkeit. Das fehlende SMT ist in Spielen kaum von Nachteil, dafür kostet der Prozessor auch rund 180 Euro.
- **Intel Core i3-2120:** Für 100 Euro bietet der sehr sparsame Core i3-2120 dank zwei flotter Sandy-Bridge-Kerne sowie SMT genug Leistung für aktuelle Spiele. Der Nachteil des Chips besteht in seiner geringen Übertaktbarkeit.

AMD Bulldozer FX-6100



Intel Core i5-2500K



Intel Core i3-2120



ANZEIGE: Produkttips Mainboards



ZOTAC Fusion ITX WiFi

Das Mainboard im Mini-ITX-Design ist mit AMDs Fusion-APU-Technologie ausgestattet. Das passiv gekühlte ZOTAC FUSION-ITX WiFi überzeugt mit zahlreichen Features, unter anderem einem PCI-E-x4-Slot, einem E-SATA-, vier SATA 6.0Gb/s-, vier USB 3.0- sowie sechs USB 2.0-Ports, einem DL-DVI-Anschluss und vielem mehr.

€130,-

MSI Z68A-GD80 G3

Das Top-Modell Z68A-GD80 G3 gehört zu den weltweit ersten Mainboards mit vollständiger Implementierung der kommenden PCI-Express-Gen3-Technologie. Der PCI-E-3.0-Standard bietet mit 32 Gbit/s doppelt so viel Datendurchsatz wie sein Vorgänger und wird künftig vor allem bei Grafikanwendungen für mehr Leistung sorgen.



€200,-

Prozessoren

Die aktuellen CPU-Empfehlungen für Spieler

Selten bot der CPU-Markt mehr attraktive Modelle in allen Preisklassen als in diesem Jahr. Egal ob für HTPC-Benutzer, Spieler oder die Video- sowie Bildbearbeitung – das Angebot ist vielseitig.

APUs: Eine Klasse für sich

Wenn Sie einen günstigen Multimedia-PC aufbauen wollen, der mit allen alltäglich anfallenden Arbeiten zurechtkommt, bietet sich eine APU aus AMDs E-Serie wie der E-450 an: Dieser Chip kombiniert ausreichend CPU- sowie Grafik-Leistung unter seiner Haube und geht sehr effizient zu Werke – auch Blu-rays oder Casual Games sind kein Problem. Soll es ein bisschen mehr sein, bietet ein A8-3850 oder A6-3650 alles, was das Herz begehrt – inklusive der Option, aktuelle Spiele mit reduzierten Details laufen zu lassen. Klassiker wie FIFA und Co. laufen auch bei maximaler Optik flüssig.

Zocken für rund 100 Euro

Wenn Sie den Fokus auf moderne Spiele legen und ein Budget von ca. 100 Euro veranschlagen, haben Sie die Wahl zwischen dem älteren

Phenom II X4 955 BE, dem Bulldozer FX-4100 und Intels Core i3-2120. Letzterer ist sehr sparsam und äußerst flott, lässt sich aber praktisch nicht übertakten. Der FX wie auch der Phenom II sind mit freien Multiplikatoren ausgestattet, aber nicht so schnell und benötigen deutlich mehr Energie als der Core i3.

Flott und maximal 200 Euro

Im Preisbereich bis 150 Euro rangieren der FX-6100 und der Phenom II X6 1090T, beide sind gut übertaktbar und vor allem in Anwendungen schnell – auch alle Spiele werden flüssig dargestellt. Der Stern am Zocker-Himmel aber ist der Core i5-2500K für rund 180 Euro: Der sehr flotte und zugleich sparsame Chip zeichnet sich durch sein exzellentes Überaktungspotenzial aus.

Die dicken Schlachtschiffe

Für unter 300 Euro erhalten Sie einen Bulldozer FX-8150 oder Core i7-2700K, die insbesondere im Bereich der Video- sowie Bildbearbeitung viel leisten. Noch mal deutlich schneller und dabei bezahlbar ist der Core i7-3930K mit sechs Kernen für etwa 500 Euro.

Mainboards und RAM

Preiswerte Mainboards und Speichermodule für jeden Bedarf

Arbeitsspeicher ist derzeit extrem günstig. So bekommen Sie zwei Module mit jeweils 2.048 Mi-Byte schon ab 20 Euro. Ein Kit mit zweimal vier GiByte kostet lediglich 30 Euro. Auch bei Mainboards muss ein gutes Modell nicht teuer sein – so bleibt mehr Weihnachts-Budget für eine CPU oder Grafikkarte übrig. Doch auch für anspruchsvolle Übertakter finden Sie hier die richtigen Tipps, um andere oder sich selbst angemessen zu beschenken.

Mainboards

Wenn Sie ein Board mit Sockel 1155 für preiswerte Core-i-Prozessoren suchen, bekommen Sie die passende Platine schon ab 85 Euro. So hat sich das Asrock Z68 Pro 3 mit dem aktuellen Z68-Chip samt SSD-Caching und dem unausgereiften Virtu dank des übersichtlichen UEFI und guter Leistungswerte unseren Spartipp-

Award verdient. Details verrät der Kasten auf der nächsten Seite.

Wenn Ihnen die Ausstattung der Asrock-Platine nicht reicht, bekommen Sie mit dem MSI Z68A-GD65 (G3) für 150 Euro zwei weitere SATA-6Gb/s-Ports und interne USB-3.0-Anschlüsse (zusätzlich zu den beiden externen) – damit lassen sich bei manchen Gehäusen Front-USB-3.0-Ports nutzen. Übertakter freuen sich über die UEFI-Optionen und die Spannungsmesspunkte.

Noch besser für Overclocking und optimal für SLI sowie Crossfire (zweimal 16 Lanes) eignen sich das Asus Maximus IV Extreme und das Gigabyte Z68X-UD7 – beide verfügen über den Z68-Chip.

Steht hingegen ein High-End-Board für AMD-CPU's auf dem Wunschzett-



tel, raten wir zum sehr gut ausgestatteten Asus Crosshair V Formula für 190 Euro. Dank niedriger Preise eignen sich AMD-CPUs besonders gut für günstige PCs. Dazu passt natürlich ein preiswertes Mainboard – unsere Empfehlungen sind das Asrock 970 Extreme 4 (starke Ausstattung, aber Schwächen bei der

Lüftersteuerung) und das Gigabyte 970A-UD3 (weniger umfangreiche Ausstattung, aber angenehme Lüftersteuerung). Das Asrock-Board stellen wir unten auf dieser Seite vor. Kauftipps für Boards mit dem aktuellen High-End-Sockel 2011 finden Sie auch im Kasten oder im Infrastruktur-Teil dieser Ausgabe.

Arbeitsspeicher

Wie unsere Tests gezeigt haben, reichen 4 GiByte RAM für Spiele und die meisten Anwendungen. Wenn Sie jedoch mehrere virtuelle Maschinen nutzen oder sehr viele Programme gleichzeitig laufen lassen, können sich 8 GiByte lohnen. Der Preisunterschied ist ohnehin

gering. Dank der niedrigen Speicherpreise bekommen Sie auch High-End-RAM relativ günstig. Tatsächlich bringen hohe Taktraten ab DDR3-1866 bei Sandy Bridge und besonders bei der integrierten Grafikeinheit von Llano-Chips einen Vorteil. Unsere Kauftipps finden Sie unten. ▶

Mainboards: Redaktionelle Empfehlungen

Intel – Sockel 1155

- **Asrock Z68 Pro3:** Das Mainboard ist ein echter Spartipp, da es nur rund 90 Euro kostet. Dafür ist allerdings auch die Ausstattung etwas mager.
- **Gigabyte Z68X-UD7-B3:** Bei diesem Mainboard bleiben kaum Wünsche offen, allerdings kostet es auch rund 280 Euro.

AMD – Sockel AM3+

- **Gigabyte 970A-UD3:** Für rund 75 Euro bietet das Board genug Ausstattung und Funktionen für preisbewusste Spieler.
- **Asus Crosshair V Formula:** Top-Leistungswerte und viele OC-Funktionen machen das fast 200 Euro teure Mainboard zum perfekten Geschenk.

Asrock Z68 Pro3 (Sockel 1155)



Gigabyte 970A-UD3 (AM3+)



RAM: Redaktionelle Empfehlungen

DDR3-Arbeitsspeicher

- **G.Skill Sniper F3-14900CL9D-8GB5R:** Das RAM bietet mit ca. 60 Euro ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und ermöglicht zudem einen sehr hohen Takt von bis zu 1.100 MHz.
- **Corsair Value CMV4GX3M2A1333C9:** Wenn Sie ein möglichst günstiges RAM-Kit (ca. 20 Euro) mit zweimal 2.048 MiByte suchen, eignet sich das Value-Select-Pärchen mit der Bezeichnung CMV4GX-3M2A1333C9 von Corsair.

G.Skill F3-14900CL9D



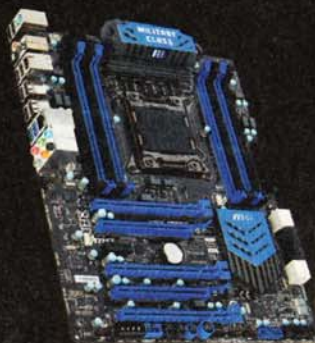
Corsair CMV4GX3M2A1333C9



DDR2-Arbeitsspeicher

- **G.Skill F2-8500CL5D-4GBPI-B:** Falls Sie noch DDR2-RAM benötigen, sind Sie mit diesem Kit für rund 60 Euro gut bedient.

msi™



AUSGEZEICHNETE QUALITÄT

X79A-GD65 8D

MILITARY CLASS III

DIE NEUE GENERATION MIT DRMOS II

DRMOS II



HI-C CAP
HÖCHSTE EFFIZIENZ



SOLID CAP
LÄNGERE LEBENSDAUER



SUPER FERRITE CHOKE (SFC)
EXTREME STABILITÄT



www.msi.com



SSDs: Redaktionelle Empfehlungen

SSDs über 200 GByte

► **Kingston Hyper X SSD (240 GB):** Die Kingston-SSD ist insgesamt der schnellste externe Speicher, den wir bislang im Testlabor unter die Lupe genommen haben. Für die Luxus-SSD müssen Sie aber auch rund 400 Euro einplanen.

► **Samsung SSD 830 Series (256 GB):** Die Samsung ist mit etwa 320 Euro deutlich günstiger als die Kingston. Trotzdem ist die Schreibrate mit 548 MByte/s sehr hoch, dadurch sind sehr gute Ergebnisse in der Praxis möglich.

SSDs bis 120 GByte

► **OCZ Vertex 3 (120 GB):** Der Transfer komprimierbarer Daten läuft mit hohen Geschwindigkeiten jenseits der 500 MByte/s. Der Preis liegt bei 160 Euro.

► **A-Data S511 (60 GB):** Diese SSD bietet dank geringer Kapazität und mit einem fairen Preis von 90 Euro den optimalen Einstieg ins SSD-Zeitalter. Die S511 arbeitet zudem mit über 560 MB Daten pro Sekunde beim Lesen und knapp über 500 MB beim Schreiben sehr schnell.

Kingston Hyper X SSD (240 GB)



Samsung SSD 830 Series (256 GB)



A-Data S511 (60 GB)



Festplatten: Redaktionelle Empfehlungen

Festplatten mit 2 bis 3 TByte

► **Hitachi Deskstar 7K3000 (3000 GB):** Hitachis Deskstar kann neben hohen mittleren Transferraten von knapp 120 MByte pro Sekunde beim Lesen und Schreiben auch eine für Magnetfestplatten sehr gute Leistung im Praxistest in die Waagschale werfen. Allerdings sind rund 350 Euro kein Schnäppchen.

► **Samsung Eco Green F4 (2000 GB):** Sequenzielle Datentransfers bewältigt die F4 lesend wie schreibend gut, was sich auch im ersten Kopiertest widerspiegelt. Schwachpunkt ist jedoch die Schreiblatenz, die mit 16,8 Millisekunden zu hoch ausfällt. Dafür ist die Platte mit etwa 150 Euro verhältnismäßig preiswert.

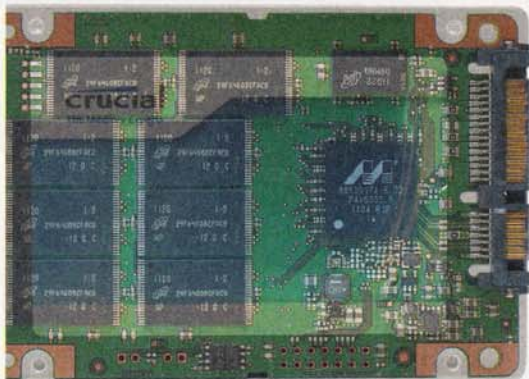
Hitachi Deskstar 7K3000



Samsung Eco Green F4



Aufbau einer SSD



Innerhalb einer SSD arbeiten mehrere Flash-Speicherchips parallel, die von einem Controller gesteuert werden.

SSDs und Festplatten

Günstige Solid State Drives und platterbasierte Massenspeicher

SSDs werden immer schneller, größer, aber auch preiswerter. Daher sollten Sie dieses Weihnachten eine SSD unter den Baum legen. Festplatten sind in der Vergangenheit vor allem in puncto Kapazität gewachsen. Daher waren Festplatten bisher aus Preis-Leistungs-Sicht fast unschlagbar. Doch aufgrund der Flut in Thailand verteuern sich die Festplatten dramatisch und sind zudem oft kaum noch lieferbar. Laut unseren Informationen ist erst im April 2012 mit einer Entspannung der Lage zu rechnen.

Vorteile einer SSD

Die Marktlage bei SSDs ist unübersichtlich wie in kaum einem anderen Bereich – von Einstiegsmodellen bis hin zum Topmodell für mehr als 1.000 Euro werden alle Segmente mit Transferraten und ominösen „IOPS“ in astronomischen Höhen beworben. Für den unbedarften Kunden stellt sich hier die Frage, zu welchem Modell er unbesorgt greifen kann, denn die Modellbezeichnungen sind nur selten hilfreich. Dabei sei eines vorab gesagt: Auch wenn Sie sich nicht für ein Modell mit Spitzenleistung entscheiden, werden auch Sie – von einer Magnet-Festplatte ausgehend – den SSD-Effekt erleben. Denn der am meisten unterschätzte Vorteil liegt nicht in rasend schnellen Kopieraktionen, sondern darin, wie stark das Ansprechverhalten auch alltäglicher Aktionen im Umgang mit dem PC profitiert. Das fängt mit dem beschleunigten Bootvorgang an und hört mit der Beinahe-sofort-Verfügbarkeit auch größerer lokaler E-Mail-Postfächer noch lange nicht auf. Kleine Dinge wie das Aufklappen des Startmenüs nach längeren Sesselsitzungen geschehen ohne merkbare Verzögerung, ohne die HDD-Gedenkpause. Allein dieses Arbeitsgefühl wird Ihnen auch beim Griff zu einer günstigeren SSD absichts von Fps-Raten in Spielen den Eindruck vermitteln, wie stark die Reaktionsgeschwindigkeit des PCs durch eine SSD gewinnt.

SSD-Kaufberatung

Zurzeit gängige Kategorien sind SSDs bis circa 90 Euro, die den Einstieg mit rund 55 bis 64 Giga-byte Speicherplatz eröffnen. Hier passt neben dem Betriebssystem,

einigen wichtigen Programmen und vielleicht einem Lieblingsspiel nicht viel mehr auf den Flash-Flitzer. Das derzeit beste Preis-Leistungs-Verhältnis bieten Modelle mit rund 120 Gigabyte Speicherplatz. Hier kommen günstige, aber selten empfehlenswerte Modelle schon an die Grenze von einem Euro pro Gigabyte heran. Für langfristige Freude empfiehlt es sich, hier lieber 20 oder 30 Euro zusätzlich zu investieren, zumal die 120-GB-Modelle oft deutlich flotter schreiben als die Einstiegsgeräte. Dank guter Testnoten sehr beliebt ist zum Beispiel Crucials m4 mit 128 GByte. Erst eine Klasse höher, ab circa 240 Gigabyte und 250 Euro, sind die Platzprobleme größtenteils gelöst. Auch die Performance ist bei vielen Modellen hier noch einmal messbar besser als bei den kleineren Varianten, das gilt allerdings hauptsächlich für aktuelle Modelle, für die Sie ab 300 Euro investieren müssen.

Festplatten

Für Festplatten wird die Luft langsam dünn: In Sachen Leistung und Geräuschemission ist gegen die SSD kein Stich zu machen, also müssen die Hersteller über die schiere Menge an Speicherplatz und den noch weit günstigeren Preis pro Gigabyte punkten. PC Games Hardware empfiehlt seit mehr als einem Jahr, die Vorteile aus (kleiner, günstiger, schneller) SSD und (großer, leiser) Magnetfestplatte zu kombinieren.

Durch die aktuellen Preisentwicklungen verlieren Festplatten selbst als „Datengrab“ an Attraktivität. Doch es gibt immer noch einige preiswerte Kandidaten: Die Hitachi Deskstar 7K2000 (HDS-723020BLA642) kostete einst 110 Euro, hatte damit einen Preis pro GByte von 0,06 Eurocent. Inzwischen müssen Sie rund 180 Euro auf den Tisch legen – das entspricht 0,09 Eurocent pro Gigabyte. Noch preiswerter bekommen Sie aktuell die Samsung EcoGreen F4 2000GB: Die Platte kostet etwa 150 Euro (0,08 Eurocent pro Gigabyte). 3-Terabyte-Festplatten liegen aktuell bei 350 bis 400 Euro (0,12 bis 0,13 Eurocent pro Gigabyte). Zum Vergleich: Eine SSD liegt noch bei rund 1,25 Euro pro Gigabyte.



Gehäuse und Kühlung

Erschwingliche Infrastruktur-Hardware fürs Fest

Gehäuse

Ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und niedrige Temperaturen bietet das Cooler-Master HAF 912 Plus für günstige 80 Euro. Wenn Ihnen dessen Plastikcharme nicht zusagt, bekommen Sie für den gleichen Preis das Arc Midi von Fractal Design mit schlicht-eleganter Optik. Das Fractal-Design-Gehäuse ist mit Standardlüftern bei identischer Drehzahl etwas leiser als das Cooler-Master-Modell, die Komponenten wurden im Test aber auch ein wenig wärmer. High-End-Anwender, die eine Wasserkühlung sowie mehrere Grafikkarten wollen, werden mit dem Lian Li PC-V2120 (sehr leise dank Dämmung) oder dem Silverstone Temjin TJ11 (gute Kühlung) glücklich.

Luftkühlung

Ein guter CPU-Kühler schützt nicht nur den Prozessor vor Überhitzung, sondern ist auch leise und hat Reserven für Overclocking und heiße Sommertage. Seit einigen Jahren ist die (Doppel-)Turmbauweise etabliert, die am besten für niedrige Prozessortemperaturen geeignet ist. Top-Blow-Kühler, deren Lüfter direkt auf das Mainboard blasen, kühlen die CPU meist nicht ganz so gut, versorgen aber auch noch sockelnahe Bauteile mit Frischluft. Bei der Lüfterbestückung empfehlen wir Maximaldrehzahlen von rund 1.500 U/min für 120-mm-Modelle und ca. 1.200 U/min für 140-mm-Ventilatoren – bei diesen Drehzahlen fördern die meisten Modelle viel Luft, sind aber noch nicht übermäßig laut. Eine gute Lüfterregelung sorgt dafür, dass die Umdrehungsgeschwindigkeit

dynamisch an die Kerntemperatur angepasst wird, sodass der Rechner nur bei anspruchsvollen Berechnungen deutlich hörbar ist.

Zwei Fragen, die Sie vor dem Kauf klären sollten: Lässt sich der favorisierte Kühlblock inklusive Lüfter überhaupt installieren oder stehen RAM-Kühler oder die Seitenwand im Weg? Ist das Montagematerial für eine beliebige Ausrichtung des Kühlers geeignet bzw. passt die einzig mögliche Ausrichtung zum Lüftungskonzept? Besonders AMD-Nutzer haben des Öfteren das Problem, dass nur eine Einbauweise möglich ist.

Wasserkühlung

Eine Wasserkühlung bietet den Vorteil, die Wärme in kompakten CPU-Wasserkühlern aufzunehmen und über den Radiator an die Umgebung wieder abzugeben. Zusätzlich hält sie noch größere Leistungsreserven vor und ermöglicht beim Einsatz großer Radiatoren die Verwendung extrem langsam drehender Lüfter mit maximal 500 bis 800 Umdrehungen pro Minute. Den einfachsten und zugleich komplett wartungsfreien Einstieg in die Welt der Wasserkühlungen markieren die sogenannten Kompaktwasserkühlungen. Diese sind vormontiert und müssen nur noch auf dem Prozessor und im Gehäuse montiert werden. Wer hingegen gerne bastelt, kann aus einer breiten Masse an Komponenten einen eigenen Kühlkreislauf zusammenstellen. Ein Besuch im PC-Games-Hardware-Extreme-Forum ist hier im Vorfeld für eine umfassende Beratung empfehlenswert. ▶

Gehäuse: Redaktionelle Empfehlungen

Midi-Gehäuse

- **Fractal Design Arc Midi:** Das etwa 80 Euro teure Gehäuse dämmt Geräusche im Inneren gut und sorgt trotzdem für eine solide Kühlung. Zudem ist im Tower Platz für sechs 140-mm-Lüfter.
- **NZXT H2:** Eine Dämmung sorgt für eine sehr geringe Lautheit, aber auch relativ hohe Temperaturen im Innenraum. Die Kosten für das NZXT H2 liegen bei rund 85 Euro.

Fractal Design Arc Midi



Kühlung: Redaktionelle Empfehlungen

Luftkühlung

- **Thermalright Silver Arrow:** Der Doppelturmkühler liefert eine sehr hohe Maximalkühlleistung, die Lautstärke bleibt aber stets im Rahmen.
- **Thermalright HR-02 Macho:** Die preisoptimierte Version des HR-02 punktet bei niedrigen Drehzahlen – das Optimum für preisbewusste Silent-Fans!

Thermalright Silver Arrow



Wasserkühlung

- **Corsair H100:** Aufgrund des Dual-Radiators bietet das H100 eine sehr hohe Kühlleistung. Der Kompaktwasserkühler kostet rund 85 Euro und ist damit nicht gerade billig.
- **Selbstbau-Wakü:** Unter www.pcgh.de/go/01-12 finden Sie eine empfehlenswerte Zusammenstellung von Komponenten für eine Wasserkühlung.

Corsair H100



ANZEIGE: Produkttipps Wasserkühlung



ab € 35,-

Alphacools „Full Copper“-Radiatoren

In Sachen Wasserkühlung ist die Firma Alphacool eine der Ersten am Markt gewesen und bringt somit viel Erfahrung in ihre Produkte ein. So ist die neue Radiatorensérie laut Hersteller die absolute Speerspitze, was Leistung und Innovation betrifft. PCGH dazu: „Der erste Eindruck gefällt ...“; ein Test soll in Ausgabe 02/2012 folgen!

**In der Vorweihnachtszeit
1 Stunde am Tag 15% sparen!**

VOM 01.12.2011 - 23.12.2011

**aqua
TUNING**



MEHR INFOS AUF www.aquatuning.com



Netzteile: Redaktionelle Empfehlungen

Wattklasse: 400 bis 600 Watt

► **Seasonic X460FL:** Das Netzteil arbeitet passiv und kostet etwa 140 Euro. Der Wirkungsgrad des X460FL liegt ab 50 Prozent Auslastung mit 93 Prozent über dem vieler anderer Gold-Netzteile im Handel.

Seasonic X460FL



Wattklasse: 630 bis 800 Watt

► **Corsair AX750:** Der Preis von rund 130 Euro für das Corsair AX750 klingt zunächst hoch, doch ein Gold-Netzteil mit solch guten Werten und sieben Jahren Garantie werden Sie aktuell nicht preiswerter bekommen.

Be quiet Pure Power L8 CM 630W



► **Be quiet Pure Power L8 CM 630W:** Das Netzteil bietet für rund 80 Euro geringe Lautheit und gute Effizienz. Allerdings kostet das bessere Straight Power E8 CM 680W nur 15 Euro mehr.

Corsair AX750



Wattklasse: Über 800 Watt

► **Enermax Platimax EPM850EWT:** Das Enermax Platimax arbeitet sehr effizient, doch die Vorgaben von 80 Plus Platinum erreicht das Netzteil bei 20 Prozent Last nur ganz knapp. Der Preis ist mit rund 215 Euro recht hoch.

Netzteile

Die richtigen Stromversorger für den Spiele-PC

Die Wahl des richtigen Netzteils hängt zunächst davon ab, wie viel Leistung Ihr Rechner benötigt. Einige Netzteil-Hersteller wie Be quiet oder Enermax bieten dazu auf den eigenen Webseiten Rechner an. Mit diesen Kalkulatoren können Sie bestimmen, wie viel Watt Sie auch bei Volllast benötigen. Anschließend sollten Sie sich Gedanken über die Effizienz machen. Wir empfehlen Ihnen, nur noch Netzteile mit dem Logo 80 Plus Bronze oder besser zu kaufen.

Inzwischen sind auch 80-Plus-Silber-Geräte im Preis gefallen und in Leistungsklassen ab 400 Watt erhältlich. Neben der Effizienz sollten Sie auf die Lautheit achten; diese geben wir in unseren Testtabellen für die verschiedenen Auslastungsstufen an. Ebenfalls wichtig sind die Schutzschaltungen. Ein Netzteil sollte mindestens über OCP, OVP, SCP und NLO verfügen.

Empfehlungen

Am oberen Ende der Preisskala bieten Hersteller wie Enermax und Seasonic 80-Plus-Platinum-Netzteile mit 650 bis 1.000 Watt Ausgangsleistung an; die Preise liegen bis 200 bis 300 Euro. Das preiswerteste 80-Plus-Platinum-Produkt gibt es aktuell von Super Flower: Das Golden Silent Fanless Platinum 500W kostet rund 130 Euro.

Deutlich preiswerter, aber auch weniger effizient ist das Be quiet Pure Power L8 CM 630W für rund 80 Euro. Ebenfalls empfehlenswert ist das gute Corsair AX750 für rund 140 Euro. Das Cougar GX 600 bietet wie auch das Corsair AX750 einen hohen Wirkungsgrad, der 80 Plus Gold entspricht, und kostet rund 120 Euro. Einen guten Einstieg bieten das Cougar A450 450W für nur 55 Euro und das Antec High Current Gamer HCG-520 für 60 Euro.

ANZEIGE

COUGAR A-Serie und Vortex-Lüfter

Wenn es um die stabile Stromversorgung des Spiele-Rechners geht, ist COUGAR immer die richtige Wahl. Die A-Serie von COUGAR bietet hohe Qualität und Effizienz zum Einstiegspreis.

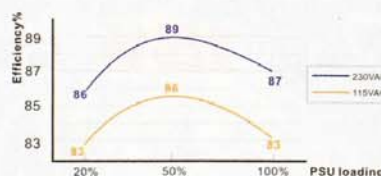
Zudem bietet COUGAR nun auch Gehäuselüfter in gewohnt hoher Qualität an. Die Lüfter der Vortex-Serie stehen in 120 und 140 Millimetern sowie als PWM zur Verfügung. Während der Rahmen schwarz gehalten ist, erstrahlen die Lüfterblätter in einem satten Orange. Die Lüfterblätter sind optimiert und Antivibrationspads vermeiden ungewollte Übertragungen auf das Gehäuse, daher gewährleisten die Vortex-Lüfter einen

extrem leisen Betrieb. Jedem Lüfter der Vortex-Serie liegt ein 4-Pin-Molex-Adapter bei.

COUGAR hat die hochwertige und preiswerte A-Serie überarbeitet: Neben Versionen in 300, 350, 400 und 450 Watt sind nun auch Varianten mit 560, 660 und 760 Watt lieferbar. Alle Netzteile kommen mit einer 80-Plus-Bronze-Zertifizierung und drei Jahren Herstellergarantie. Die neuen Netzteile liefern genügend Leistung für anspruchsvolle Systeme mit starker GPU bzw. mehreren GPUs und genügend Reserven für Overclocking. Zudem arbeitet ein leiser Lüfter in der neuen Netzteilserie von COUGAR.



Produkt: Vortex-Lüfter
Preis: ab ca. € 12,- bis 20,-
Website: www.cougar-world.de



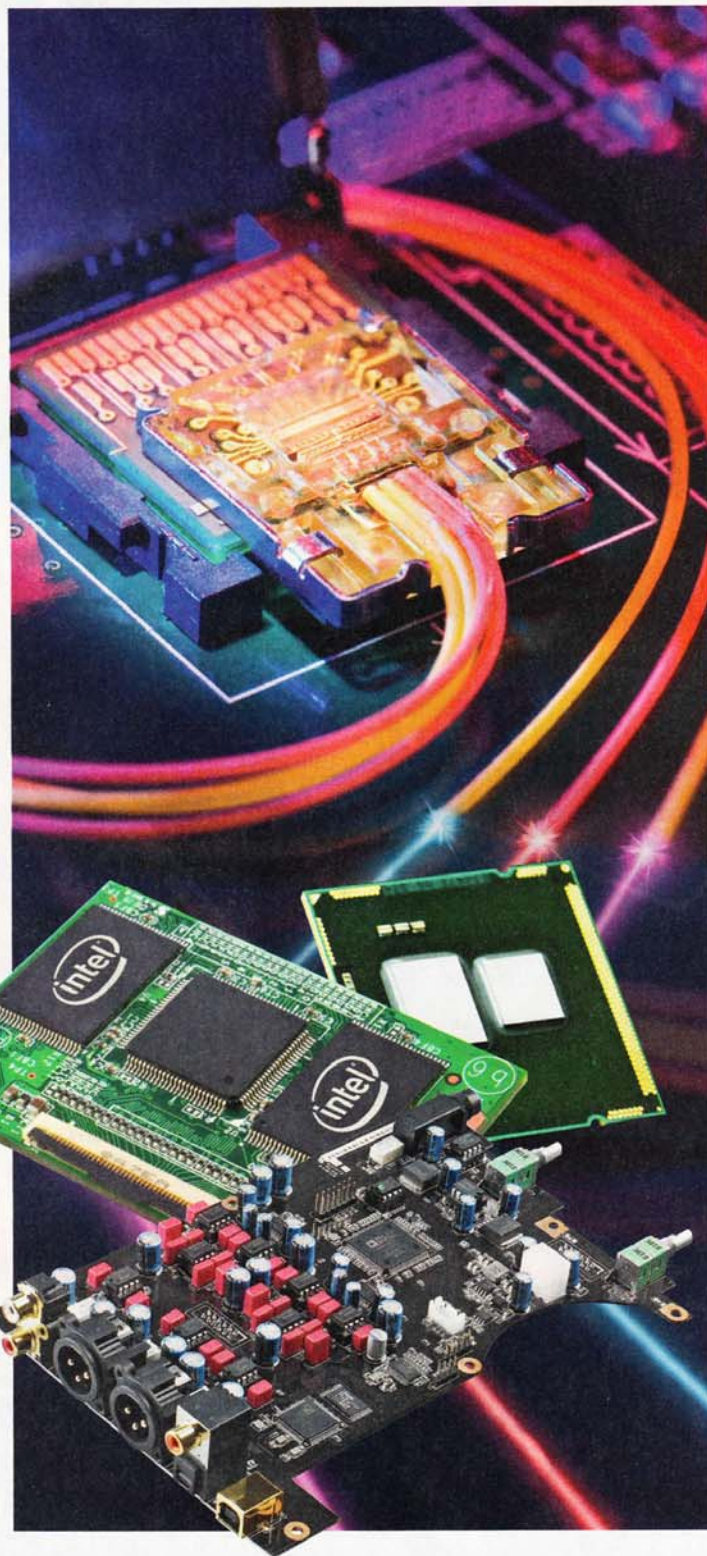
Produkt: A-Serie-Netzteil
Preis: ab ca. € 35,- bis 80,-
Website: www.cougar-world.de



Vorschau auf das kommende Jahr aus IT-Sicht

Hardware 2012

Ivy Bridge, der Bulldozer-Nachfolger „Piledriver“, Kepler und viele weitere Produkte der nächsten Generation werden für 2012 erwartet. Auf welche Produkte lohnt sich das Warten tatsächlich?



Das bevorstehende Weihnachtsfest ist für die Hard- und Softwarehersteller in der Regel einer der wichtigsten Termine im Jahr – Umsatz und Gewinn erreichen in nur wenigen Wochen Bestwerte.

Vorausschauend aufrüsten

Doch die meisten Anwender sind gut beraten, zum Weihnachtsfest nicht in einen Kaufrausch zu verfallen. Denn oft heben sich die Hersteller neue Produkte für die Zeit nach dem Fest auf – schließlich soll danach ja auch etwas verkauft werden. So wundert es nicht, dass nicht nur AMD, Intel und Nvidia die Anfang Januar stattfindende Consumer Electronics Show regelmäßig für neue Produkte, Ankündigungen oder Entwicklertreffen nutzen, oft präsentieren hier mehrere Dutzend

Hersteller neue Produkte, die weitgehend für das kommende Jahr sind.

Worauf warten?

Was Sie vonseiten der Spiele-Hardwarehersteller erwarten können und worauf sich das Warten lohnt, soll der folgende Artikel klären. Naturgemäß sind alle enthaltenen Angaben mit Vorsicht zu genießen, denn für die wenigsten Zukunftsprodukte gibt es auch offizielle Informationen – das meiste basiert auf Gerüchten und Insider-Informationen, die in der Regel aber ein recht brauchbares Bild der Next-Generation-Hardware zeichnen. Natürlich sind wir auch vor Produktions- und Marketingpannen nicht gefeit. Gut möglich also, dass manches für 2012 angekündigte Produkt erst 2013 erscheint.

Grafikkarten

Neue Chips und Karten für die Jahre 2012 und 2013

Von AMD und Nvidia erwarten wir nach längerer Zeit wieder komplett neue Architekturen, die einen deutlichen Leistungsschub bringen könnten und dabei deutlich weniger Strom verbrauchen.

AMD

Bei AMD steht dabei zunächst die neue HD-7000-Serie an. Erste Karten sollten ursprünglich noch im Dezember an die Boardpartner geliefert werden, nach jüngsten Informationen werden entsprechende Grafikkarten aber wohl nicht mehr vor Weihnachten im Handel auftauchen.

Als sicher gilt dabei, dass der entsprechende Chip im neuen 28-Nanometer-Prozess gefertigt werden wird. Welches Produkt aber genau Anfang Dezember vorgestellt werden soll, ist nach wie

vor offen. Einige Quellen glauben an eine weitgehend unveränderte Architektur, die dank des Prozesses „nur“ geschrumpft wurde und damit weniger Energie benötigt; andere dagegen halten einen Start der nächsten Generation („AMD Graphics Core Next Architecture“, kurz: GCN) für möglich.

Wir glauben eher an die erste Variante und erwarten die wirklich neue Next-Gen-Architektur erst im zweiten Quartal 2012. AMD entwickelt diese derzeit unter dem Namen „Southern Islands“.

Southern Islands

AMDs Grafikkarten auf Basis der „Southern Islands“-Architektur werden einige wesentliche Neuerungen enthalten. Statt des bisherigen Ansatzes des VLIW-Designs („Very Long Instruction Word“)

setzt AMD künftig auf bessere Programmierbarkeit der Grafikprozessoren. Bereits im Sommer enthielt der Chiphersteller einige Details des neuen GCN-Designs. Demnach sollen künftig zusätzlich skalare Recheneinheiten und neue Shader-Blöcke zum Einsatz kommen. Auch das Frontend und die Geometrieberechnungen werden grundlegend neu gestaltet. Der skalare Ansatz hat – ähnlich wie bei Prozessoren – den Vorteil, dass mehrere Funktionseinheiten parallel angesprochen werden können, während das VLIW-Design Parallelität hauptsächlich auf Befehlsebene zu nutzen versucht.

Auch die Speicheranbindung wird modifiziert; künftig können sowohl CPU als auch GPU auf bestimmte Speicherbereiche der Grafik zugreifen – dies ist vor allem für eine weitere Verzahnung der Rechenwerke wichtig, eine Vorstufe davon enthält schon AMDs Fusion-Chip mit Codenamen „Llano“.

Aktuell gibt es weder Anhaltspunkte für die Leistung noch irgendeine nähere Information zu den einzelnen Modellen und Preisen. Wie erwähnt, ist auch das genaue Präsentationsdatum noch Spekulation; aktuell kann man lediglich sagen, dass die Architektur 2012 kommen wird.

Nvidia-Hardware 2012

Bei Nvidia dürfte das Jahr 2012 ganz im Zeichen von „Kepler“ stehen. Der Chip werde „alles bei Weitem in den Schatten stellen, was die heutige Halbleitertechnik erreicht“, kündigte Nvidia-Chef Jen-Hsun Huang bereits im September 2010 vollmundig an. Nun wird es langsam ernst und aktuell gilt ein Starttermin im ersten Quartal 2012 als wahrscheinlich.

Der Kepler-Chip, nach dem deutschen Mathematiker und Astronomen Johannes Kepler benannt, wird wie AMDs GCN im 28-Nanometer-Prozess gefertigt. Das Tapeout, also die Auslieferung erster Prototypen, wurde bereits im September erreicht. Erste Testmuster sollen bereits bei den Herstellern vorliegen und es ist mit einer relativ zügigen Markteinführung zu rechnen.

Nach Angaben von Huang hat Nvidia bereits eine stattliche Anzahl

an Kepler-Chips vorliegen. Der Nvidia-Chef habe ein „wirklich gutes Gefühl, was die 28-Nanometer-Fertigung anbelangt.“

Kepler-Designziele

Eines der wichtigsten Designziele war es nach Angaben von Nvidia, die Leistung pro Watt zu steigern; Kepler soll in dieser Disziplin 2,5 bis 3-mal besser abschneiden als Fermi. Aufgrund einiger architektonischer Neuerungen soll der Chip zudem in der Lage sein, bis zu 256 DP-FMA-Operationen (Fused Multiply-Add) pro Takt zu berechnen und damit bis zu 5 Gigaflops pro Watt zu erreichen.

Zunächst wird Gerüchten zufolge neben einem Testchip vor allem eine GK107 genannte GPU hergestellt. Diese soll ein Notebook-Chip sein, von dem vier Versionen abgeleitet werden: N13P-LP, N13P-GS, N13P-GT und N13E-GE. Ob und wann die leistungsstarken Desktop-Varianten erscheinen, ist derzeit noch ungewiss.

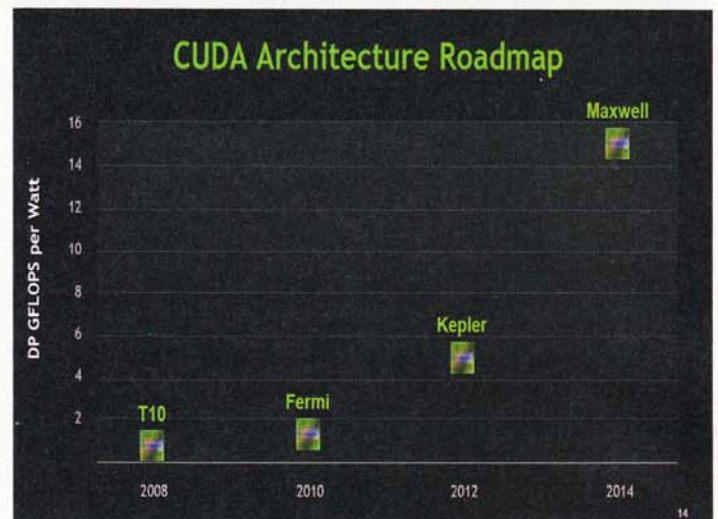
Maxwell

Ebenfalls nach einem Mathematiker ist „Maxwell“ benannt, ein für 2013/2014 geplanter Grafikprozessor, der die Nachfolge von Kepler antreten soll. Denkbar, dass dann erstmals auch ARM-basierte CPU-Logik im Chip integriert ist (Projekt „Denver“).

Maxwell soll erneut eine drastische Verbesserung der Leistung pro Watt bringen, Nvidia plant mit bis zu 15 Gigaflops/Watt. Mit einer handelsüblichen Desktop-Grafikarte wären dann locker 2 Teraflops (DP) und mehr zu erreichen. „Wir wollen allerdings nicht bloße Leistungssteigerungen erzielen“, sagte Jen-Hsun Huang. Kommende Chip-Generationen sollten demnach auch zuverlässiger werden.

Grafikkarten: Kaufen oder warten?

Wer den Kauf einer Mittel- oder Oberklassekarte ins Auge gefasst hat, sollte besser noch ein paar Wochen mit der Entscheidung warten. Bis zum Jahreswechsel, vor allem aber zur CES 2012 Anfang Januar, sollten genauere Informationen zum Starttermin der neuen Grafikarchitekturen vorliegen. Vermutlich lohnt es sich eher, mit dem Upgrade zu warten und das Geld womöglich in eine andere Komponente zu investieren. ▶



Nach Fermi folgt bei Nvidia im kommenden Jahr „Kepler“. Im Jahr 2014 soll „Maxwell“ wesentlich mehr Leistung pro Watt bringen.



Nvidia ist mit dem 28-Nanometer-Prozess nach eigenen Angaben sehr zufrieden. Sowohl AMD als auch Nvidia lassen ihre Grafikchips bei TSMC fertigen. (Bild: Nvidia)

Vorschau: Diese Produkte sind interessant

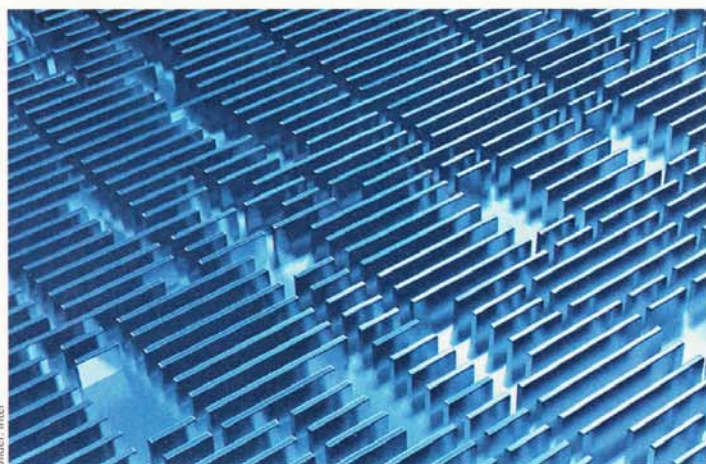
Grafikchips:

- ▶ Nvidia Kepler (mehr Leistung pro Watt; 28-Nanometer-Prozess, Mobil und Desktop)
- ▶ AMD GCN (Codename „Southern Islands“; 28-Nanometer-Fertigung, mehr GPGPU-Computing-Power)



2013

- ▶ Nvidia Maxwell (Kepler-Nachfolger, erneut mehr Performance pro Watt)
- ▶ AMD-Pläne für 2013 noch unbekannt



Bilder: Intel

Prozessoren

Die wichtigsten Produkte 2012 und danach

Dank Intels Tick-Tack-Strategie lassen sich die großen Prozessorlaunche zumindest bei einem von zwei CPU-Herstellern recht gut vorhersagen.

Ivy Bridge kommt

Das wohl wichtigste Intel-Produkt des kommenden Jahres aus Sicht der Spieler dürfte Ivy Bridge sein; dabei handelt es sich um den Nachfolger des aktuellen „Sandy Bridge“-Designs, das vor allem auf kleinere Strukturbreiten setzt. Intel enthüllt – mittlerweile schon fast traditionell – zur Consumer Electronics Show (CES) im Januar in Las Vegas die jeweils nächste Mikroarchitektur, am 10. Januar könnte es also so weit sein. Ehe die Auslieferung beginnt, wird es dann aber vermutlich noch bis zur Cebit dauern – zumindest in diesem Jahr lief es so ab und die Sandy-Bridge-Prozessoren waren erst ab März in größeren Stückzahlen verfügbar.

Ivy Bridge: Die Neuerungen

Das Bild der neuen Generation ist bereits recht klar. Die Architektur bleibt mit Ausnahme einiger Detailverbesserungen gleich. Die wesentliche Neuerung ist das „Schrumpfen“ des Produktionsprozesses von derzeit 32 auf 22 Nanometer Strukturbreite. Zumindest theoretisch sollte dadurch die thermische Verlustleistung (TDP) sinken und gleichzeitig mehr Spielraum für künftige Taktsteigerungen entstehen.

Nach bislang unbestätigten Informationen sollen die TDP-Höchstwerte für Vierkernprozessoren bei 45, 65 und 77 Watt liegen – das wären gut 20 Watt weniger als bei den bisherigen Quadcore-Modellen, die bis zu 95 Watt brauchen. Ein feinerer Produktionsprozess sorgt nicht nur für eine niedrigere Leistungsaufnahme, sondern schafft auch mehr Spielraum für höhere Taktfrequenzen. Wie hoch die sein werden, ist allerdings ungewiss und dürfte wohl auch vom Konkurrenzdruck durch AMD abhängen.

Weitere Neuerungen

Das Schrumpfen des Produktionsprozesses hört sich leicht an, ist aber ein unglaublich aufwendiges Unterfangen, das Milliarden von

Dollar verschlingt und immer teurer wird. Um sich den Grenzen der Physik immer weiter anzunähern, nehmen Intel, TSMC, Global Foundries und alle anderen Halbleiterhersteller enorme Anstrengungen auf sich; das Chipdesign wird dabei permanent verändert und optimiert.

Jüngster Coup der Intel-Ingenieure sind dabei dreidimensionale Transistoren, die bereits zur Jahrtausendwende angekündigt wurden und nun endlich serienreif sind. Der begrenzte Platz im Chip soll dadurch besser ausgenutzt werden, was wiederum der Leistungsaufnahme und der Performance zugutekommt. Intel spricht CPU-seitig von 20 Prozent mehr Leistung und bis zu 40 Prozent mehr Leistung pro Watt. Daneben gibt es einige kleinere Neuerungen, etwa einen Zufallszahlengenerator im Uncore-Bereich, bessere Übertaktungsoptionen sowie einen effizienteren Speichercontroller.

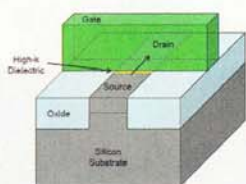
Neuer Grafikbaustein

Neben den CPU-seitigen Änderungen spendiert Intel den Ivy-Bridge-Modellen auch einen neuen Grafikbaustein. Dieser wird ebenfalls im 22-Nanometer-Prozess gefertigt und ist erstmals voll Direct-X-11-tauglich. Zudem werden Direct Compute 5.0 sowie Open CL 1.1 unterstützt. Außerdem wird der Grafikbaustein künftig auf einen exklusiven L3-Cache zugreifen können, was diesen etwas performanter machen sollte. Die Zahl der Execution Units will Intel auf 16 erhöhen, unter dem Strich soll das nach Angaben von Intel für ein Leistungsplus von 60 Prozent für den Grafikbaustein sorgen.

Mainboard-Support

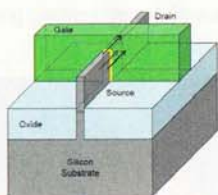
Nach jüngsten Gerüchten werden Ivy-Bridge-Chips für den Sockel 1155 gefertigt und sollten sich daher zumindest bei Platinen mit anhaltendem BIOS-Support auch einsetzen und betreiben lassen. Auch die mutmaßlichen Modellnamen sind bereits durchgesickert. Demnach sollen die Ivy-Bridge-Prozessoren eine vierstellige Nummer bekommen, die mit einer „3“ beginnt. Dadurch soll symbolisiert werden, dass es sich um die dritte

Traditional Planar Transistor



Traditional 2-D planar transistors form a conducting channel in the silicon region under the gate electrode when in the "on" state

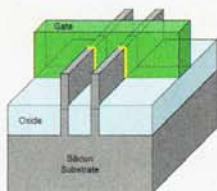
22 nm Tri-Gate Transistor



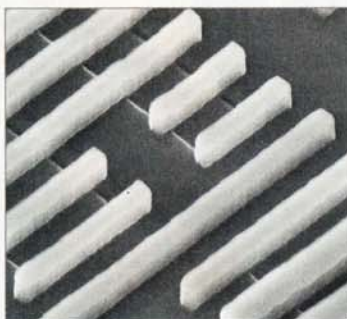
3-D Tri-Gate transistors form conducting channels on three sides of a vertical fin structure, providing "fully depleted" operation. Transistors have now entered the third dimension!

Herkömmliche Transistoren sind zweidimensional aufgebaut, mit Ivy Bridge kommen erstmals „3D-Transistoren“, die an drei Seiten ans Gate angrenzen.

22 nm Tri-Gate Transistor



Tri-Gate transistors can have multiple fins connected together to increase total drive strength for higher performance



Dank des platzsparenden Aufbaus können auch mehrere Kanäle nebeneinander liegen (links). Unter dem Mikroskop sind die Erhebungen gut zu sehen (rechts)

	Q2 '11	Q3 '11	Q4 '11	Q1 '12	Q2 '12
Extreme	XE i7-990X	i7-990X	Sandy Bridge-E 6C, 3.3GHz, 15M, fully unlocked	Sandy Bridge-E 6C, 3.3GHz, 15M, fully unlocked	Sandy Bridge-E 6C, 3.3GHz, 15M, fully unlocked
Premium Performance	P2 i7-980 i7-880	i7-980 i7-880	Sandy Bridge-E 6C, 3.2GHz, 12M, Fully unlocked	Sandy Bridge-E 6C, 3.2GHz, 12M, Fully unlocked	Sandy Bridge-E 6C, 3.2GHz, 12M, Fully unlocked
	P1 i7-2600K i7-2600 i7-960	≥ i7-2600K i7-2600 i7-960	Sandy Bridge-E 4C, 3.6GHz, 10M Limited unlocked*	Sandy Bridge-E 4C, 3.6GHz, 10M Limited unlocked*	Sandy Bridge-E 4C, 3.6GHz, 10M Limited unlocked*
Mainstream Performance	MS2 i5-2500K i5-2500	i5-2500K i5-2500	i5-2500K i5-2500	i5-2500K i5-2500	Ivy Bridge (March-April)
	MS1 i5-2400	i5-2400	i5-2400	i5-2400	

Laut (inoffiziellen) Roadmaps soll Ivy Bridge im März oder April erscheinen. Mit der Präsentation ist womöglich schon zur CES im Januar zu rechnen.

Generation von Core-i-Prozessoren handelt. Die Topmodelle erhalten das Kürzel i7-37XX, die i5-Modelle werden in die drei Serien 33XX, 24XX und 35XX eingeteilt. Schließlich werden dann auch die Billigvarianten Pentium und Celeron eine vierstellige Nummer erhalten – bislang sind hier nur drei Ziffern vorgesehen.

Sandy Bridge EX

Noch vor dem großen Ivy-Bridge-Start hat Intel die aktuelle Oberklasse-Plattform renoviert und mit dem Sockel 1155 beziehungsweise den Extreme-Prozessoren aufgefrischt. Alle Informationen zu diesen Modellen finden Sie ab Seite 66 in diesem Heft. Unglücklicherweise erhalten auch diese Prozessoren neue Modellnummern – und die beginnen ebenfalls mit einer „3“, obwohl die Chips technisch deutliche Unterschiede aufweisen. Mehr Informationen dazu finden Sie ebenfalls im entsprechenden Test.

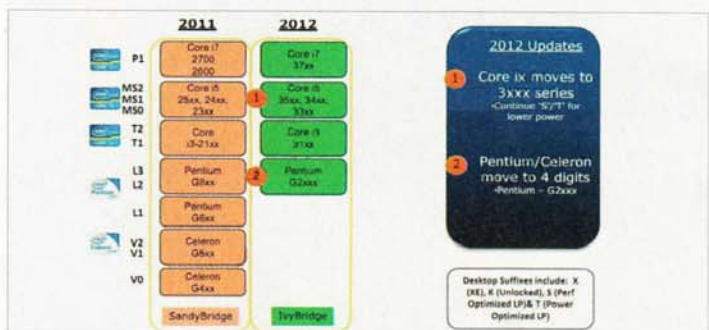
AMD: Piledriver

AMDs neue Bulldozer-Architektur sorgte bei vielen Spielern für Ent-

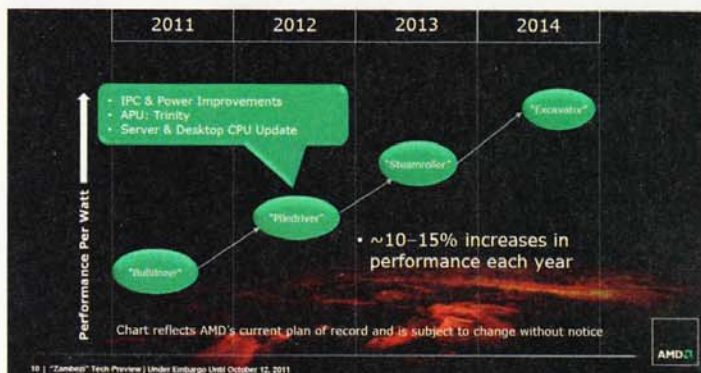
täuschung – die Optimierungen waren vor allem für den Betrieb in Servern gedacht und bei vielen aktuellen Spielen waren teils sogar ältere AMD-Prozessoren schneller.

Das soll sich jedoch im kommenden Jahr ändern. Dann will AMD das erste „Facelifting“ der Bulldozer-Architektur fertiggestellt haben: „Piledriver“, so der Codename, wird nach Angaben von AMD vor allem Verbesserungen für den Desktop-Betrieb bringen. Eine davon ist Turbo Core 3.0, das vermutlich für mehr Spielraum bei der automatischen Übertaktung sorgen wird. Daneben sollen neue Befehlssatz-Erweiterungen für mehr Leistung sorgen.

Inklusive einiger weiterer IPC-Verbesserungen will AMD einen Performancesprung von zehn bis 15 Prozent im Vergleich zur Bulldozer-Generation erreichen. Dieser sei jedoch nur bei „Multimedia-Anwendungen“ zu erreichen, gemeint sind hier natürlich Foto-, Musik- und Videotranskodierungen, die sich besonders gut ▶



Mit den Ivy-Bridge-Prozessoren vereinheitlicht Intel die Modellnummern; Celeron und Pentium erhalten dann ebenfalls vierstellige Bezeichnungen.



Bei AMD sollen künftig jährlich größere Architektur-Updates folgen; nach Bulldozer folgen demnach „Piledriver“, „Steamroller“ und „Excavator“.

GIGABYTE WINDFORCE™

Super cooling solution

GIGABYTE™

GIGABYTE WINDFORCE™ Series

GV-R687OC-1GD

- GIGABYTE WINDFORCE™ 3X Cooling Design
- GIGABYTE Ultra Durable VGA High Quality Components
- OC Version : 915 MHz (std 900 MHz)
- Pure Copper Heat Pipe X3
- 29.5% Cooler than HD 6870 stock cooler

AMD CrossFireX TECHNOLOGY

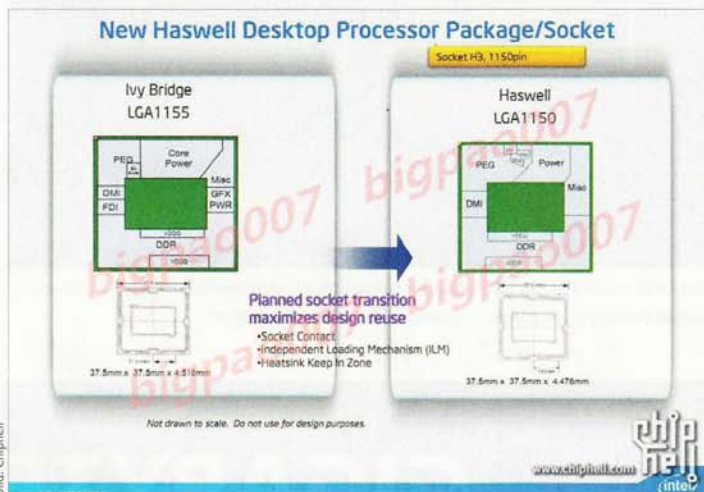
AMD Catalyst SOFTWARE

AMD Accelerated Parallel Processing TECHNOLOGY

SUPPORTS Microsoft® DirectX™ 11



Den Ivy-Bridge-Nachfolger „Haswell“ hielt Intel-Mobilchef Mooly Eden beim IDF nach eigenen Angaben bereits in seiner Hand.



Der jüngste „Leak“ betrifft den Sockel: Demnach soll Intel mit „Haswell“ einen neuen Sockel mit 1.150 Kontakten für Haswell (2013) planen.

Vorschau CPUs: Diese Produkte sind interessant

2012:

- ▶ Intel Ivy Bridge (3D-Transistoren, 22-Nanometer-Produktion, Detailverbesserungen)
- ▶ AMD Piledriver (IPC-Verbesserungen, besserer GPU-Kern, 10 bis 15 Prozent mehr Leistung bei Multithreading-Szenarien)
- ▶ AMD Brazos 2.0 (höherer Takt, schnellere Grafikeinheit)

2013

- ▶ Intel Haswell (neue Mikroarchitektur, 22-nm-Prozess)
- ▶ AMD Steamroller (Architekturverbesserungen)

2014

- ▶ Intel Rockwell (14-nm-Prozess)
- ▶ AMD Excavator (bessere IPC, sonst kaum Informationen)



parallelisieren lassen. Für Aufrüster gibt es auch eine gute Nachricht: Piledriver soll wie der AMD FX auf den Sockel AM3+ passen.

AMD: Trinity

Das wohl erste „Piledriver“-Produkt dürfte ein Mobilprozessor sein. Unter dem Codenamen „Trinity“ arbeitet AMD an einem Nachfolger für die aktuellen Llano-Prozessoren, die aktuell vor allem in Klapprechnern zum Einsatz kommen. Piledriver war sogar schon öffentlich zu sehen, und zwar im Juni 2011 im Rahmen des Fusion Developer Summit. Dort zeigte Ex-AMD-Vize Rick Bergman ein Vorserien-Notebook, auf dem ein HD-Video unter Windows lief. Trinity soll je nach Quelle zwischen 30 und 50 Prozent schneller sein als die aktuelle Llano-Generation, was aber keine große Kunst ist – schließlich kommt Trinity zusätzlich mit einem verbesserten Direct-X-11-Grafikkern. Trinity-APUs für Notebooks werden inoffiziellen Informationen zufolge auf den Sockel FM2 mit 904 Pins passen. Piledriver-Produkte für den Desktop dagegen setzen wie gehabt auf den Sockel AM3+. Die maximale TDP soll bei 125 Watt liegen und die Turbo-Core-Funktion, die bei einigen Serien nur die CPU-Kerne beschleunigte, auf den Grafikkern ausgeweitet werden.

Modellliste aufgetaucht

Erst im November tauchte zudem eine Liste mit Trinity-Prozessoren auf, die im ersten Halbjahr 2012 auf den Markt kommen sollen. Darin sind Modelle mit zwei und vier CPU-Kernen aufgeführt, die zwischen 2.200 und 3.800 MHz Taktfrequenz erreichen. Der Grafikkern ist den Angaben zufolge mit mindestens 563 und maximal 711 MHz getaktet. Das Trinity-Topmodell soll „3820“ heißen, mit vier Kernen ausgestattet sein und einen Takt von 3.800 MHz haben (4,1 GHz im Turbo-Modus).

Brazos-Update

Im Einstiegssegment, das unmittelbar gegen Intels Atom-Linie antritt, plant AMD schon zu Beginn des kommenden Jahres ein größeres Update. Dies betrifft in erster Linie die Taktratenfrequenzen, die sowohl bei CPU als auch bei GPU deutlich höher sein sollen. Die TDP soll dabei mit 18 Watt konstant bleiben. Auch die genauen Modellbezeichnungen will die Internet-Gerüchteküche schon kennen: Als

E1-1200 und E2-1800 soll es zwei neue Modelle mit je zwei Kernen geben. Der mit 1,7 GHz getaktete E2-1800 unterstützt DDR3-1333 und eine schnellere Grafikeinheit mit 523/680 MHz; der etwas langsamere (1,4 GHz) und preiswertere E1-1200 arbeitet mit DDR3-1066 sowie einem mit 508/600 MHz getakteten Grafikkern. Beide verfügen über je ein MiByte L2-Cache. AMD will im Februar 2012 mit der Massenproduktion der neuen Brazos-Chips beginnen. In Deutschland sollten die Prozessoren dann einige Wochen später lieferbar sein.

Blick in die Zukunft: Neue CPUs 2013 und 2014

CPU-Designer arbeiten üblicherweise mehrere Jahre an einer neuen Architektur und so sind bereits die Konturen der übernächsten Prozessorgenerationen erkennbar. Bei Intel folgt 2013 auf Ivy Bridge die „Haswell“-Architektur, die wieder wesentliche Architektur-Neuerungen bringt, darunter AVX2, ein besseres Power-Mangement sowie ein neues Cachesdesign. Bei Mobilmodellen sollen zudem einige Southbridge-Funktionen in den Chip integriert werden. Insider erwarten dann 2014 die „Rockwell“-Architektur, die im Wesentlichen einer verkleinerten Haswell-Variante entspricht (14 statt 22 nm). Der nächste Meilenstein heißt Gerüchten zufolge ab 2016 „Skylake“.

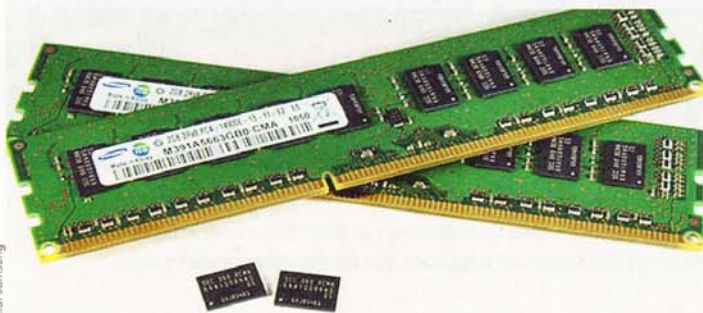
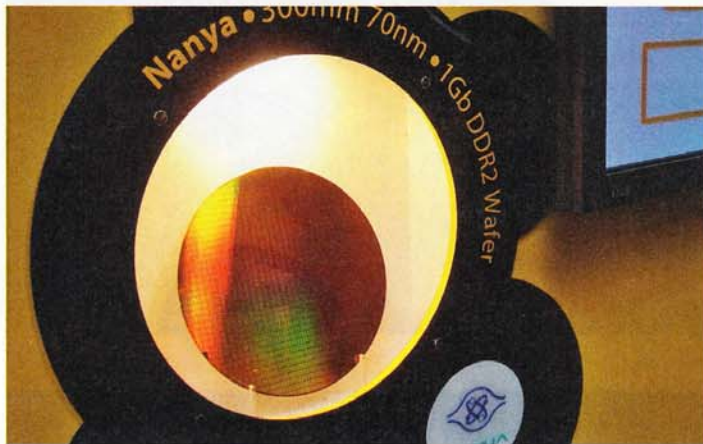
Bei AMD erwarten wir vor allem mit dem Piledriver-Nachfolger „Steamroller“ ab 2013 einschneidende Architekturverbesserungen. Steamroller soll dann wie Bulldozer auch in den Mainstream-Fusion-Architekturen zu finden sein, dort in Form von einer „Kaveri“-APU. Der Nachfolger der Brazos-Plattform wird unter dem Namen „Samara“ entwickelt und könnte 2013 debütieren. Auf Steamroller folgt „Excavator“, von dem allerdings nicht viel mehr als der Name bekannt ist.

Fazit: kaufen oder warten?

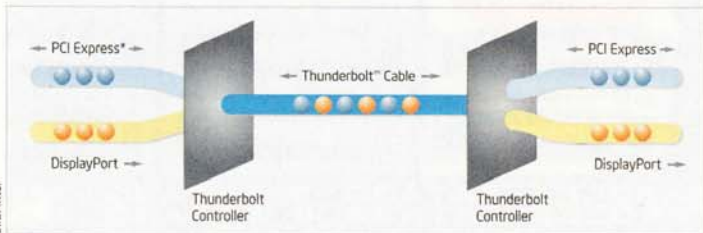
Der Prozessormarkt ist in ständiger Bewegung. Wer auf einen günstigen Zeitpunkt warten will, braucht eigentlich gar nicht zu kaufen, denn fast immer wird einige Monate später ein besseres Produkt zu haben sein. Dass eine hohe Erwartungshaltung zudem nicht immer gerechtfertigt ist, zeigt der Bulldozer-Launch, von dem sich viele Spieler mehr erhofft hatten.

Speicher, Schnittstellen und Infrastruktur

Weitere bedeutende Entwicklungen, die im kommenden Jahr und danach erwartet werden



Erste serienreife DDR4-Speichermodule hat Speicherhersteller Samsung bereits im Januar 2011 vorgestellt.



Thunderbolt – einst als Lightpeak entwickelt und vermarktet – kommt 2012 auch bei Windows-PCs und Notebooks zum Einsatz.



SSD-basierte Massenspeicher werden 2012 aller Voraussicht nach deutlich billiger, auch wenn die Preise zuletzt gestiegen sind.

Absieits von Prozessoren und Grafikkarten erwarten uns 2012 noch einige weitere spannende Neuerungen. Auf welche Produkte können sich Spieler dabei am meisten freuen?

Neuer DDR-Speicher

Vor allem beim Speicher hat sich in der jüngsten Vergangenheit wenig getan, was Aufrüstern allerdings entgegenkommt. Die CPU-seitigen Leistungssteigerungen durch schnelleren Speicher liegen – sieht man von synthetischen Benchmarks ab – ohnehin im kaum messbaren Bereich. Dennoch ist die Roadmap in weiten Teilen abgesteckt und das zuständige Speicherkonsortium JEDEC will die endgültigen Spezifikationen für DDR4-Speicher noch in diesem Jahr veröffentlichen. Bereits im August hatte die JEDEC einige wichtige Eckdaten enthüllt.

Demnach wird die Speicherspannung von derzeit 1,5 (DDR3) auf 1,2 Volt sinken, die Taktraten werden bei 1.600 MHz beginnen. Die offiziell höchste Ausbaustufe ist DDR4-3200, wenngleich die Hersteller in den Folgemonaten und -jahren vermutlich schnellere Module präsentieren werden. Der Hauptvorteil von DDR4 wird über die gestiegenen Taktraten in Verbindung mit niedrigerer Spannung erreicht. Die Prefetch Buffer bleiben nach dem jüngsten Entwurf unverändert groß.

DDR4 und danach

Die ersten DDR4-Speichermodule sollten 2012 veröffentlicht werden. Samsung hat bereits im Januar 2011 erste Speichermodule gezeigt. Da aber zumindest kurzfristig noch keine Prozessoren und Chipsätze mit entsprechendem Support in Sicht sind, rechnen wir erst 2013 mit einer signifikanten Verbreitung. Langfristig denkt die JEDEC über einen fundamentalen Wandel nach; nach 2014 könnten Speichermodule über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung angesprochen werden, was einen großen Teil der Probleme eliminieren würde: Die Frequenzen könnten weiter steigen, die Latenzen sinken und die parallele Nutzung von mehreren Kanälen wäre aus Leistungssicht nicht mehr unbedingt nötig.

Light Peak

Bei unserer letzten Technikvorschau vor gut einem Jahr hatten wir schon auf die geringe Herstellerresonanz auf „Light Peak“ hingewiesen – und auch in diesem Jahr hat sich wenig getan. Wenn man einmal von Apple absieht, muss man Lightpeak-Produkte (die jetzt offiziell „Thunderbolt“-Produkte heißen) mit der Lupe suchen. Kein Chipsatz und kaum ein Peripheriegerät nutzt die von Intel entwickelte Schnittstelle, die einmal USB, Firewire, den Displayport und noch einige andere Schnittstellen ersetzen könnte.

Das soll sich nach dem Willen von Intel 2012 ändern. Die neuen, von Intel maßgeblich entwickelten und geförderten „Ultrabooks“ sollen künftig mit Thunderbolt-Anschlüssen ausgestattet werden. Im Gegensatz zum ursprünglichen Entwurf ist es nun auch möglich, eine Geschwindigkeit von 10 GBit mit Kupferkabeln zu ermöglichen – das ist billiger als die optische Übertragung, die dennoch in einer späteren Ausbaustufe kommen soll. Auf Mainboards lassen sich Thunderbolt-Chips übrigens einfach als Zusatz-Controller verlöten (oder als Karte verbauen); da diese dann als PCI-Express-Device eingebunden werden, sind nicht einmal Treiber nötig.

PCI-Express 4.0

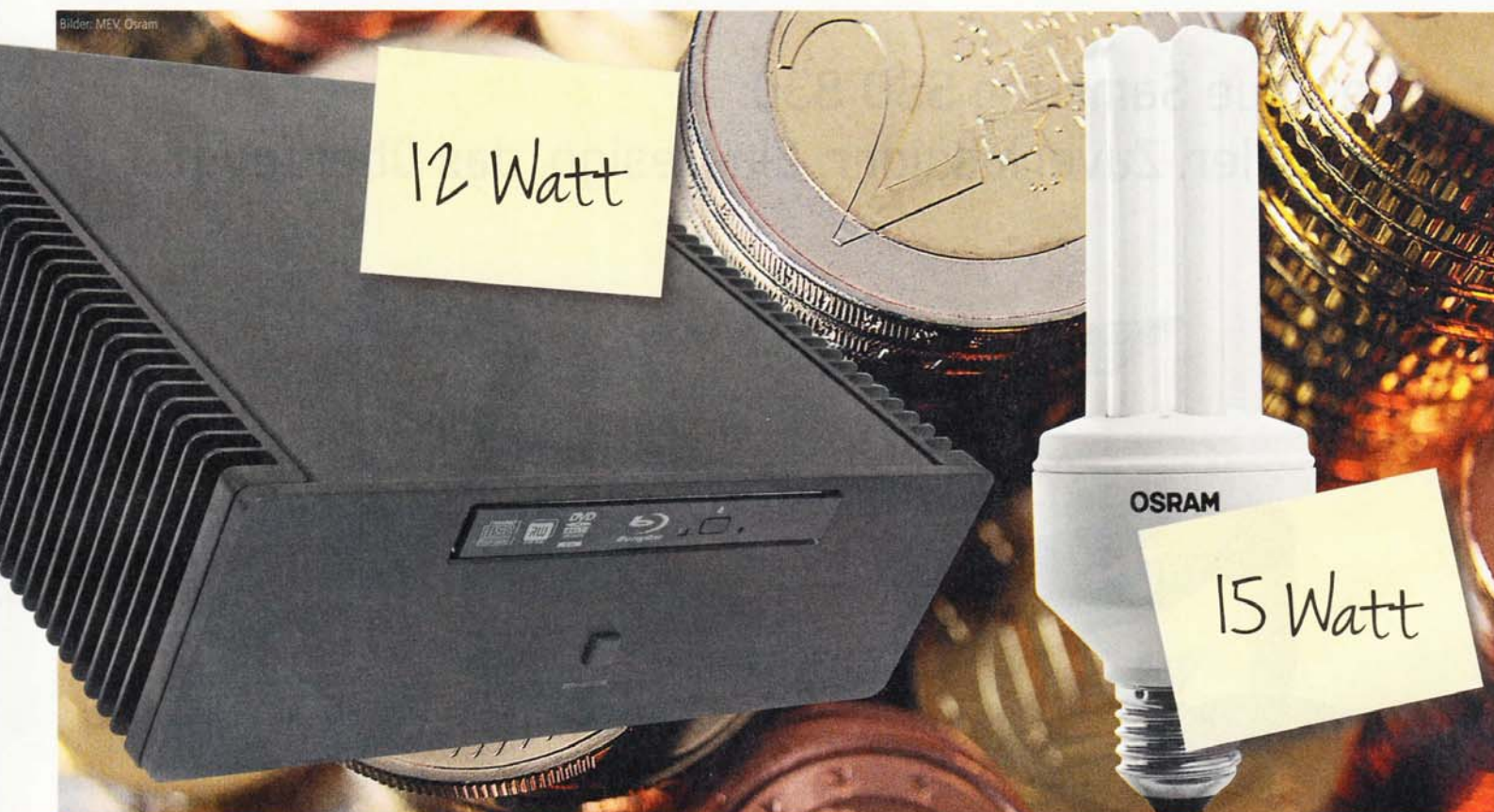
PCI-Express 3 ist kaum ein Jahr final spezifiziert, da laufen schon die Arbeiten am Nachfolger in Form von PCI-Express 4. Die Bandbreite pro Lane soll dann von derzeit knapp ein GiByte (PCIe 3.0) auf zwei GiByte/s verdoppelt werden. Bis erste Geräte erscheinen, dürfte es aber noch Jahre dauern.

Sonstige Neuerungen

Während Platter-basierte Festplatten „nur“ immer größer werden (und damit auch ab 3 TiByte Probleme verursachen können), erwarten wir bei den begehrten SSD-Speichern im kommenden Jahr weitere, zum Teil deutliche Preisnachlässe. Zwar steigen die Preise aktuell wegen der Flutkatastrophe in Asien, doch schon zum Sommer sollen neue Modelle und bessere Produktionsverfahren für einen deutlichen Preiserutsch sorgen. (cg)



Bilder: MEV, Osram



Tipps für einen 12-Watt-Arbeits-PC und einen sparsamen Spielerechner

Strom und Geld sparen

Mehr als 200 Euro im Jahr gespart: Mit unseren Anleitungen bekommen Sie einen lautlosen PC, der weniger verbraucht als eine Energiesparlampe, oder einen flotten und sehr sparsamen Spiele-PC.

Eine geringe Leistungsaufnahme hat beim PC viele Vorteile: Sie sorgt für eine niedrigere Abwärme und weniger Stromkosten. In vielen Haushalten und Büros werden aber entweder schnelle Spiele-PCs oder sehr alte Rechner zum Arbeiten oder Surfen verwendet. Beide Lösungen sind nicht optimal, denn sie verbrauchen mehr Strom als nötig. Wenn Sie hingegen mit unserer Anleitung einen neuen Arbeits-PC zusammenstellen, spart dieser Stromkosten, ist meistens leiser (oder wie in unserem Fall sogar lautlos) und eignet sich zudem beispielsweise für SATA 6Gb/s.

Doch Achtung: Viele günstige Strommessgeräte liefern gerade im niedrigen Wattbereich nur ungenaue Ergebnisse. Wir haben daher für alle Werte das zuverlässige Watts Up? Pro verwendet. Wundern Sie

sich daher bitte nicht, wenn Ihre Ergebnisse von unseren Werten abweichen.

Wie viel kann ich sparen?

Unser Stromspar-PC verbraucht im Leerlauf nur 12,4 Watt – weniger als eine übliche Stromsparlampe. Unter Volllast sind es 17,8 Watt. Wie wir diese extrem niedrigen Werte bei guter Performance erreichen, verraten wir in den nächsten Absätzen. Um die Frage nach dem Stromsparpotenzial beantworten zu können, vergleichen wir unseren PC mit einem Core 2 Duo samt Radeon X1950 XTX – also einem Spiele-PC, der vor vier Jahren noch aktuell war und nun oft als Zweit-PC genutzt wird. Im Leerlauf verbraucht dieses System rund 115 Watt und bei voller Auslastung 190 Watt. Gehen wir zunächst vom Härtefall aus: Wenn Sie beide Systeme rund um die Uhr

als Heim-Server verwenden und diese fünf Stunden davon stark ausgelastet werden, zahlen Sie für den alten Spielerechner rund 260 Euro im Jahr; bei unserem Stromspar-PC sind es hingegen nur 27 Euro – Sie sparen also 233 Euro pro Jahr. Bei der Berechnung sind wir von einem üblichen Tarif mit 23 Cent pro Kilowattstunde ausgegangen.

Doch auch wenn beide PCs als Server lediglich permanent im Leerlauf arbeiten, ohne jemals volle

Auslastung zu erreichen, sparen Sie im Jahr knapp 200 Euro. In diesem Fall lohnt es sich also, den alten Rechner zu verkaufen und unseren Stromspar-PC zusammenzusetzen. Selbst wenn das System am Tag nur vier Stunden im Leerlauf arbeitet (Surfen, gewöhnliche Office-Arbeiten) und zwei Stunden mit hoher Last, sparen Sie im Jahr knapp 60 Euro.

Natürlich muss man dabei bedenken, dass sich unser Stromspar-PC nicht für die neuesten Spiele eignet (der alte PC mit Radeon X1950 XTX übrigens auch nicht). Stattdessen haben wir uns das Ziel gesetzt, einen PC zu konfigurieren, der weniger Strom verbraucht als eine übliche Energiesparlampe und dennoch schnell genug ist, damit übliche Office-Aufgaben Spaß machen und HD-Videos flüssig lau-

Bonusmaterial



Heft-DVD: Unser Video und der Artikel aus PCGH 07/2011 geben weitere Tipps.

www.pcgh.de/go/01-12



Übersicht: Stromverbrauch

Gerät	Üblicher Stromverbrauch
PCGH-Stromspar-PC	12,4 Watt (Leerlauf)
Stromsparlampe	15 Watt
24-Zoll-LCD-Display	30 Watt
46-Zoll-LCD-TV	160 Watt
Blu-ray-Player	14 Watt
Arbeits-Notebook	14 Watt (Leerlauf)
Office-PC*	40 Watt (Leerlauf)
Spieler-PC**	75 Watt (Leerlauf)

* A8-3850, integrierte Grafik ** Core i5-2400, Radeon HD5870

fen. Zudem sind auch ältere Spiele oder aktuelle Titel mit reduzierten Details möglich. Für welche Aufgaben sich der Stromspar-PC genau eignet, verrät der Kasten auf der rechten Seite.

Wenn Sie hingegen einen möglichst sparsamen Spiele-PC wollen, der auch beim Arbeiten sowie beim Filmeschauen oder Musikhören die Stromkosten schont, finden Sie die optimale Anleitung weiter hinten in diesem Artikel.

Die richtigen Komponenten

Grundlage für einen sparsamen PC ist natürlich die richtige Hardware. Unsere Empfehlung für einen niedrigen Verbrauch bei guter Leistung ist AMDs Fusion-APU E-350. Dieser Prozessor ist dank zweier CPU-Kerne mit 1,6 GHz sowie einer integrierten Grafikeinheit mit 80 Shader-Einheiten und 500 MHz für die meisten Office-Aufgaben sowie HD-Videos (inklusive Blu-ray) schnell genug. Die TDP liegt bei lediglich 18 Watt – zum Vergleich: Eine aktuelle Sandy-Bridge-CPU mit zwei Kernen und integrierter Grafikeinheit hat (je nach Modell) eine TDP von 35 bis 65 Watt. Bei einem alten Pentium 4 (Prescott) sind es

84 bis 115 Watt – wohlgerneht mit nur einem Kern und ohne Grafikeinheit. Daher sollten Sie die alten gierigen Pentium-4-Systeme grundsätzlich selbst als Zweit-PC meiden.

Der AMD-Chip E-350 ist allerdings nicht einzeln erhältlich, sondern wird nur fest verlötet zusammen mit einem Mainboard angeboten. Tatsächlich gibt es beim Stromverbrauch der entsprechenden Platinen enorme Unterschiede: Das Mini-ITX-Mainboard (17 x 17 cm) E350IA-E45 von MSI verbrauchte im Test rund zehn Watt weniger als die Konkurrenzmodelle und ist daher unsere Wahl für den Stromspar-PC. Nach dem Mainboard ist das Netzteil die zweitwichtigste Komponente für einen geringen Stromverbrauch. Am besten eignet sich hier ein Pico-Netzteil, denn diese sind im niedrigen Watt-Bereich effizienter als normale Netzteile. Allerdings sind Pico-Modelle kaum für Endkunden erhältlich. Eine Ausnahme ist das Set von Impactics. Dieses besteht aus einer 130-Watt-Wandlerplatine sowie einem 84-Watt-AC-DC-Adapter. Damit eignet es sich zwar nicht für High-End-PCs, für unseren Stromspar-PC ist es aber optimal. Das Paket ist derzeit

Was kann der Stromspar-PC?

Unser Ziel war ein PC, der sich trotz sehr geringen Strombedarfs auch gut für alle alltäglichen Aufgaben und manche Spiele eignet.

Dank zweier CPU-Kerne und SSD ist das Ansprechverhalten unseres Stromspar-PCs sehr gut: Besonders wenn Sie bisher mit einem Singlecore-Prozessor und einer üblichen Festplatte gearbeitet haben, werden Sie staunen. Die integrierte Grafikkarte hilft zudem bei der Berechnung von HD-Videos – wenn Sie ein externes Laufwerk anschließen, ist der PC sogar schnell genug für Blu-ray-Wiedergabe. Auch Youtube HD ist kein Problem; nur bei manchen 1080p-Videos kann es im Vollbildmodus zu Rucklern kommen – wir tippen auf einen Bug im Flash-Player.



Auch für manche Spiele ist der Stromspar-PC schnell genug. So läuft das großartige Portal 2 in mittlerer Detailstufe flüssig. Auch World of Warcraft ist spielbar, sofern Sie niedrige Details auswählen – aktivieren Sie hier auf jeden Fall den schnelleren DX11-Modus. Zudem laufen viele alte Spieleperlen (Max Payne 2, Freelancer, Deus Ex 1) oder technisch simple Titel wie Pflanzen gegen Zombies problemlos.



Komponenten des Stromspar-PCs (lautlos)

Komponente	Name	Preis
CPU	AMD E-350 (auf Mainboard enthalten)	€ 0,-
Mainboard	MSI E350IA-E45 (Mini-ITX)	€ 100,-
RAM	Avexir Green Series, 4 GiByte (DDR3-1333)	€ 25,-
SSD	Crucial m4 (64 GiByte)	€ 90,-
Netzteil	Impactics Pico-Netzteil (84 Watt)	€ 80,-
Gehäuse	Impactics C3LH-B (Mini-ITX, Passivkühlung)	€ 100,-
Kühlung	Impactics Coolset MS-1 (nötig für Passivkühlung)	€ 60,-
Gesamtpreis		€ 455,-

Komponenten des Stromspar-PCs (Bastellösung)

Komponente	Name	Preis
CPU	AMD E-350 (auf Mainboard enthalten)	€ 0,-
Mainboard	MSI E350IA-E45 (Mini-ITX)	€ 100,-
RAM	Avexir Green Series, 4 GiByte (DDR3-1333)	€ 25,-
SSD	Crucial m4 (64 GiByte)	€ 90,-
Netzteil	Impactics Pico-Netzteil (84 Watt)	€ 80,-
Gehäuse	Thermaltake Element Q (Mini-ITX, Bastelaufwand)	€ 50,-
Kühlung	Keine besondere Kühlung nötig	€ 0,-
Gesamtpreis		€ 345,-

ausschließlich bei www.caseking.de erhältlich und kostet rund 80 Euro. Dafür ist das Pico-Netzteil auch rund zehn Watt sparsamer als ein 80-Plus-Bronze-Modell.

Leider lässt sich die kleine Wandlerplatine nicht ohne Bastelaufwand in jedem Gehäuse anbringen. Impactics bietet aber gleich eine passende Behausung: Das Mini-ITX-Gehäuse C3LH-B hat geeignete Bohrungen, um das Pico-Netzteil festzuschrauben. Ein sehr netter Nebeneffekt: Das Impactics-Gehäuse verfügt über Kühlrippen an den Außenwänden und ist damit für einen lüfterlosen Betrieb gedacht – da die SSD ebenfalls keine Geräusche von sich gibt, ist der Stromspar-PC damit komplett lautlos. Jedoch ist das Gehäuse mit 100 Euro recht teuer. Zudem brauchen Sie ein auf das Mainboard angepasstes Kühlset, das es ebenfalls bei

caseking.de gibt. Das zum MSI-Board passende Set MS-1 kostet weitere 60 Euro. Damit ist der PC zwar kein Schnäppchen, wenn Ihnen ein lautloser Betrieb wichtig ist, lohnt sich die Investition aber.

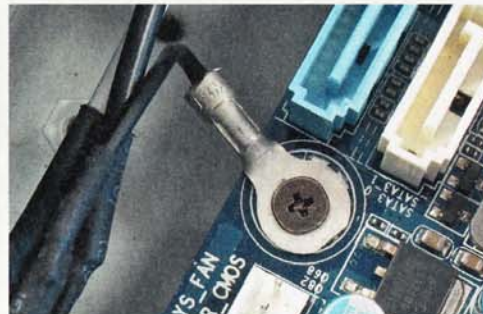
Falls Sie lieber etwas Geld sparen möchten, eignen sich auch günstigere Gehäuse. So lässt sich das

leichte Pico-Netzteil mit Kabelbindern im 50 Euro günstigen Gehäuse Element Q von Thermaltake befestigen – diese Lösung sollten aber nur erfahrene Bastler wählen. Zudem müssen Sie hier eine Öffnung in das I/O-Shield (Blende für die Board-Anschlüsse) bohren, damit sich das Input-Kabel des Netzteils nach außen legen lässt. Wir haben die

Komponenten für beide Varianten (Passivgehäuse sowie Bastellösung) auf der vorherigen Seite aufgelistet.

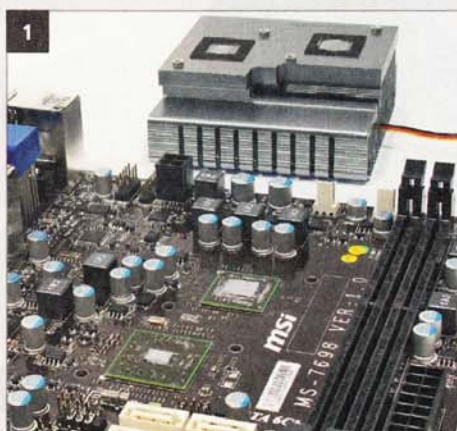
Weitere Stromsparer

SSDs sind nicht nur lautlos und deutlich schneller als HDDs, sondern auch stromsparender. So genehmigt sich eine Festplatte im Betrieb bis zu 8 Watt. Bei der ▶

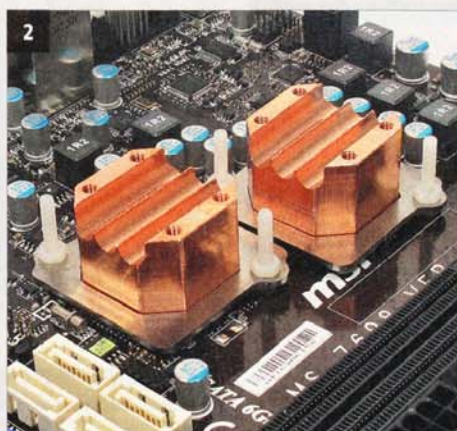


Bastellösung: Die Wandlerplatine des effizienten Pico-Netzteils lässt sich mit Kabelbindern auch im günstigen Thermaltake-Gehäuse Element Q befestigen. Achten Sie aber darauf, dass kein Kontakt zum Gehäuse besteht und die Schlaufe geerdet ist.

Stromspar-PC in Passiv-Gehäuse (lautlos) einbauen



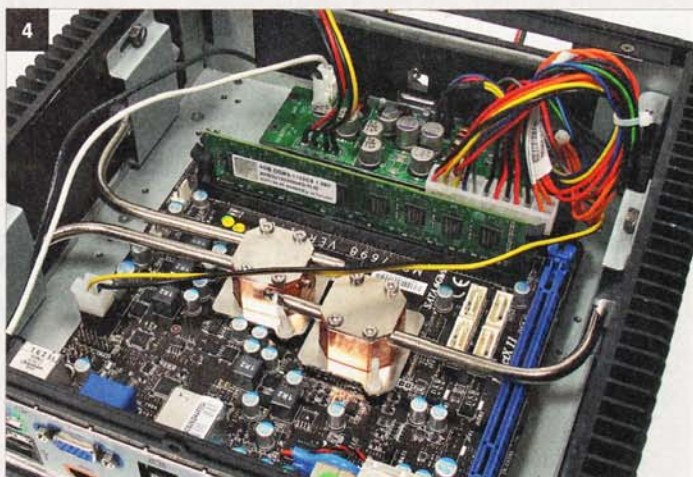
1 Entfernen Sie den Standard-Kühler des Mainboards und bestreichen Sie die APU (hinten im Bild) und den A50M-Chip dünn mit Wärmeleitpaste.



2 Schieben Sie die Kunststoffstifte durch die Bohrungen, setzen Sie die im Kühlset enthaltenen Kühler auf die beiden Chips und befestigen Sie diese mit den Muttern.



3 Tragen Sie Wärmeleitpaste auf die Führungsschienen der Kühler auf (vorheriges Bild). Auch die Halteschienen müssen innen sowie an der Rückseite mit Paste versehen werden.



4 Bauen Sie das Mainboard samt RAM sowie das Netzteil ein. Setzen Sie die Heatpipes mit Halteschienen auf die Kühler und befestigen Sie diese mit den Deckplatten. An den Innenseiten des Gehäuses befestigen Sie die Halteschienen wie abgebildet.



5 Befestigen Sie das Input-Kabel des Netzteils per Mutter an der Gehäuserückwand und bringen Sie die Schlaufe am Mainboard an. Die beiden Schienen gehören an die SSD. Schrauben Sie diese auf dem Halterahmen fest und schließen Sie die beiden Kabel an.



Strom sparen per Underclocking und Undervolting

Brazos Tweaker – Schritt 1
Temp/Fan on American Megatrends Inc./E350IA-E

☒ Enable monitoring PState - Freq ☐ Always on top

Core 1 2 - 800MHz NB 1 - 336MHz

Core 2 2 - 800MHz NB CFG Temp: 44°C

P0 P1 P2 NB P0 NB P1 Status

Mult = 32 divided by -> 2,25 2,25

VID: 1.0625

CLK (can't be set): 100 Refresh

Ausbalanciert Service... Apply

Das Tool Brazos Tweaker passt Takt und Spannungen an. Diese Werte waren für P0 optimal. Bei P1 wählen Sie auch 1,0625 Volt. Bei P2 sind keine Änderungen nötig.

Brazos Tweaker – Schritt 2

☒ Make custom P-state settings permanent

P0: 2,25/2,25 @ 1,0625V/100MHz/1422MHz
P1: 2,5/2,5 @ 1,0625V/100MHz/1280MHz
P2: 4/4 @ 0,9875V/100MHz/800MHz
P3: 6/6 @ 0,95V/100MHz/533MHz
P4: 9,5/9,5 @ 0,875V/100MHz/336MHz

Update

Wählen Sie im Hauptfenster „Apply“ und dann „Service“. Im neuen Fenster klicken Sie auf „Make custom P-State...“, danach auf „Update“ und „Apply“.

von uns ausgewählten genügsamen SSD m4 mit 64 GByte von Crucial haben wir hingegen nur 2,3 Watt gemessen. Daher nutzen wir die Crucial-SSD für unseren Stromspar-PC. Da es bei unserem Projekt um jedes Watt geht, lohnt sich auch sparsames RAM. Wir haben ein einzelnes 4-GiByte-Modul von Avexir aus der Green Series verwendet. Dieses läuft auch mit 1,35 Volt anstelle der üblichen 1,5 Volt stabil. Dieser Wert muss manuell im BIOS eingestellt werden. Beim MSI-Board rufen Sie dafür im BIOS das Menü „Overclocking“ auf und wählen bei „DRAM Voltage“ den Wert „1,35 V“. Doch Vorsicht: Bei einer älteren BIOS-Version gab es im Test Probleme mit dieser geringen Spannung. Installieren Sie also vorher mit dem MSI-Tool Live Update die neueste BIOS-Version. Selbst bei Mäusen gibt es Unterschiede. So verbrauchte die Gaming-Variante Sensei von Steel Series 0,8 Watt und die Razer Naga 1,0 Watt mehr als die schlichte Wheel Mouse Optical von Microsoft. Wenn Sie die USB-3.0-Ports des Mainboards nicht benötigen, können Sie zudem im BIOS den zugehörigen USB-3.0-Controller abschalten, um ein wenig zu sparen.

Die richtigen Tools

Mit dem praktischen Programm Brazos Tweaker können Sie Prozessortakt und Spannungen ändern. Sie finden einen Link zum Download des Tools unter www.pcgameshardware.de/go/01-12. Für die Last-Zustände „P0“ (höchste Werte für Takt und Spannung), „P1“ und „P2“ stehen jeweils eigene Registerkarten zur Verfügung. Im Test brachte es nur wenig, die Spannung im P2-Modus zu senken, ein geringerer Wert bei P0 lohnt sich bei hoher Auslastung allerdings sehr – und die wird bereits beim Aufrufen einer Webseite erreicht. Mit dem Standardtakt von 1,6 GHz konnten wir die Spannung stabil von 1,3 auf 1,15 Volt senken und so 2,6 Watt sparen. Unsere Empfehlung: Wenn Sie den Teiler (Eintrag: „Mult“) von 2,0 auf 2,25 steigern, läuft die CPU mit 1.422 statt 1.600 MHz; dafür reichen aber bereits 1,0625 Volt. Damit ist das System immer noch schnell genug für HD-Videos und beim Arbeiten merken Sie nur einen geringen Unterschied, die Leistungsaufnahme fällt aber um fast fünf Watt, wie der Benchmark unten zeigt. So erreicht das System selbst unter Volllast nur extrem niedrige 17,8 Watt. (dm)

Sinnvolle Ergänzungen

Mit einem externen DVD- oder Blu-ray-Laufwerk lässt sich ebenfalls Strom sparen. Zudem sollte der Monitor ebenfalls sparsam sein.

Ein optisches Laufwerk braucht permanent Strom. Daher lohnt sich beim Stromspar-PC ein externes USB-Modell, das Sie nur anschließen, wenn Sie es brauchen. Unsere Tipps: Das DVD-Laufwerk Samsung SE-S084 (30 Euro) oder der BD-Brenner Liteon ESEU206 (100 Euro). Ein sehr sparsamer und guter Monitor ist der Iiyama ProLite E2473HDS (170 Euro) – wir haben 23 Watt gemessen.

USB-Blu-ray-Brenner: Liteon ESEU206



LED-Monitor: Iiyama ProLite E2473HDS (23,6 Zoll)



Tuning-Schritte: Netzteil und Undervolting wichtig

Gemessen mit „Watts Up? Pro“



Volllast (Prime 95) Leerlauf (Windows-Desktop)

System: E-350, MSI E350IA-E45, 4.096 MiByte DDR3-1066-RAM (9-9-9-27, 2T); Windows 7 x64, Catalyst 11.10
Bemerkungen: Das Pico-Netzteil ist hier wesentlich effizienter als das übliche 80-Plus-Bronze-Modell. Per Underclocking und Undervolting fällt die Leistungsaufnahme nur bei Volllast – die kommt aber häufig zum Einsatz.

Leistung gegen Stromverbrauch: UV lohnt sich

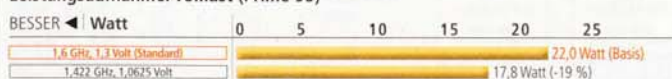
Leistung: 7-Zip, 2 Threads, Wörterbuchgröße: 32 MByte



Leistung: Cinebench R11.5



Leistungsaufnahme: Volllast (Prime 95)



Siehe Benchmark

System: E-350, MSI E350IA-E45, 4.096 MiByte DDR3-1066-RAM (9-9-9-27, 2T); Windows 7 x64, Catalyst 11.10
Bemerkungen: Dank der leichten Untertaktung um 178 MHz ist das System sieben bis zwölf Prozent langsamer. Damit lässt sich aber die Spannung deutlich senken und der Stromverbrauch fällt um deutliche 19 Prozent.

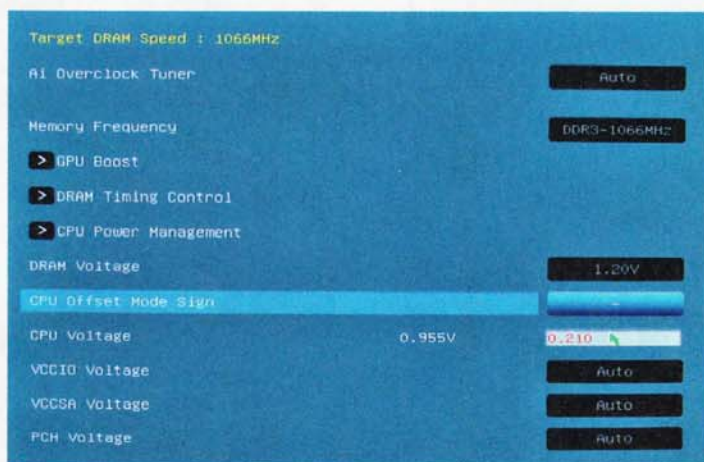


Komponenten: Günstiger Stromspar-Spiele-PC

Komponente	Name	Ca.-Preis
CPU	Intel Core i3-2100	€ 95,-
Mainboard	Asus P8H61-I (Mini-ITX)	€ 70,-
Grafikkarte	Sapphire HD 6670 Ultimate	€ 75,-
RAM	Avexir Green Series, 4 GByte (DDR3-1333)	€ 25,-
SSD	Crucial m4 (64 GByte)	€ 90,-
Netzteil	Be Quiet Straight Power E8 (400 Watt)	€ 50,-
Gehäuse	Beliebig	€ 30,-
Gesamtpreis		€ 435,-

Komponenten: Der optimale Stromspar-Spiele-PC

Komponente	Name	Ca.-Preis
CPU	Intel Core i3-2100	€ 95,-
Mainboard	Asus P8H61-I (Mini-ITX)	€ 70,-
Grafikkarte	Gigabyte HD 6850 (GV-R685D5-1GD)	€ 140,-
RAM	Avexir Green Series, 4 GByte (DDR3-1333)	€ 25,-
SSD	Crucial m4 (64 GByte)	€ 90,-
Netzteil	Super Flower Golden Silent Platinum Fanless (500 W)	€ 130,-
Gehäuse	Lian-Li PC-Q11 Black (Mini-ITX)	€ 70,-
Gesamtpreis		€ 620,-



Mit diesen UEFI-Einstellungen (und auf 2,8 GHz gesenktem Takt) lief unser Testsystem ohne HTT am effizientesten – 43,9 Watt beim Surfen und 58,1 Watt mit Prime 95.

Der sparsame Spiele-PC

Ist ein spieletauglicher PC mit unter 100 Watt Lastverbrauch möglich?

In diesem Teil des Artikels gibt es neben dem reinen Stromspar-Aspekt noch eine zusätzliche Herausforderung: Der PC soll spieletauglich werden. Selbstverständlich wird es uns nicht gelingen, eine übertaktete High-End-Schleuder zum Stromspargenie umzufunktionieren. Stattdessen konzentrieren wir uns auf Bauteile mit von vornherein gutem Fps-pro-Watt-Verhältnis und geben Tuning-Tipps, um die Ausbeute zu optimieren.

Achtung: Obwohl wir in diesem Artikel Spannungen senken, anstatt sie anzuheben, stellt dies ebenfalls einen Betrieb außerhalb der Spezifikationen dar. Beachten Sie daher, dass Sie sowohl die Garantie aufs Spiel setzen als auch die Sicherheit Ihrer Daten gefährden können – ein Backup ist daher Pflicht. Zudem können, ähnlich wie beim Übertakten, die erzielbaren Werte bei einzelnen Komponenten deutlich von unseren Resultaten abweichen.

Da es uns nicht ums allerletzte Watt geht, benötigen wir für diesen PC kein spezielles Pico-Netzteil und sind folglich auch nicht zwingend an ein bestimmtes Gehäuse gebunden. Aufgrund der generellen Sparsamkeit unseres PCs sind die Anforderungen an die Belüftung eher sekundär, sodass Ihnen hier nahezu die gesamte Palette an PC-Behausungen zur Auswahl steht – vom Edel-Desktop bis zur Resteverwertung aus Altbeständen. Zur PC-Größe und den verwendeten Komponenten passend ist das kompakte Lian-Li PC-Q11 für circa 70 Euro eine gute Wahl.

Hauptplatine und Netzteil

Ein Spiele-PC profitiert nur wenig von USB 3.0, SATA 6Gb/s oder WLAN – einigen ist gar der Netzwerkanschluss nur zur Aktivierung von Windows und der Spiele wichtig. Wir haben uns für diesen Test daher entschieden, auf diese „luxuriösen“ Ausstattungsmerkmale zu verzichten, und verwenden ein Mainboard mit dem H61-Chip, genauer: das rund 70 Euro teure P8H61-I von Asus. Der USB-3.0-Zusatzchip von Asmedia ist abschaltbar (das haben wir im UEFI/BIOS erledigt) und wir können die CPU-Spannung in feinen Stufen anheben

oder – in unserem Falle wichtiger – absenken. Auch den Netzwerkchip haben wir bei der Messung der Leistungsaufnahme deaktiviert.

Den Speicher reduzierten wir auf das absolute Minimum und beschränken uns auf ein 4 GiByte großes DDR3-1333-Modul mit den entspannten Timings von 9-9-9-24 2T bei DDR3-1066. Der Single-Channel-Betrieb mindert zwar minimal die Leistung der CPU, spart aber gleichzeitig Strom. Die Spannung unseres Low-Voltage-RAMs senken wir von 1,35 auf 1,2 Volt. Wie auf den vorigen Seiten vertrauen wir einer 64 GByte großen Crucial-m4-SSD als Datenspeicher, die im (stromsparenden) SATA-3Gb/s-Modus läuft; da der H61-Chip den 6Gb/s-Modus nicht beherrscht.

Das Netzteil ist von entscheidender Bedeutung, denn der Unterschied zwischen einem hervorragenden Wirkungsgrad oberhalb der 90-Prozent-Marke und einem (alten) Billig-Modell im mittleren Siebziger-Bereich macht hier etliche wertvolle Watt aus und selbst in der modernen Oberklasse gibt es noch deutliche Unterschiede. Wir haben unsere Tests daher sowohl mit dem guten und günstigen Be Quiet Straight Power E8 (400 Watt, 80-Plus-Bronze) als auch einem Super-Flower Golden Silent Fanless mit 500 Watt, einem 80-Plus-Platin-Netzteil, durchgeführt. Letzteres sparte dabei die entscheidenden Watt, um die selbst gesetzte Grenze von 100 Watt einzuhalten, kostet mit rund 125 Euro aber auch mehr als das Doppelte des Be-Quiet-Modells für 50 Euro – entscheiden Sie selbst, wieviel Ihnen die gesparten 3 bis 4 Watt wert sind.

Kernmonster vs. IPC-König

Allgemein sind Vierkernprozessoren zurzeit der Stand der Dinge und aufgrund einer Reihe von Programmen, welche die vielen Rechenkerne ansprechen können, auch die insgesamt sinnvollste Wahl. Doch viele Spiele wie das beliebte *Starcraft 2* nutzen immer noch nicht mehr als zwei CPU-Kerne. Daher bieten sich, unter dem Energie-Aspekt betrachtet, besonders die Zweikerner aus Intels Sandy-Bridge-Baureihe an, da sie über



eine hohe IPC-Rate verfügen, also viele Instruktionen pro Takt verarbeiten, und andererseits einen hohen Grundtakt jenseits der 3 GHz aufweisen. Zusätzlich bieten sie mit Intels Hyperthreading-Technik die Möglichkeit, zwei Threads pro Kern laufen zu lassen. Damit kommen sie zwar nicht an echte Vierkernprozessoren heran, haben aber mehr Potenzial als ohne Hyperthreading (HTT). Im Anno 1404-Benchmark bringen die zwei zusätzlichen logischen Kerne im Test bis zu 27 Prozent mehr Fps.

Wir haben uns für einen Core i3-2100 mit einer TDP von 65 Watt und gegen die Stromsparversion i3-2120T entschieden, obwohl diese nur 35 Watt TDP aufweist. Wir versuchen unser Glück lieber mit dem manuellen Absenken der Spannung (Undervolting, UV) – und haben den Vorteil, die CPU bei Bedarf später auch mit 3.100 MHz takten zu können, sollte die Leistung nötig werden. Das Mainboard bietet eine sogenannte Offset-Spannung, die den Vorteil hat, nicht mit den Stromsparmechanismen zu kollidieren, indem eine konstante Kennlinie erzwungen wird. Stattdessen wird ein im UEFI/BIOS einstellbarer, konstanter Wert von der durch die CPU angeforderten Spannung abgezogen (oder wahlweise hinzuaddiert). Unser Exemplar arbeitet mit einem Abzug von 0,17 Volt bei Standardtakt stabil, bei dem von uns gewählten Takt von 2,8 GHz können wir gar 0,21 Volt abziehen. Der rund 95 Euro teuren Boxed-Version der CPU liegt ein absolut ausreichender Kühler bei, der dank gesenkter Spannung und durch die Lüftersteuerung der Hauptplatine geregelt im unhörbar leisen Bereich arbeitet.

Pixel schleudern

Entscheidend für die Spieletaughlichkeit in ansprechender Detailstufe ist die Wahl der Grafikkarte. Generell sind Radeon-Modelle sparsamer als vergleichbar schnelle Geforce-Karten, sodass wir uns hier – anders als bei den CPUs – auf die AMD-Modellpalette beschränken. Während der Einsatz auf unserem Basis-System bis zu einer HD 6670 unproblematisch ist, erfordert alles darüber Hinausgehende einige Feineinstellungen. Unsere erste Wahl, die Powercolor HD 6850 SCS3, fiel leider aus, da sich mit aktuellen Tools wie Sapphires Trixx und MSIs Afterburner hier keine

Veränderung an der GPU-Spannung erreichen ließ. Auch die Xfx HD 6850 Black Edition schied aus diesem Grunde aus. Glück hatten wir schließlich bei der Gigabyte HD 6850 mit Windforce-Kühler für rund 140 Euro. Hier konnten wir mit MSIs Afterburner-Tool die Spannung senken. Um unser Ziel, 100 Watt im Spielbetrieb, zu erreichen, benötigen wir eine Absenkung auf 0,975 Volt unter Last. Der Standardtakt ist damit leider nicht stabil zu erreichen, sodass wir uns auf 675 von 775 MHz GPU-Takt beschränken. Ebenfalls zugunsten der Leistungsaufnahme schrauben wir den Speichertakt auf 1.500 von 2.000 MHz zurück – da die HD-6800-Reihe über eine 256 Bit breite Speicherschnittstelle verfügt, bleibt so trotzdem noch ausreichend Übertragungsrate für ein flüssiges Spielgeschehen übrig. Doch wir waren noch nicht am Ende angekommen, denn zwar lag das Mittel unserer Spiele-Messungen unterhalb von 100 Watt, das Messgerät Watts Up? Pro registrierte jedoch noch Spitzenausschläge von bis zu 120 Watt.

Software-Tricks

PCGH-Leser wissen: Die hohen Fps in Auswahlmenüs von Spielen kosten viel Strom – oftmals sogar mehr als das eigentliche Geschehen im Spiel selbst. Der einfachste Trick ist hier, die vertikale Synchronisation zu aktivieren. Hierdurch wird die Fps-Rate bei normalen 60-Hz-Flachbildschirmen auf eben diese 60 Bilder pro Sekunde begrenzt. Dieser Kniff hat jedoch einen Nachteil: Kann das System im Spiel die 60 Fps nicht konstant halten, sinkt die Bildrate ohne Triple-Buffering schrittweise auf ganzzahlige Teiler des Monitorrefreschs – von 60 auf 30, dann auf 20, auf 15 und so fort. Viele Spieler nutzen die vertikale Synchronisation sowieso, da durch sie ein „Zerreißen“ des Bildes in der Mitte, das sogenannte Tearing, verhindert wird. (dm/cs)

Fazit

Der 100-Watt-Spiele-PC

Obwohl wir in unseren Tests die 100-Watt-Grenze unterschreiten, können einzelne Spielszenen durchaus höhere Lasten erzeugen – ein 100-Watt-PC ist also keine Garantie. Jedoch zeigt unser Bauvorschlag die Möglichkeiten auf, den Stromverbrauch durch Tuning und geschickte Komponentenauswahl zu optimieren.

Powercolor HD 6850 SCS3



Sapphire HD 6670 Ultimate



Geht Stille vor Sparsamkeit, greifen Sie zur HD 6850 SCS3 von Powercolor (Vorsicht: kein Undervolting!), ist Spiele-Power zweitrangig, zur Sapphire HD 6670 Ultimate.

Leistungsaufnahme im Detail

	HD-2000-IGP Standard-Einst. (Pico-Netzteil)	HD 6670 Standard-Einst. (Pico-Netzteil)	HD 6850 (UC, UV)	HD 6850 (UC, UV, Hyperthr. aus, Vsync. an)
Leerlauf	16,5 Watt	29,2 Watt	40,3 Watt	40,3 Watt
Internet (Flash)	20,1 Watt	34,7 Watt	43,9 Watt	43,9 Watt
Cinebench 11.5	38,5 Watt	53,8 Watt	62,4 Watt	56,4 Watt
Anno 1404*	Nicht ermittelt	94 Watt	87 Watt	83 Watt
Anno 1404**	Nicht ermittelt	95 Watt	89 Watt	85 Watt
Crysis Warhead*	Nicht ermittelt	91 Watt	104 Watt	90 Watt
Crysis Warhead**	Nicht ermittelt	93 Watt	107 Watt	96 Watt

* 1.366 x 768 Pixel ** 1.680 x 1.050 Pixel
Anno: max. Details; Crysis Warhead: Gamer

Bronze- vs. Platin-Netzteil: Geringer Unterschied

Darstellung der PCGH-Homepage mit Flash-Werbung

BESSER < Watt	0	10	20	30	40	50
Superflower Golden Silent Plat. Fanl. (500 W)						43,9 (Basis)
Be Quiet Straight Power E8 (400 W)						46,8 (+7 %)

Anno 1404 (1.680 x 1.050): Spielt. „Große Stadt“, max. Det., 4x MSA/16:1 AF

BESSER < Watt	0	20	40	60	80	100
Superflower Golden Silent Plat. Fanl. (500 W)						92,9 (Basis)
Be Quiet Straight Power E8 (400 W)						95,3 (+3 %)

4x MSA/
16:1 AF im Spiel

System: C13-2100 (2,8 GHz, HTT aus, Offset -0,21v), H61, 4 GiB DDR3-1066 (1,2v), HD 6850 (675/1.500 MHz, 0,975v); Windows 7 x64 SP1, Cat. 11.10 WHQL. **Bemerkungen:** Das teure Platin-Netzteil liegt nur wenig vorn.

Hyperthreading an/aus: Bis zu 21 Prozent Verlust

1.366 x 768: Crysis Warhead, Spielstand „From Hell's Heart“, DX10, Gamer-Details

BESSER > Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50
Hyperthreading an						44,8 (Basis)
Hyperthreading aus						42,9 (-4 %)

1.680 x 1.050: Crysis Warhead, Spielst. „From Hell's Heart“, DX10, Gamer-Details

BESSER > Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50
Hyperthreading an						32,6 (Basis)
Hyperthreading aus						32,5 (-0 %)

1.366 x 768: Anno 1404, Spielstand „Große Stadt“, DX10, maximale Details

BESSER > Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50
Hyperthreading an						29,1 (Basis)
Hyperthreading aus						22,9 (-21 %)

1.680 x 1.050: Anno 1404, Spielstand „Große Stadt“, DX10, maximale Details

BESSER > Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50
Hyperthreading an						23,7 (Basis)
Hyperthreading aus						20,5 (-14 %)

Minimum-Fps 4x MSA/ 16:1 AF

System: C13-2100 (2,8 GHz, Offset -0,21v), H61, 4 GiB DDR3-1066 (1,2v), HD 6850 (675/1.500 MHz, 0,975v); Windows 7 x64 SP1, Cat. 11.10 WHQL. **Bemerkungen:** Hyperthreading bringt in Anno deutliche Vorteile.

Grafikkarten

Grafikkarten, VGA-Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte



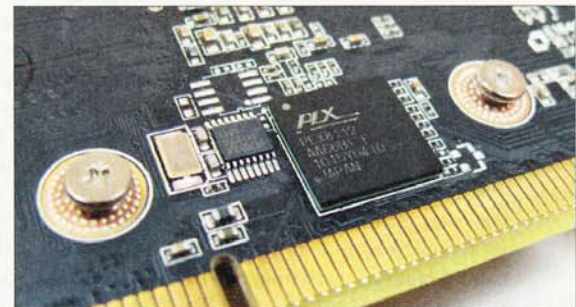
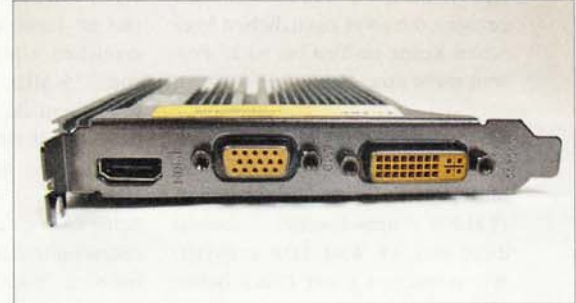
Carsten Spille
Fachbereich Grafikkarten
E-Mail: cs@pcgh.de

Kommentar

„Ich bin dann mal weg“ – wenn aus Multi-GPU plötzlich ein Einzelkämpfer wird.

In der Hoffnung, dass die Fps-Counter in Spielen wieder höhere Werte anzeigen, greifen Fps-Fetischisten des Öfteren zu einer zweiten Grafikkarte, wenn die erste nicht mehr reicht. Dass (und warum!) diese Zahlen bei mehreren GPUs nur bedingt aussagekräftig sind, haben wir in der PC Games Hardware schon häufig thematisiert. Besonders wichtig ist auch ein vorhandenes Treiberprofil – und daran schrauben Nvidia und AMD häufig auch noch nach Erscheinen neuer Spiele, um die Performance weiter zu verbessern. Doch zuletzt sah ich in den Release Notes von AMD-Treiberprofilen („CAP“) oder Performance-Treibern öfters die Bemerkung: „Disable Crossfire Support“...

Das muss man sich mal auf der Zunge zergehen lassen: Premium-Kunden, die sogar mehrere gleiche Grafikkarten für denselben Rechner kaufen, wird per Update ganz einfach 50 Prozent ihrer Investition abgeschaltet. Natürlich wird niemand gezwungen, so ein Update zu installieren, aber andererseits möchte man doch gern die aktuellen Profile für neue Spiele haben; böse Zwischmühle. Für Single-GPU-Anwender hat AMD hingegen zuletzt mehr und mehr an Treiberqualität zugelegt. Die früher oft beobachteten Probleme mit einem nicht mehr (de-)installierbaren CCC sind in der Redaktion schon seit Monaten nicht mehr aufgetreten. In diesem Sinne hoffe ich, dass AMD-Grafikkarten der nächsten Generation auch als Einzel-GPUs wieder stark genug werden, um nicht nur mit den traditionell größeren Nvidia-Chips mithalten zu können, sondern sie vielleicht auch zu schlagen!



Test: Zotac GeForce GT 430 PCI

DX11 und Blu-ray-Wiedergabe mit einem antiquierten PC? Zotacs GeForce GT 430 für den PCI-Steckplatz macht's möglich – oder doch nicht?

Die GeForce GT 430 für den altherwürdigen PCI-Steckplatz ermöglicht das Spielen unter Direct X 11 und den Genuss einer Blu-ray, davon haben wir uns im Test mit *The Dark Knight* und *World of Warcraft* überzeugt. Während der Film völlig problemlos mit Power DVD in Full-HD abgespielt wurde, verlangt *WoW* nach einer kräftigen Detailreduktion. In 1.280 x 720 mit einer Mischung aus niedrigen und mittleren Details sowie einer Prise AA und AF sind 30 Fps jedoch kein Problem. Vor allem große Sichtweiten, ergo Polygonmengen machen dem engen PCI-Bus zu schaffen, andere Spiele wie *Duke Nukem Forever* oder *Dragon*

Age 2 laufen selbst in niedrigsten Einstellungen nur knapp im zweistelligen Fps-Bereich. Die Signale des nativen PCI-E-2.0-Grafikchips – ein GF108 mit 96 Shader-Workern und 700 MHz Kerntakt – werden mithilfe eines „Dolmetscher“-Chips PCI-gerecht übersetzt. Die GPU-Kühlung wird von einem rund 1,5 Zentimeter flachen Aluminiumprofil sichergestellt, das vollkommen ausreicht, um die Karte beim Spielen unter 70 Grad Celsius zu halten. Ein Stromstecker ist nicht nötig, die Platine wird über den Slot gespeist. Apropos: Im 3D-Betrieb limitiert die mickrige PCI-Transferrate von 133 MByte/s natürlich zu jeder Zeit – arbeitet eine PCI-Soundkarte daneben, müssen sich die Geräte selbst darum streiten. Dennoch: Für Besitzer alter Rechner ohne PCI-E- oder AGP-Steckplatz ist die 50-Euro-Karte ein interessantes Ticket ins 21. Jahrhundert. (rv)

CASEKING.de
präsentiert:

Alpenföhn Peter Orange Wing Boost Edition

- überragende Kühlleistung durch 12 High-End-Heatpipes
- maximale Oberfläche durch 84 gelötete Aluminiumlamellen
- perfektes Finish aller Oberflächen durch S.S.N.P. (Shiny Silver Nickel Plating)
- zwei orangene 120mm Wing Boost-Lüfter inklusive



Alpenföhn

EXKLUSIV bei Caseking
Jetzt nur **79,90**

Preise in Euro, inkl. 19% MwSt.,

exkl. Versandkosten. Änderungen vorbehalten. www.caseking.de

GTX 570 mit 4-LCD-Support

Triple-Monitor-Gaming mit nur einer GeForce: Der Hersteller KFA² ermöglicht mit Zusatzchips, was bislang Radeon-Grafikkarten vorbehalten ist.

Für GeForce-Besitzer gilt: Wer mehr als zwei Monitore parallel betreiben möchte, benötigt eine zweite Grafikkarte – alternativ eine aktuelle Radeon. KFA², der europäische Auftritt des Herstellers Galaxy, bietet mit der GTX 570 MDT X4 eine interessante Alternative: Die GTX 570 MDT X4 verfügt über vier DVI-Ausgänge und kann damit ebenso viele Monitore ansteuern. 2D-Anwendungen sollen auf allen vier Bildschirmen in Full-HD ausgegeben werden können, Spiele laufen indes „nur“ auf drei Displays. Statt über die DVI-Ports kann das Bildsignal auch nur über deren drei und einen Mini-HDMI-Ausgang wandern. Als Bonbon verfügt die Karte über ein komplett renoviertes Platinen- und Kühlungsdesign sowie eine werkseitige Übertaktung auf 800/1.600/1.900 MHz (Nvidia-Referenz: 732/1.464/1.900). Der Erscheinungstermin und eine Preisempfehlung waren bei Redaktionsschluss noch offen.

(rv/bg)



Bild: Galaxy/KFA²

Intels strahlender Ritter

Larrabee reloaded: Intels Many-Integrated-Core-Architektur geht im dritten Quartal 2012 an den Start. „Knights Corner“ soll 1 Tera-FLOPS erreichen.

Lange Zeit hat Intel mit den Many Integrated Cores (MIC) experimentiert, nun hat der Prozessorgigant mit „Knights Corner“ das erste marktreife Produkt vorgestellt. Intel plant, der Konkurrenz aus den Häusern Nvidia und AMD im High-Performance-Computing-Markt (HPC) Anteile streitig zu machen. Knights Corner wurde vor einigen Monaten fertiggestellt und erreicht bei DGEMM, also Matrixmultiplikation in doppelter Genauigkeit, 1 TFLOPS. Das ist ein beachtliches Ergebnis und schneller als Nvidias Fermi- und AMDs Firestream-Grafikkarten. Zum Vergleich: 1997 brauchte es dafür noch 9.680 Pentium-Pro-Prozessoren im ASCI RED.

Knights Corner wird vermutlich mit einer Strukturweite von 22 Nanometern und 3D-Transistoren („Trigate“) gefertigt. Ein Chip wird mehr als 50 Kerne in sich vereinen, eine genaue Zahl fehlt – vermutlich sind es 64 Cores inklusive Verwaltung. Laut Intel sind die Chips voll kompatibel zur x86-Architektur. Der Plan ist offenbar, Knights Corner im gleichen Zeitraum auf den Markt zu bringen wie Nvidia seine Kepler-Generation für HPC, also im dritten Quartal 2012. Kepler, Fermis designierter Nachfolger, soll 1,3 TFLOPS bei DGEMM erreichen. Jedoch reagieren GPUs empfindlicher auf die Größe der Matrix: Intel demonstrierte, dass Knights-Corner-MICs eine deutlich konstantere Performance erreichen.

Die Knights-Corner-Steckkarten werden laut Intel zwei Steckplätze belegen und 512 Bit breite Vektoreinheiten aufweisen. Ob PCI-Express 2.0 oder bereits der neue Standard 3.0 zum Einsatz kommt, ist offen. (al/rv)

PCGH-Leistungsindex Single-GPU

ACHTUNG: Wir haben das Testsystem umgestellt (s. PCGH 08/2011, Seite 52 ff.). Weitere Karten nehmen wir sukzessive in den Leistungsindex auf.

BESSER ► | Normierte Leistung

Geforce GTX 580 (1.536 MiB)	Preis: € 390,- (-10 €)	100 %
1.680 x 1.050: 78 - 38 - 79 - 58 - 64 - 41 - 48 1.920 x 1.080: 70 - 33 - 72 - 51 - 53 - 37 - 45 2.560 x 1.600: 40 - 19 - 45 - 31 - 32 - 22 - 33		
Radeon HD 6970 (2.048 MiB)	Preis: € 280,- (+/-0 €)	89,1 %
1.680 x 1.050: 70 - 37 - 71 - 53 - 66 - 35 - 32 1.920 x 1.080: 61 - 33 - 64 - 47 - 58 - 31 - 29 2.560 x 1.600: 36 - 20 - 41 - 28 - 35 - 17 - 21		
Geforce GTX 570 (1.280 MiB)	Preis: € 270,- (+10 €)	85,6 %
1.680 x 1.050: 67 - 33 - 70 - 51 - 51 - 35 - 42 1.920 x 1.080: 59 - 29 - 64 - 46 - 41 - 31 - 40 2.560 x 1.600: 33 - 17 - 41 - 28 - 24 - 18 - 27		
Geforce GTX 480 (1.536 MiB)	Preis: € 320,- (+50 €)	84,1 %
1.680 x 1.050: 70 - 31 - 63 - 49 - 51 - 36 - 44 1.920 x 1.080: 61 - 27 - 57 - 44 - 42 - 32 - 42 2.560 x 1.600: 34 - 16 - 35 - 26 - 24 - 18 - 29		
Gef. GTX 560 Ti-448 (1.280 MiB)	Preis: € 250,- (+/-0 €)	82,2 %
1.680 x 1.050: 64 - 32 - 67 - 50 - 48 - 34 - 41 1.920 x 1.080: 57 - 28 - 61 - 44 - 39 - 30 - 39 2.560 x 1.600: 32 - 16 - 39 - 27 - 23 - 17 - 26		
Radeon HD 6950 (1.024 MiB)	Preis: € 190,- (+/-0 €)	78,7 %
1.680 x 1.050: 64 - 33 - 57 - 47 - 61 - 32 - 28 1.920 x 1.080: 57 - 30 - 52 - 42 - 53 - 28 - 26 2.560 x 1.600: 34 - 15 - 33 - 25 - 32 - 15 - 16		
Radeon HD 6950 (2.048 MiB)	Preis: € 220,- (+/-0 €)	78,2 %
1.680 x 1.050: 61 - 33 - 58 - 46 - 80 - 31 - 28 1.920 x 1.080: 54 - 30 - 52 - 41 - 52 - 28 - 26 2.560 x 1.600: 32 - 17 - 34 - 25 - 31 - 15 - 16		
Radeon HD 5870 (1.024 MiB)	Preis: € 280,- (+50 €)	76,9 %
1.680 x 1.050: 62 - 33 - 60 - 46 - 60 - 27 - 29 1.920 x 1.080: 55 - 29 - 55 - 41 - 53 - 24 - 27 2.560 x 1.600: 33 - 16 - 35 - 24 - 31 - 12 - 16		
Geforce GTX 560 Ti (1.024 MiB)	Preis: € 180,- (+/-0 €)	72,2 %
1.680 x 1.050: 56 - 29 - 61 - 39 - 45 - 28 - 40 1.920 x 1.080: 50 - 26 - 55 - 34 - 37 - 25 - 40 2.560 x 1.600: 28 - 13 - 36 - 20 - 21 - 15 - 23		
Geforce GTX 470 (1.280 MiB)	Preis: € 200,- (+20 €)	67,1 %
1.680 x 1.050: 54 - 25 - 51 - 40 - 40 - 28 - 38 1.920 x 1.080: 48 - 22 - 46 - 35 - 33 - 25 - 35 2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 21 - 19 - 14 - 22		
Geforce GTX 560 (1.024 MiB)	Preis: € 140,- (-10 €)	65,2 %
1.680 x 1.050: 51 - 25 - 54 - 33 - 42 - 26 - 40 1.920 x 1.080: 45 - 22 - 49 - 29 - 35 - 22 - 36 2.560 x 1.600: 24 - 11 - 30 - 16 - 19 - 13 - 23		
Radeon HD 6870 (1.024 MiB)	Preis: € 140,- (+/-0 €)	64,7 %
1.680 x 1.050: 53 - 28 - 49 - 36 - 50 - 27 - 25 1.920 x 1.080: 46 - 25 - 45 - 32 - 44 - 24 - 23 2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 11 - 13		
Geforce GTX 460 (1.024 MiB)	Preis: € 120,- (-10 €)	55,0 %
1.680 x 1.050: 45 - 22 - 46 - 29 - 36 - 21 - 33 1.920 x 1.080: 41 - 19 - 41 - 25 - 30 - 19 - 29 2.560 x 1.600: 21 - 10 - 25 - 14 - 16 - 11 - 19		
Radeon HD 6850 (1.024 MiB)	Preis: € 120,- (+/-0 €)	54,7 %
1.680 x 1.050: 47 - 23 - 40 - 29 - 41 - 23 - 23 1.920 x 1.080: 42 - 21 - 36 - 25 - 36 - 21 - 21 2.560 x 1.600: 24 - 11 - 22 - 15 - 21 - 11 - 12		
Radeon HD 6790 (1.024 MiB)	Preis: € 105,- (-5 €)	44,3 %
1.680 x 1.050: 35 - 20 - 35 - 25 - 34 - 20 - 15 1.920 x 1.080: 32 - 17 - 32 - 22 - 29 - 17 - 13 2.560 x 1.600: 19 - 10 - 19 - 13 - 17 - 9 - 5		
Geforce GTX 550 Ti (1.024 MiB)	Preis: € 90,- (-10 €)	42,5 %
1.680 x 1.050: 35 - 16 - 36 - 22 - 28 - 16 - 28 1.920 x 1.080: 31 - 14 - 33 - 19 - 23 - 14 - 26 2.560 x 1.600: 17 - 8 - 20 - 10 - 12 - 7 - 14		
Radeon HD 6770/5770 (1 GiB)	Preis: € 80,- (+/-0 €)	40,8 %
1.680 x 1.050: 33 - 18 - 34 - 24 - 33 - 16 - 14 1.920 x 1.080: 29 - 16 - 31 - 21 - 28 - 14 - 12 2.560 x 1.600: 17 - 9 - 19 - 12 - 17 - 7 - 5		
Geforce GTS 450 (1.024 MiB)	Preis: € 70,- (+/-0 €)	34,3 %
1.680 x 1.050: 27 - 14 - 31 - 18 - 23 - 13 - 19 1.920 x 1.080: 23 - 12 - 28 - 16 - 19 - 12 - 17 2.560 x 1.600: 13 - 7 - 17 - 8 - 10 - 6 - 10		

Legende: Preisveränderung im Vergleich zum Vormonat in Klammern; Indexbalken: Prozent im Vergleich zur schnellsten Karte; Durchschnitts-Fps mit 4x MSAA (außer: Battlefield BC2: 8x MSAA, Mass Effect 2: Super-sampling-AA, Metro 2033: Analytical-AA)/max. AF in 1.680 x 1.050, 1.920 x 1.080 und 2.560 x 1.600

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P8P67, 4 GiB DDR3-1600 (8-8-8-24-2T), Win7 x64 SP1, Cat 11.8/GF 280.26

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



Intel Knights Corner: Unter dem großen Heatspreader sitzen mutmaßlich mehr als 50 Rechenkerne. Mit diesem MIC-Chip will Intel im Q3 2012 den HPC-Markt aufmischen.



Bild: MEV, Adbox

AA: Alle Modi in Wort und Bild erklärt, Leistungshunger und Voraussetzungen

Anti-Aliasing-Durchblick

MSAA, SGSSAA, EQAA, FXAA, SRAA, Downfilter: Sie verstehen nur Bahnhof? Damit sind Sie nicht allein. Auf den folgenden Seiten klären wir über die Vor- und Nachteile aktueller AA-Modi auf.

Früher war vieles einfacher – aber nicht besser! Die ersten polygonbasierten Spiele Anfang der 90er-Jahre hatten andere Probleme als fehlendes Anti-Aliasing: Wo nur ein paar Hundert Vielecke pro Bild auftauchen, gibt es auch wenige Kanten, die man glätten müsste. Erst um die Jahrtausendwende hatten Spiele ein Grafikniveau erreicht, das eine genauere Berechnung lohnenswert machte. 3dfx, der Wegbereiter beschleunigter 3D-Grafik am PC, stellte im Jahr 2000 erstmals hochwertige Bildglättung in den Vordergrund: Sparse Grid Supersampling-AA

(SGSSAA). Doch die Wahrnehmung der Spieler war damals noch nicht so weit, Anti-Aliasing galt als Effekt, der das Bild unscharf macht – und zudem viel Leistung kostet. Mit 3dfx verschwand auch SGSSAA von der Bildfläche und der Siegeszug des Multisamplings (MSAA) begann. Doch genug der Historie, erst folgt die Theorie!

Rasterizing: Probleme ...

Da die komplette Geschichte der 3D-Grafik Bücher füllt, beschränken wir uns an dieser Stelle auf eine vereinfachte Darstellung mit Pra-

xisfokus. Die Basis allen Wissens ist die Tatsache, dass jedes aktuelle Spiel auf Rastergrafik basiert. Dabei werden die ursprünglichen Vektorgrafiken „rasterisiert“, das heißt durch einzelne Bildpunkte (picture

elements = Pixel) dargestellt. Da deren Anzahl limitiert ist, geht dieser Schritt mit Informationsverlust einher: Wird ein filigranes Objekt mit zu wenigen Pixeln abgetastet („gesampelt“), bleiben Feinheiten auf der Strecke, die sich nicht rekonstruieren lassen. Besonders fatal ist dies in Bewegung, beispielsweise wenn Sie in *Battlefield 3* an einem Zaun vorbeirutschen. Der Draht ist in Entfernung feiner als ein Pixel, also ein Aliasing-Ernstfall. Nun gilt: Entweder liegt das Drahtstück in der Mitte des Pixels – dann wird es dargestellt – oder eben nicht, dann

Bonusmaterial



Heft-DVD: 11-Minuten-Video zu Kantenglättung: Theorie und Praxis in Wort und Bild; PDF-Artikel, Tools

www.pcgh.de/go/01-12



fehlt das Stück vor Ihren Augen. Das Kernproblem ist, dass mehrere Texel um einen einzigen Darstellungsplatz als Pixel kämpfen. In Bewegung resultiert dies in einem unschönen Abwechslungsspiel, bei dem die Feinheiten des Zauns wild durchs Bild flimmern. Ähnliches gilt bei der Darstellung von Vegetation (etwa in *Crysis*) oder Texturen und Pixel-Shadern, bei denen die Entwickler Abtastregeln missachten. Ebenfalls der endlichen Auflösung (Gesamtheit der Pixel) geschuldet ist der berüchtigte Treppeneffekt: Es ist unmöglich, Schrägen mithilfe eines Pixelrasters darzustellen, ohne dass Abstufungen sichtbar sind – rechte Winkel hingegen liegen oft genau auf dem Raster.

... und Lösungsversuche

Treppchenbildung ist unnatürlich – die Realität wird schließlich mithilfe einer unendlichen Auflösung dargestellt. „Dann erhöhen wir einfach die Anzahl der Pixel“, werden Sie jetzt denken. Richtig, mehr Bildpunkte, also eine feinere Abtastung, hilft gegen Alias-Effekte. Spielen Sie in 1.920 x 1.080 (Full-HD), wird die Grundinformation gegenüber 1.280 x 720 mit mehr als doppelt so vielen Pixeln wiedergegeben. Das ist fein, denn Sie bekommen mehr Details und gemindertem Aliasing zu Gesicht. 2.560 x 1.600 legt gegenüber Full-HD nochmals um Faktor 2 zu. Dieses Spiel ist nicht zielführend, da keine Endkunden-Monitore mit einer noch höheren Auflösung existieren und der Rechenaufwand linear mit der Pixelzahl zunimmt. Was also tun?

Supersampling(-AA)

Wenn sich die Anzahl der Pixel nicht weiter steigern lässt, muss während des Renderings die Abtastung pro Pixel erhöht werden. Genau das passiert beim Supersampling (super = über/mehr): Jeder Bildpunkt wird an verschiedenen Stellen mehrfach erfasst und die Über-Information vor der Ausgabe an den Monitor verrechnet. Letzteren Vorgang, bei dem ein Tiefpassfilter (Downfilter) angewandt wird, nennt man im Fachjargon „Downsampling“. An dessen Ende entstehen Farbzwischenstufen, ein gewollter Effekt, den Sie als Anti-Aliasing kennen. Beim Supersampling passiert dies mit jedem Bildpunkt, es entsteht eine Vollbildglättung – Full-Scene-AA (FSAA). Ob die Anzahl der Pixel verdoppelt oder pro Pixel die doppelte Samplezahl genommen wird,

spielt für den Rechenaufwand theoretisch keine Rolle, die enormen Leistungskosten bleiben folglich. Der Lohn für die Mühe: Supersampling-AA mit gestreutem Abtastmuster (SGSSAA – siehe Tabelle) ist nach wie vor das hochwertigste AA-Verfahren.

Multisampling(-AA)

Die Überlegung hinter Multisampling (multi = mehrfach): Warum sollten wir das komplette Bild x-fach berechnen, wenn wir nur Kanten glätten wollen? Gesagt, getan: Beim MSAA werden lediglich die Pixel an Polygonkanten (Geometrie) mehrfach berechnet, um Rechenzeit zu sparen. In der Folge wurde MSAA anno 2001, als es mit Nvidias GeForce 3 debütierte, als „High-Res-AA“ beworben. Zwar war es damals aufgrund mangelnder Effizienz nicht deutlich schneller als SSAA, aber es war klar, wohin die Reise geht. Für die Texturverbesserung, zuvor vom SSAA erledigt, wurde der anisotrope Filter geboren.

Die Kombination aus MSAA und AF brachte einige Jahre hübsche Bilder. Mit dem verstärkten Aufkommen pixelbasierter Effekte und Einsparungen am AF – Dinge, die von MSAA nicht erfasst werden – wurden die Rufe nach besserem AA lauter. Erst im Herbst 2009, neun Jahre nach dem Ende von 3dfx, wurde deren Idee im Retail-Markt wiederbelebt: AMD startete mit der HD-5000-Serie die Renaissance des SGSSAAs, Nvidia folgte (inoffiziell). Doch es zogen neue Wolken auf ...

Post-Processing-AA

Die mittlerweile sehr beliebten Deferred-Renderer sind – zumindest unter DX9 und auf den DX9-Konsolen – praktisch inkompatibel zu MSAA. Sie werden dennoch genutzt, um aufwendige Szenen mit zahlreichen Lichtquellen effizient zu berechnen. Supersampling ist nach wie vor möglich, wird jedoch aufgrund der Rechenkosten gemieden. Um das Bild dennoch zu glätten, sprossen in jüngster Vergangenheit einige neue Verfahren aus dem Boden. FXAA, MLAA und Konsorten glätten das Bild erst nach der fertigen Berechnung, weshalb sie als Aufsatz fungieren können, wenig Leistung kosten und in immer mehr Spielen auch angeboten werden. Qualitativ ist „echtes“ AA besser. Mehr dazu im Anschluss. ▶

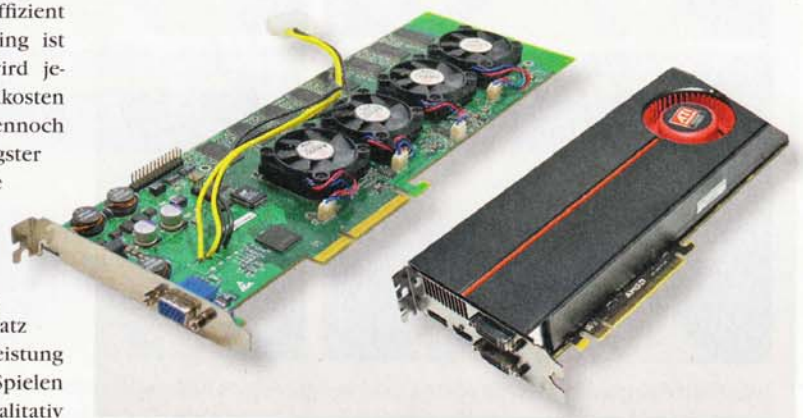
Kürzel-Wahnsinn aufgeschlüsselt

Kürzel	Bedeutung	Merkmale/Funktion
FSAA	Full-Screen/Scene-Anti-Aliasing	Allgemeiner Begriff für Vollbild-Anti-Aliasing
SSAA	Super-Sampling-Anti-Aliasing	Überbegriff für mehrfaches Sampling aller Pixel
OGSSAA	Ordered Grid Super-Sampling-AA	SSAA mit geordnetem Abtastmuster
SGSSAA	Sparse Grid Super-Sampling-AA	SSAA mit gestreutem Abtastmuster
MSAA	Multi-Sampling-Anti-Aliasing	Überbegriff für mehrfaches Sampling von Polygonkantenpixeln
SGMSAA	Sparse Grid Multi-Sampling-AA	MSAA mit gestreutem Muster – der Standard seit Jahren
TMSAA	Transparency Multi-Sampling-AA	Nvidias MSAA für transparente Texturen
TSSAA	Transparency Super-Sampling-AA	Nvidias SSAA für transparente Texturen
AAA	Adaptive Anti-Aliasing	AMDs adaptives AA für transparente Texturen
CSAA	Coverage Sample Anti-Aliasing	Nvidias Erweiterung von MSAA
EQAA	Enhanced-Quality Anti-Aliasing	AMDs Erweiterung von MSAA (erst seit der HD-6900-Reihe verfügbar)
CFAA	Custom Filter Anti-Aliasing	AMDs verbesserte Downfilter für glattere Bilder; fungiert als „Aufsatz“ für MSAA oder SSAA (verfügbar ab HD 2000)
MLAA	Morphological Anti-Aliasing	AMDs Post-Processing-AA im Catalyst-Treiber
FXAA	Fast Approximate Anti-Aliasing	Günstiges, kontrastbasiertes Post-Process-AA
SRAA	Subpixel Reconstruction AA	Fortschrittliches Post-AA, derzeit in Entwicklung
EER	Edge-Equivalent Resolution	Qualitätsmerkmal von FSAA (mehr = besser)

Spiele mit integriertem Post-Processing-AA

Spiel	AA-Methode (spielintern)
Age of Conan	FXAA, lässt sich im Spiel mit MSAA kombinieren
Battlefield 3	FXAA, lässt sich im Spiel mit MSAA kombinieren
Call of Juarez: BiB	Edge-AA (vergleichbar mit FXAA)
Crysis & Warhead	Edge-AA (plus MSAA)
Crysis 2	FXAA, standardmäßig an MSAA gekoppelt
Dead Space 2	Edge-AA (vergleichbar mit FXAA)
Deus Ex: Human Revolution	FXAA, MLAA oder MSAA
Duke Nukem Forever	FXAA (ausschließlich)
FEAR 3	FXAA (alternativ MSAA; nicht parallel nutzbar)
GTA 4 mit Icenhancer-Mod	FXAA (Originalspiel ohne Mod bietet nur einen Blur-Filter)
Hard Reset	FXAA (alternativ MSAA; nicht parallel nutzbar)
Metro 2033	Analytical AA (wie MLAA; alternativ MSAA, nicht parallel nutzbar)
Need for Speed: The Run	FXAA (parallel mit MSAA)
Serious Sam 3 BFE	FXAA, lässt sich im Spiel mit MSAA oder SSAA kombinieren
Tropico 4	FXAA (ausschließlich)
Two Worlds 2	Edge-AA (alternativ MSAA)

Kommende Spiele	AA-Methode (spielintern)
Metro: Last Light	Vermutlich Analytical AA (alternativ MSAA)
Prey 2	FXAA (vermutlich alternativ MSAA)



Brüder im Geiste: 3dfx' Voodoo 5 6000 (2000; links) bot erstmals 8x SGSSAA, AMDs Radeon HD 5870 (2009) brachte das Feature offiziell in den Massenmarkt.

Multisampling und seine Erweiterungen

Seit 2001 beherrschen Grafikkarten Multisample-AA (MSAA). Was kann dieses Verfahren und was nicht? Wie lässt es sich aktivieren und aufwerten?

Beim Multisampling-Anti-Aliasing handelt es sich um eine Sparversion von Supersampling: Nicht jedes Pixel wird mehrfach gesampelt, sondern nur jene, die an Polygonkanten liegen. MSAA hat in dieser Form schon eine Dekade auf dem Buckel: Im Frühling 2001 mit Nvidias Geforce 3 eingeführt, erfuhr es im Laufe der Jahre nicht nur Erweiterungen von vier auf acht Samples pro Pixel, sondern auch zahlreiche Effizienzsteigerungen und Aufsätze. Welche das sind, welche Grafikkarten sie beherrschen und wie die Leistung dabei ausfällt, klären wir im Folgenden.

Multisample-AA (MSAA)

Reines Multisample-AA gehört seit vielen Jahren zum Standardreertoire jeder AMD- und Nvidia-Grafikkarte. Besitzer eines aktuellen Modells, egal ob Radeon oder Geforce, dürfen zwischen 2x, 4x und 8x MSAA wählen. In jedem Fall werden die Geometriepixel mit einem gestreuten Muster (Sparse Grid) abgetastet, womit die bestmögliche Glättung pro Sample erreicht wird. Bei einem Forward-Renderer (fast

alle Spiele) ist MSAA sehr günstig zu haben: 2x lohnt sich kaum, da 4x doppelt so gut glättet und normalerweise nur wenige Prozente mehr Leistung kostet. 8x MSAA senkt die Bildrate ausgehend von 1x AA um 20 bis 25 Prozent. Bei einem Deferred Renderer mit MSAA-Support (Unreal Engine 3, Frostbite-Engine und weitere) kann bereits 4x MSAA zwischen 30 und 50 Prozent kosten – etwa in *Battlefield 3*. Ist der Videospeicher Ihrer Grafikkarte knapp bemessen, sollten Sie auf 8x MSAA verzichten: 4x schaufelt im Vergleich bis zu 300 MiByte frei.

Coverage-Sample-AA (CSAA)

Seit fünf Jahren bieten Nvidias Geforce-Grafikkarten eine Erweiterung der Multisample-Modi: Coverage-Sampling-AA (CSAA). Hierbei werden Multisamples mit zusätzlichen Coverage-Samples dazwischen aufgewertet. Ein Beispiel: 8x CSAA basiert auf 4x MS und ergänzt es um 4x CS, sodass insgesamt acht Samples die Polygonglättung übernehmen. Falls Sie sich nun fragen, was dieser Modus angesichts „echten“ 8x Multisamplings soll,

hier die Erklärung: Die C-Samples stellen vergünstigte Multisamples dar (die wiederum verbilligte Supersamples sind). Während beim Multisampling jedem Farb- und Tiefenwert ein Coverage-Sample zugewiesen und gespeichert wird, fehlt bei den zusätzlichen C-Samples die Color-/Z-Information. Das bedeutet: Die Extra-Coverage-Muster benötigen wenig Speicherplatz und verstopfen nur kleine Teile auf der Datenautobahn zwischen Grafikkarte und Videospeicher.

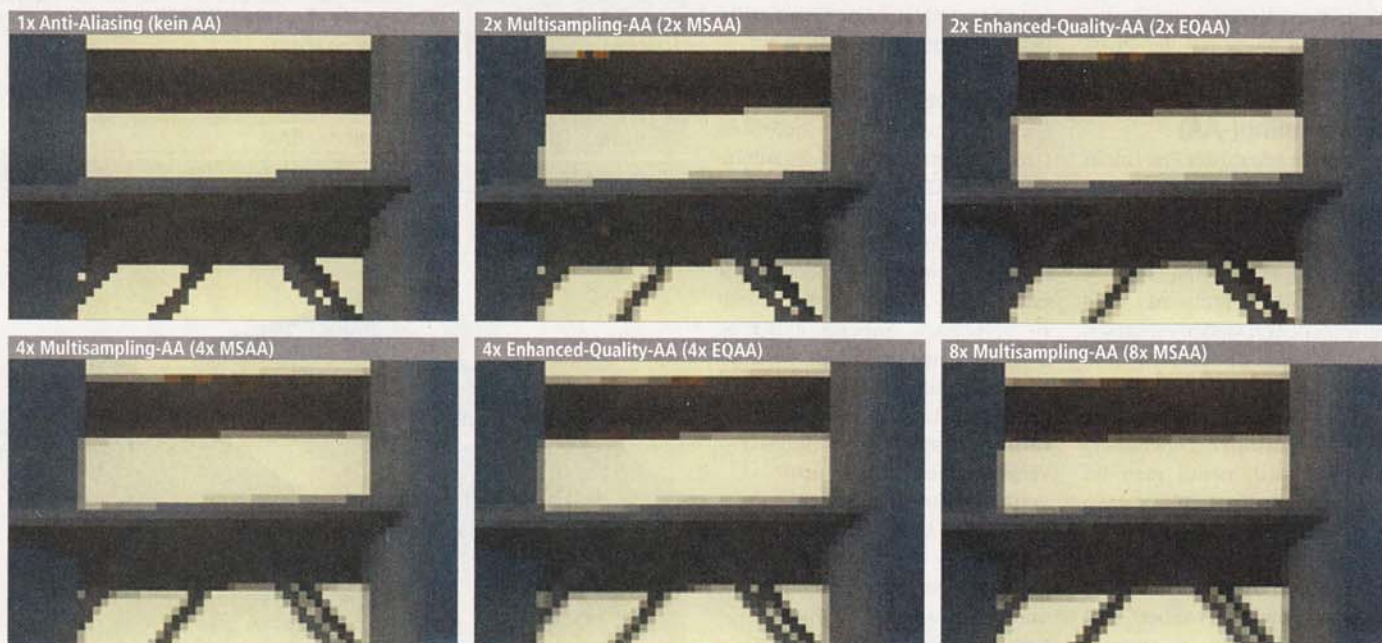
Nvidia implementierte CSAA mit dem Wissen, dass vollwertiges MSAA mit acht Samples pro Pixel auf der Geforce 8 (bis 200) gegenüber 4x MSAA einen großen Fps-Einbruch zur Folge hat, wohingegen CSAA günstig zu haben ist. Auch ermöglicht CSAA Sample-Mengen, die mit reinem MSAA bislang unerreichbar sind: 16x CSAA nutzt 4x MS als Anlaufstelle und versammelt satte 12 C-Samples dazwischen; das seit Fermi (Geforce 400/500) implementierte 32x CSAA wertet 8x MSAA mit 24 weiteren Coverage-Samples auf.

Natürlich hat diese „Optimierung“ einen Haken: Da bei den C-Samples kein Tiefenwert vorliegt, werden Bildteile, die darauf basieren, nur durch die Multisamples geglättet. Das klassische Beispiel sind Schablonenschatten (Stencil Shadows), wie sie beispielsweise in *Quake 4*, *Doom 3* und *Fear* genutzt werden.

CSAA: „Geheim“-Tipp

Wie Sie den Benchmarks auf der übernächsten Artikelseite entnehmen, wird CSAA zu Unrecht meist verschmäht. Die Modi 8x und 16x CSAA liefern in aktuellen Spielen eine zu MSAA gleichwertige Glättung und kosten dabei weniger als 8x MSAA. Bietet ein Spiel nur Multisampling, dann hilft entweder ein Override oder eine Erweiterung des eingestellten Modus per Grafiktreiber („Anwendungseinstellungen erweitern“ im Control-Panel). Das funktioniert laut unseren Tests sowohl unter Open GL als auch DX9. Da der Treiber unter DX10/11 nicht mehr das letzte Wort hat, ist eine Erweiterung hier nicht möglich – das Spiel muss CSAA selbst anfordern (was u. a. *Crysis* kann). ▶

Bildvergleich: MSAA gegen EQAA (vergleichbar mit CSAA)



Einfache Abtastung pro Pixel (1x Anti-Aliasing, sprich kein AA) zeigt die Pixeltreppen in Reinform. Zweifache Multisample-Glättung fügt an Polygonkanten eine Farb-Zwischenstufe hinzu, 4x MSAA deren zwei und 8x MSAA (bestenfalls) vier. Sowohl AMDs EQAA als auch Nvidias CSAA (nicht abgebildet) ergänzen die MSAA-Modi. 2x EQAA (= 2 MS- und 2 EQ-Samples) erreicht fast die Qualität von 4x MSAA – und kostet etwas weniger Leistung. Allerdings glätten CSAA und EQAA einige Winkel lückenhaft – wir raten zu MSAA.

Enhanced-Quality-AA (EQAA)

AMDs Grafiksparte Ati beharrte lange Zeit auf 8x Multisample-AA als Maximum. Cayman, die GPU der Radeon-HD-6900-Grafikkarten, beherrscht erstmals ein mit CSAA vergleichbares Verfahren: Enhanced-Quality-AA (EQAA). AMDs Präsentation ließ zunächst auf ein Äquivalent zu Nvidias Methode schließen, bei dem MS-Modi günstig um Coverage-Samples erweitert werden. Das klingt plausibel und wurde uns auf Nachfrage bei AMD bestätigt, unsere Praxistests ergeben jedoch, dass die Enhanced-Samples – im Gegensatz zu den Coverage-Samples bei Nvidia – auch auf Stencil-Objekte einwirken. Auch die Leistungskosten sprechen dafür, dass AMD etwas anders macht als Nvidia.

EQAA aktivieren Sie im Catalyst Control Center, Spiele bieten bislang keine Abfrage für das Verfahren. Die Bezeichnung der EQ-Modi, erkennbar an – Überraschung – dem „EQ“ hinter der Ziffer, ist etwas irreführend: Aktivieren Sie 2x EQAA, erhalten Sie zwei Multi- und zwei Enhanced-Samples – also einen Modus, der mit 4x MSAA vergleichbar ist. Da das optimale Abtastmuster den reinen MS-Modi vorbehalten ist, bietet Multisampling eine bessere Per-Sample-Glättung

als EQAA; die Leistungskosten sind fast gleichwertig. Das suboptimale Sample-Pattern der EQ-Modi resultiert in einer lückenhaften Glättung, es fehlen sporadisch die AA-typischen Zwischenstufen. Damit bleibt die Existenz der kleinen EQ-Modi fragwürdig. Einzig der Modus 8x EQ kann sinnvoll sein: Da hier 8 Multi- und weitere 8 EQ-Muster vorliegen, wird das Bild ähnlich zu 16x MSAA geglättet.

Custom-Downfilter: Effizienz vs. Sample-Keule

Die Information mehrerer Samples pro Pixel muss vor der Ausgabe vermischt werden, sonst gibt's kein geglättetes Bild. Üblicherweise wird dazu ein Box-Downfilter verwendet, der (pro Pixel) einen Farbmittelwert aus seinen direkt umliegenden Nachbarpixeln ermittelt. Das ist für übliche Sample-Mengen bis 4x ausreichend, darüber hinaus kann ein präziserer Downfilter hübschere Bilder erzeugen. Radeon-Nutzer dürfen den Filter auswählen: Neben Box (bei GeForce-Karten immer aktiv) stehen bis zur HD-5000-Reihe drei Custom-Downfilter zur Verfügung; auf einer HD 6000 nur noch Edge-Detect. Allen CFAA-Modi ist gemein, dass sie bei aktiver Kantenglättung die Infos weiter umliegender Pixel mit verrechnen und daher stärker glätten.

Radeon HD 6970: AA-Skalierung

CoD: Black Ops (Steam), max. Detail, Spielstand „Der Überläufer“

BESSER ► Bilder pro Sekunde	0	FLUSSIG SPIELBAR 50	100	150
1x AA (kein Anti-Aliasing)				140,8 (Basis)
2x SGMSSAA (2x Multisampling-AA)				137,4 (-2 %)
2x EQAA (2x Enhanced-Quality-AA)				136,0 (-3 %)
4x SGMSSAA (4x Multisampling-AA)				135,3 (-4 %)
8x SGMSSAA (8x Multisampling-AA)				131,3 (-7 %)
4x EQAA (4x Enhanced-Quality-AA)				130,7 (-7 %)
8x EQAA (8x Enhanced-Quality-AA)				118,5 (-16 %)
8x SGMSSAA + Adaptive-AA (AAA)				111,4 (-21 %)
2x SSSSAA (2x Supersampling-AA)				110,5 (-22 %)
2x EQAA zu SSSSAA aufgewertet				109,0 (-23 %)
Morphologische Filterung (MLAA)				99,8 (-29 %)
12x Edge-Detect-CFAA (4x MSAA + ED-Filter)				88,5 (-37 %)
24x Edge-Detect-CFAA (8x MSAA + ED-Filter)				81,5 (-42 %)
4x SSSSAA (4x Supersampling-AA)				80,8 (-43 %)
4x EQAA zu SSSSAA aufgewertet				78,5 (-44 %)
8x SSSSAA (8x Supersampling-AA)				51,0 (-64 %)
8x EQAA zu SSSSAA aufgewertet				42,6 (-70 %)
8x SSSSAA + Edge-Detect-Downfilter				41,9 (-70 %)
8x EQAA + Edge-Downfilter (24x EQ-CFAA)				41,0 (-71 %)
8x EQAA + SSSSAA + Edge-Downfilter (24x EQ-SSAA)				29,2 (-79 %)

Minimum-Fps 1.920 x 1.080, 16:1 AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 11.10 WHQL
Bemerkungen: Reines MSAA ist in einem aktuellen Call of Duty (auch Modern Warfare 3) sehr günstig. Sobald das MSAA mit Super-/Enhanced-Samples und einem besseren Downfilter aufgewertet wird, purzeln die Fps.

Nur Edge-Detect (ED) gelingt das in Kombination mit MSAA ohne Unschärfe. Mehr dazu unten.

Transparenz-AA

Blattwerk, Zäune und andere Feinheiten flimmern, obwohl Sie im Spiel das bestmögliche AA eingeschaltet haben? Diese Objekte werden oft aus Texturen modelliert, die von MSAA nicht bearbeitet werden. Wenn Vollbild-Supersamp-

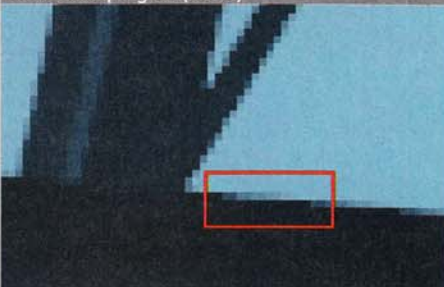
ling (siehe nächster Abschnitt) zu leistungshungrig ist, aktivieren Sie Adaptive-AA (Radeon) oder Transparenz-AA (GeForce). Dieses wirkt nur auf Alphatests. Nvidia-Besitzer dürfen die Anzahl der Supersamples auswählen. Übrigens: Obwohl beide Hersteller Transparenz-MSAA anbieten, funktioniert das nur in den seltensten Fällen – Transparenz-SSAA (TSSAA) respektive AAA hingegen fast immer. ►

Bildvergleich: Transparenz-AA und Custom-Downfilter

Alphatest-Textur ohne Transparenz-AA



8x Multisampling-AA (MSAA)



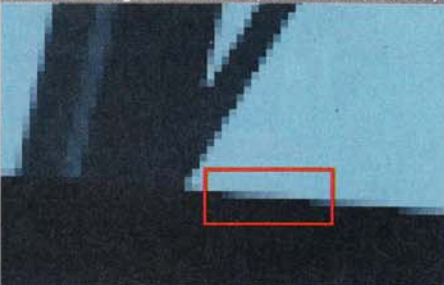
32x CSAA (GeForce): 32 Kantensamples mit Boxfilter



Alphatest-Textur mit 8x Transparenz-SSAA



8x MSAA + Edge-Detect-Filter (24x ED-CFAA; Radeon)



8x MS + Edge-Detect (Radeon): 8 Samples + ED-Filter



Vegetation, Zäune und andere Feinheiten werden in Spielen oft mithilfe von Alphatests dargestellt. Da es sich um Texturen handelt, greift hier kein MSAA. Transparenz-AA (linke Bilder) glättet diese Objekte günstiger als Vollbild-SSAA. Die nur auf Radeon-Karten verfügbaren Edel-Downfilter hingegen sorgen dafür, dass die Sample-Übergänge weich ineinander übergehen. Auf diese Weise kann schon 8x MSAA/SSAA „perfekt“ aussehen und selbst Nvidias 32 Kantensamples (bei 32x CSAA) mit Box-Filter qualitativ ausstechen.



Super- und Downsampling: Die Allheilmittel?

Anspruchsvolle Spieler feiern Supersample-AA (SSAA) als den „Heiligen Gral“ der Bildqualität. Doch der Preis dafür ist hoch.

Wir erinnern uns: Bei Supersampling handelt es sich um die mehrfache Berechnung aller Pixel, wodurch eine Vollbildglättung entsteht. Der Preis für die bestmögliche Bildbearbeitung ist ein großer Leistungshunger. Wir geben einen Überblick.

Maskenball: OG vs. SGSSAA

Spätestens an dieser Stelle ist eine Anmerkung zur AA-Sample-Anordnung, den Masken, nötig. Ohne zu tief in die Theorie zurückzufallen: Beim Sampling eines Pixels ist es wichtig, möglichst viele Winkel zu erfassen und einen optimalen Abstand zwischen den Subpixeln zu erzielen. Beim Ordered Grid (OG, geordnete Maske), einer geraden Abtastung ohne Streuung, werden Schrägen nicht optimal erfasst, allerdings kommt die Regelmäßigkeit dieses OG-Supersamplings (OGSSAA) der Texturruhe zugute.

Beim Sparse Grid (SG, gestreute Maske) liegen die Samples auf den ersten Blick „unordentlich“ auf dem Pixel, bringen in der Gesamtheit aller Bildpunkte aber eine bessere Qualität. Man spricht hierbei von der „Edge-equivalent resolution“, EER. 4x SGSSAA erzielt bei (theoretisch) identischer Rechenleistung also ein glatteres Bild als 4x OGSSAA – mit einer kaum sichtbaren Ausnahme: OGSSAA berechnet minimal ruhigere Texturen.

Sparse Grid SSAA (Radeon)

Besitzer einer Radeon-Grafikkarte ab der HD-5000/6000-Serie dürfen im Catalyst Control Center (CCC) vom standardmäßigen Multi- auf Supersampling-AA (SGSSAA) wechseln. Praktisch: Fordert ein Spiel Kantenglättung an und Sie haben im CCC Supersampling aktiviert, wandelt es der Treiber automatisch in SSAA um. Ein weiterer Vorteil der Radeon-Implementierung ist, dass das Textur-LOD, der Detailgrad, automatisch dem feineren Sampling angepasst wird. So werden die Texturen dank des Supersamplings nicht nur ruhiger, sondern es steigt auch der Anisotropie-Grad. Neben den hohen Leistungskosten – 2x SSAA kostet in der Praxis bis zu 30 Prozent der Fps, also so viel wie 8x MSAA – gibt es einen weiteren Haken: Das Radeon-SSAA funktioniert nur unter DX9 und älter, unter DX10+ und Open GL ist nur MSAA/EQAA/CFAA möglich. Das PCGH-Downsampling-Tool (exklusiv auf DVD) hilft unter DX10/11.

Apropos Custom-Filter: Probieren Sie unbedingt 8x SGSSAA in Kombination mit Narrow-Tent (HD 5000) oder Edge-Detect aus – eine bessere Glättung ist kaum möglich. Hintergrund: Die Custom-Filter arbeiten erst in Kombination mit SSAA so, wie sie sollen. Bei MSAA extrapolieren die Filter Informationen, die nicht vorhanden sind, was

in einem glatten, aber unscharfen Bild resultiert. Erst mit SSAA wird echte Super-Information vermengt.

Sparse Grid SSAA (Geforce)

Auch Geforce-Karten bieten SGSSAA, mit mehreren Unterschieden gegenüber den Radeon-Chips. Erstens ist das Nvidia-SSAA kein offizielles Feature im Treiberpanel, zur Aktivierung benötigen Sie entweder das Geforce SSAA Tool oder den Nvidia Inspector (beide auf DVD). Zweitens adjustiert der Geforce-Treiber das Textur-LOD nicht mit steigender Supersample-Zahl. Dies kommt zwar der Bildruhe zugute – jedes Pixel wird oversampled (überabgetastet) –, schluckt aber Details. Der dritte Unterschied ist die Flexibilität: Nvidia-SGSSAA läuft auch unter DX10+/Open GL und die Anzahl der S-Samples ist nicht an die der M-Samples gekoppelt. Das heißt, Sie können 8x MSAA nutzen und nur zwei oder vier Samples in SSAA transformieren. Das ist praktisch, wenn die Leistung nicht für 8x SSAA genügt, Sie aber nicht auf die Polyonglättung von 8x MSAA verzichten möchten.

Downsampling (Geforce)

Über das nur auf Geforce-Grafikkarten mögliche SSAA mithilfe selbst erstellter Auflösungen hat PCGH schon mehrfach berichtet. Das sogenannte Downsampling, das seinen Namen der Funktionsweise zu

verdanken hat, ist nichts anderes als Ordered-Grid-Supersampling. Dieses ist, wie erwähnt, pro Sample den SGSSAA-Modi unterlegen. Warum es trotzdem so beliebt ist? Weil es in absolut jedem Spiel und in jeder API funktioniert. Die Funktionsweise ist simpel: Sie erstellen eine Custom-Resolution im Geforce-Treiber und können diese anschließend auswählen. Die Spiele wissen nicht, dass Ihr Monitor diese Auflösung nicht beherrscht und bieten sie arglos an; der Treiber rechnet die hohen Auflösungen herunter (Downsampling) und Sie erhalten (OG) SSAA – auch in *GTA 4*, *Arcania*, *NFS Hot Pursuit* & Co. 2.880 x 1.620 auf einem 1.920x1.080-LCD bringt 1,5x1,5 (2,25x) OGSSAA, 3.840 x 2.160 sogar 2x2 (4x). Der Haken: Schon 2x SGSSAA kann es, sofern es funktioniert, fast mit der 2x2-OG-Glättung aufnehmen und kostet dabei deutlich weniger Fps.

Über-AA-Modi (Geforce)

Ihre Grafikkarte langweilt sich immer noch? Dann empfehlen wir Ihnen die im Nvidia Inspector verfügbaren, inoffiziellen xS-Hybridmodi (auf DX9 und Open GL beschränkt). 16xS enthält 2x2 (4x) OGSSAA plus 4x SGMSSAA, 32xS sogar 8x SGMSSAA. Transformieren Sie den MS-Anteil in SGSSAA, erhalten Sie 16x bzw. 32x reines Supersampling-AA. Obacht: Die Leistungskosten sind astronomisch (s. Benchmark)! ▶

Geforce GTX 570: AA-Skalierung

CoD: Black Ops (Steam), maximale Details, Spielstand „Der Überläufer“

BESSER ► Bilder pro Sekunde	0	40	80	120	160
1x AA (kein Anti-Aliasing)					160,0 (Basis)
2x SGSSAA (2x Multisampling-AA)					148,7 (-7 %)
4x SGSSAA (4x Multisampling-AA)					143,6 (-10 %)
8x CSAA (8x Coverage-Sampling-AA)					127,6 (-20 %)
16x CSAA (16x Coverage-Sampling-AA)					127,1 (-21 %)
8x SGSSAA (8x Multisampling-AA)					123,6 (-23 %)
2x SGSSAA (2x Supersampling-AA)					116,7 (-27 %)
8x SGMSSAA + 8x TSSAA (8x Transparenz-AA)					103,8 (-35 %)
32x CSAA (32x Coverage-Sampling-AA)					101,5 (-37 %)
1,5x1,5 Downsampling/OGSSAA (2.880 x 1.620)					97,3 (-39 %)
4x SGSSAA (4x Supersampling-AA)					74,5 (-53 %)
2x2 Downsampling/OGSSAA (3.840 x 2.160)					73,3 (-54 %)
16x CSAA aufgewertet mit 4x SGSSAA					67,9 (-58 %)
16xS (4x MSAA + 2x2 OGSSAA)					52,2 (-67 %)
8x SGSSAA (8x Supersampling-AA)					42,7 (-73 %)
32x CSAA aufgewertet mit 8x SGSSAA					39,4 (-75 %)
32xS (8x MSAA + 2x2 OGSSAA)					38,8 (-76 %)
16xS mit 4x SGSSAA aufgewertet (16x SSAA)					23,0 (-86 %)
4x4 OGSSAA (16x Ordered Grid SSAA)					17,9 (-89 %)
32xS mit 8x SGSSAA aufgewertet (32x SSAA)					11,8 (-93 %)

Minimum-Fps: 1.920 x 1.080, 16:1 AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiByte DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Geforce 285.62 WHQL
Bemerkungen: MSAA kostet schlimmstenfalls 23 Prozent der Fps, 2x SGSSAA ist etwas teurer. Effizienztyp: 16x CSAA. Die „wahnsinnigen“ Modi mit mehr als acht Supersamples sind so hübsch wie leistungshungrig.

Erstellen Sie eine Auflösung, die unter Windows momentan nicht verfügbar ist. Ihre Anzeige flimmert u. U. während des Tests einer neuen benutzerspezifischen Auflösung einige Male.

Anzeigemodus (wie von Windows zurückgegeben):

Horizontale Pixel: Vertikale Zeilen:

Bildwiederholffrequenz (Hz): Farbtiefe (bpp):

Scantyp:

Timing:

Standard:

Aktive Pixel: Horizontal Vertikal

Vordere Schwarzscheitel (Pixel):

Synchronisationsbreite (Pixel):

Gesamtzahl der Pixel:

Polarität:

Bildwiederholffrequenz: Pixeltakt:

(59.000 bis 61.000)

Downsampling: Geforce-Nutzer erstellen sich eigene Auflösungen und erhalten damit hochkompatibles Supersampling. Im Bild: nutzbare Settings mit dem Benq XL2410T.

Bildvergleich: Die heilsame Wirkung von Supersampling

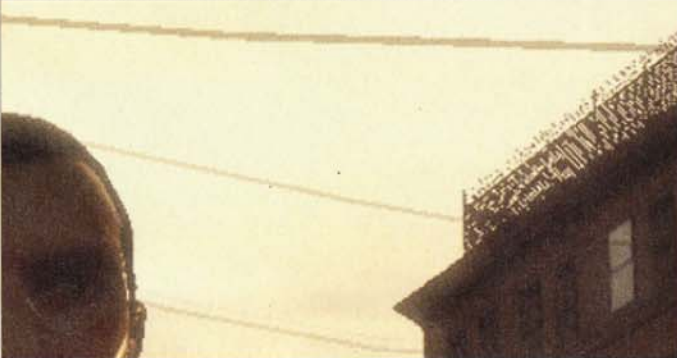
Half-Life 2: „Shader-Wasser“ mit Multisample-AA – keine Glättung, pixelig



Half-Life 2: „Shader-Wasser“ mit 8x Supersample-AA – glatt und flimmerfrei



GTA 4 Original: Keine Kantenglättung möglich, Spiel flimmert



GTA 4 mit Downsampling: Vollbild-Glättung (hier: 2x2 = 4x OGSSAA)



Da Multisampling nur die Geometrie (Polygonkanten) bearbeitet, bleibt alles Weitere unangetastet. Die Folge: In zahlreichen Spielen flimmern Texturen, Pixel-Shader oder Specular Maps. Dagegen hilft nur Supersampling, egal ob als SGSSAA per Grafiktreiber oder via Downsampling (= OGSSAA). Beim SSAA wird jedes Pixel super, das heißt mehr als nur einmal gesampelt, mit der Folge, dass das ganze Bild eine Glättung erfährt. Der Nachteil: N-faches SSAA kostet n-fache Leistung, weshalb günstige Alternativen wie FXAA entwickelt werden.

Bildvergleich: Supersampling als AF-Verbesserer

Crysis Warhead (DX9) mit MSAA: Parallax Occlusion Mapping unscharf



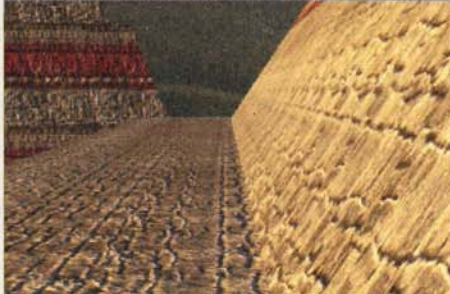
Crysis Warhead (DX9) mit 8x SGSSAA: Parallax Occlusion Mapping detailliert



Texturqualität ohne AF (rein trilineare Filterung)



Texturqualität mit 16:1 AF



Texturqualität mit 16:1 AF + 8x SSAA



Mit zunehmender Darstellungstiefe fallen unzählige Texel (texturierte Pixel) entfernter Objekte auf jedes Pixel des Monitors – ohne Gegenmaßnahmen wäre das Aliasing jenseits von Gut und Böse. MIP-Mapping, AA für Texturen, entschärft das Aliasing im wahrsten Sinne des Wortes. AF setzt hier auf und verrechnet die Texel, sodass sie auch verzerrt/ entfernt noch detailliert sind. Supersampling mit angepasstem LOD bringt ebenfalls AF: Mit 16:1 AF plus 8x SGSSAA erhalten Sie ~40:1 AF, mit 16x OGSSAA sogar 64:1 AF!

Postprocess-AA: Nachbessern statt richtig machen

Das angebrochene Jahrzehnt brachte neue, shaderbasierte AA-Modi – günstig und praktisch überall verwendbar. Wo ist der Haken?



Konsolen beherrschen den Markt, fast jedes Multi-Plattform-Spiel verkauft sich für die Wohnzimmer-Knechte besser als für PC. Das ist gut für die Entwickler und Publisher, aber schlecht für PC-Spieler. Zu allem Überfluss sind die Konsolen längst an ihrem Leistungslimit angekommen; bessere Grafik ist mittlerweile nur durch Handoptimierung und trickreiche Sparmaßnahmen möglich. Eine davon ist, althergebrachte Kantenglättung durch Postfilter zu ersetzen.

Die Entstehung von FXAA, MLAA und weiteren Post-AA-Modi ist eng mit Speichermangel auf Konsolen und dem Deferred-Rendering verzahnt. Letzteres Verfahren erlaubt dank seiner hohen Effizienz auch auf schwachbrüstiger (Konsolen-) Hardware hübsche Grafik und wird daher immer öfter verwendet. Unglücklicherweise kollidiert seine Funktionsweise mit MSAA – zumindest auf der breiten DX9-Basis. SSAA ist auch mit einem Deferred-Renderer möglich, wird aufgrund des Leistungshungers aber verschmäht. In der Folge entwickelte man Methoden, um die ohne AA gerenderten Szenen nachträglich aufzupolieren – Post-AA war geboren.

Post... was? Filter? Spam?

Zwar könnte man die Arbeit der Deutschen Post auch als „Post Processing“ bezeichnen, am heimischen Rechner hat dies aber nichts mit E-Mails zu tun. „Post“ stammt aus dem Lateinischen und bedeutet „nach“ – bei einem Postfilter-Effekt handelt es sich folglich um Dinge, die am Ende des eigentlichen Rendervorgangs appliziert werden. Beispiele für Post-Effekte sind Bloom (Vollbild-Überstrahlung), SSAO (Schattierung) und das Thema dieser Doppelseite: kontrastbasiertes Anti-Aliasing.

Post-AA in aktuellen Spielen

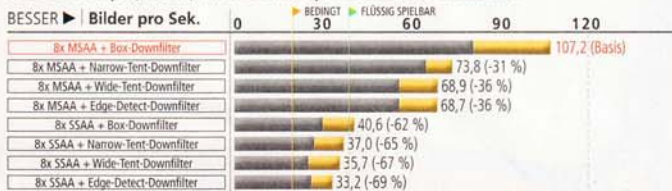
Metro 2033 bot im Frühjahr 2010 als erstes Spiel die Option auf „Analytical-AA“ (AAA), primär, um unter Direct 3D 9 irgendeine Form der Glättung bereitzustellen. Unter DX11/10 steht außerdem 4x MSAA zur Verfügung – sehr rechenaufwendig und speicherintensiv, weshalb AAA erstmals in das Bewusstsein der Spieler rückte. Mittlerweile ist es das Fast-Approximate-AA (FXAA), das, nomen est omen, dank schneller Berechnung in zahlreichen Neuerscheinungen angeboten wird. Eine Liste mit allen Post-AA-Spielen finden Sie auf Seite 2 dieses Specials.

Battlefield 3 ist der neueste und zugleich prominenteste Titel, der Ihnen die Wahl zwischen MSAA und FXAA lässt – oder beidem zusammen. Die Überlegungen sind stets

Im Unterschied zu echter Kantenglättung, die während der Kalkulation jedes einzelnen Bilds wirkt und Aliasing an der Wurzel behandelt, tritt Post-AA erst am Ende der Renderkette in Kraft. Der Zweck: Linderung der Aliasing-Beschwerden. Die Kosten: gering. Die Kompatibilität: hoch. Was nach einer Eier legenden Wollmilchsau klingt, ist nur ein Notersatz für Super- und Multisampling.

Radeon HD 5850: Custom-Filter-Skalierung

CoD: Black Ops (Steam), max. Detail, Spielstand „Der Überläufer“

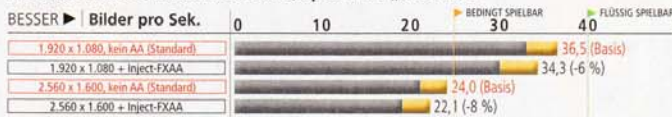


Minimum-Fps 1.920 x 1.080, 16:1 AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 11.10 WHQL
Bemerkungen: Die HD-2000- bis HD-5000-Reihe bietet drei Custom-Filter, die HD-6000er nur Edge-Detect. Allen ist gemein, dass sie mit MSAA viele Fps kosten und Unschärfe bringen; mit SSAA sind sie sinnvoller und günstiger.

FXAA: Sehr günstig zuschaltbar

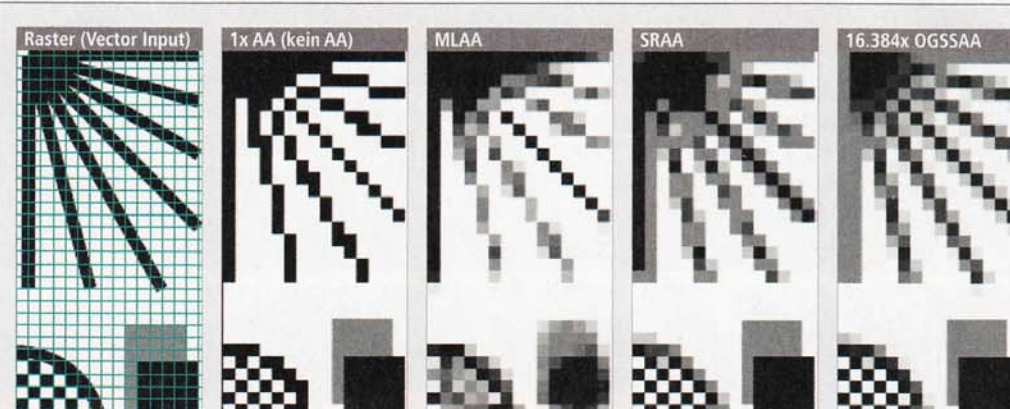
Arcania: Gothic 4, maximale Details, Spielstand „Thornia“



Minimum-Fps 16:1 AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, Geforce GTX 570, 2 x 2 GiB DDR3; Windows 7 x64 SP1, GF 285.62
Bemerkungen: Fast Approximate Anti-Aliasing ist, wie es der Name impliziert, günstig: Im Grafiklimit kostet der Postfilter nicht einmal zehn Prozent der Fps. Das gilt sowohl für spielinternes als auch „injiziertes“ FXAA.

Subpixel Reconstruction AA (SRAA) und SMAA: Wenn FXAA und MLAA nicht genug sind



FXAA und MLAA sind die bekanntesten Post-AA-Modi, da sie einfach zu integrieren sind. Die genannten Nachteile, etwa die Unschärfe über das gesamte Bild und der Mangel an Subpixel-Information, die richtige Hilfe gegen Flimmern verhindert, rufen neue Algorithmen auf den Plan. SRAA (Subpixel Reconstruction AA) und SMAA (Enhanced Subpixel Morphological Antialiasing) versuchen sich an der Rekonstruktion von Subpixel-Info. Das sieht stellenweise sehr gut aus, allerdings muss es in Spiele integriert werden – Treiber-Forcierung ist nicht möglich.



dieselben: Zwar liefert 4x MSAA gerade in Bewegung das bessere Bild, dennoch nutzen viele Spieler FXAA. Ob die Fps um 40 oder nur um 10 Prozent einbrechen, spielt auf den meisten Systemen eine große Rolle. Neben den geringen Leistungskosten spricht vor allem der Vollbild-Effekt für FXAA: Wie beim Supersampling wird das komplette Bild bearbeitet, harte und flimmerige Kontraste werden vermischt. Das sieht im Stand oft hervorragend aus, kann in Bewegung aber nur wenig gegen Aliasing auf Subpixelebene ausrichten. Die unten stehenden Bilder zeigen dieses Verhalten in der Praxis.

MLAA (Radeon)

Zum Start von Barts, dem Herz der Radeon-HD-6800-Grafikkarten, integrierte AMD eine eigene Post-AA-Methode in den Catalyst-Treiber: Morphologische Filterung, kurz MLAA. Hierbei handelt es sich um einen anderen Algorithmus als bei FXAA, eine kontrastbasierte Vollbildglättung ist aber auch hier Programm. Wie wir im Extrakasten auf der vorigen Seite ausführen, geht MLAA relativ aggressiv vor, es werden auch Objekte „geschliffen“, die es nicht unbedingt nötig hätten – aus spitzen Ecken werden mitunter Rundungen. Diese Effekte können Sie einfach nachstellen: Ak-

tivieren Sie Fraps. Der Fps-Counter wird in der Folge abgefeilte Ziffern zur Schau stellen. Bei FXAA bleibt dieser Effekt aus, obgleich es ebenfalls Unschärfe über das komplette Bild legt – eine Kanten-Erkennung (Edge-Detection) scheint noch etwas Hirnschmalz bei der Weiterentwicklung zu erfordern. MLAA bietet gegenüber FXAA einen klaren Vorteil: Es ist offiziell im Catalyst Control Center aktivierbar und lässt sich während des Spielens ein- und ausschalten. Die Leistungskosten wurden mit neueren Catalysts etwas gesenkt, nach wie vor kostet der Filter schlimmstenfalls 30 Prozent der Fps.

Das Immer-AA? Inject FXAA

Seit einigen Monaten schlummert FXAA im Geforce-Treiber, höchst inoffiziell, nur mit dem Nvidia Inspector zugänglich und auf die Open-GL-API beschränkt. Wenn Sie einen Blick auf die Nvidia-Implementierung werfen möchten, dann klicken Sie zunächst im Hauptfenster des Tools auf das Werkzeugsymbol (mittig rechts), woraufhin sich der Profileditor öffnet. Scrollen Sie nun ganz hinunter; die vorletzte Option ist das, was Sie suchen: „Toggle FXAA on or off“. 0x00000000 bedeutet „aus“, 0x00000001 „an“. Eine bessere FXAA-Methode beschreiben wir im Randkasten. (rv)

Inject FXAA: Glättung für AA-lose Spiele

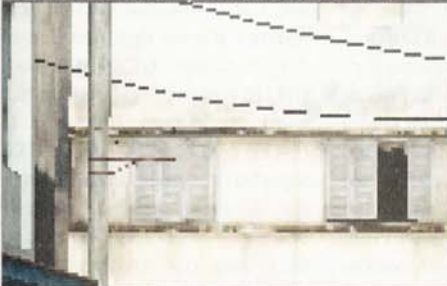
Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
data	11.10.2011 10:57	Dateiordner	
data_test_lv169	11.10.2011 10:57	Dateiordner	
redist	11.10.2011 10:58	Dateiordner	
Arcania Addon.exe	11.10.2011 10:57	Anwendung	15.267 KB
d3d9.dll	13.08.2011 21:57	Anwendungsdatei	73 KB
NiCharacter.dll	11.10.2011 10:57	Anwendungsdatei	116 KB
NiCooking.dll	11.10.2011 10:57	Anwendungsdatei	412 KB
PhysXLoader.dll	11.10.2011 10:57	Anwendungsdatei	64 KB
tbb.dll	11.10.2011 10:58	Anwendungsdatei	180 KB
vBase90.dll	11.10.2011 10:57	Anwendungsdatei	1.097 KB
Vision90.dll	11.10.2011 10:57	Anwendungsdatei	1.236 KB
Lang.efgs	11.10.2011 10:57	EFFGS-Datei	0 KB
shader.fx	04.08.2011 21:34	FX-Datei	3 KB
Fxaa3_11.h	28.07.2011 22:27	H-Datei	86 KB
Sharpen.h	04.08.2011 21:34	H-Datei	3 KB
Liesmich.txt	08.11.2011 14:00	Textdokument	3 KB
Readme.txt	08.11.2011 14:00	Textdokument	2 KB
65610_install.vdf	11.10.2011 10:57	VDF-Datei	2 KB

Da bei Weitem nicht jedes Spiel eigenes FXAA mitbringt und einige Exemplare gänzlich auf Kantenglättung verzichten, ist Ideenreichtum gefragt. An dieser Stelle kamen zwei praktische Dinge zusammen: Timothy Lottes, der Entwickler von FXAA bei Nvidia, hat seine Arbeit im Internet veröffentlicht: <http://timothylottes.blogspot.com/2011/03/nvidia-fxaa.html>. Findige Nutzer nahmen die Dateien als Basis, um FXAA in, so scheint es, jedem beliebigen Spiel zu nutzen.

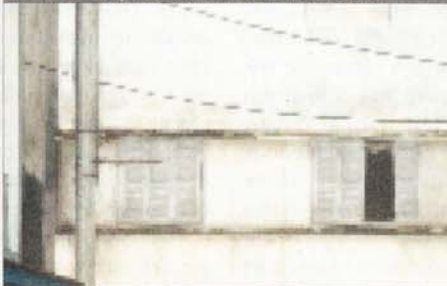
Das ist der erwähnte Vorteil von FXAA: Es lässt sich nachträglich überall anwenden. Erneut fallen die Arbeiten im 3D-Center-Forum positiv auf, hier finden Sie nicht nur verschiedene FXAA-Dateien für Direct 3D 9 und 10, sondern auch mehrere Versionen unterschiedlicher Schärfegrade. Besagte Sharpen-Einstellung dürfen Sie übrigens selbst bestimmen, indem Sie die shader.fx im Texteditor bearbeiten. Die Nutzung ist anschließend simpel: Kopieren Sie alle in den Archiven enthaltenen Dateien „neben“ die Ausführungsdatei des gewünschten Spiels (siehe Bild) und halten Sie sich bei Problemen an die Readme-Datei. Im Spiel lässt sich FXAA nun per Pause-Taste ein- und ausschalten. Mehr Informationen dazu im Bonusmaterial.

FXAA in Spielen und im Vergleich mit „echtem“ Anti-Aliasing

Kein AA: Pixelfeine Objekte verschwinden/alien



FXAA: Glättet, aber die Alias-Artefakte bleiben



4x SSAA: Feinere Abtastung vervollständigt Leitung



Arcania Original: kein AA möglich



Inject FXAA: Glättung, Kontrast leidet



GTA 4 Original: kein AA möglich



GTA 4 + Icenhancer 1.35: FXAA glättet



FXAA hat zwei Vorteile: Es funktioniert prinzipiell in jedem Spiel und kostet kaum Leistung (siehe vorige Seite). Allerdings ist es aus der Not geboren und kein vollwertiger Ersatz für „richtiges“ Anti-Aliasing, das während des Rendervorgangs – und nicht erst danach – vollzogen wird: Feine Objekte, die durch Unterabtastung flimmern oder partiell fehlen, werden mit FXAA nicht hübscher, sondern nur kontrastärmer. Erst die feinere Abtastung beim Rendern mithilfe von MSAA oder SSAA bringt hier feine Details zum Vorschein.



GeForce GTX 560 Ti 448 Cores

Nvidias „Limited Edition“ im Test

Mit einem weiteren GF110-Ableger will Nvidia die Lücke zwischen der teureren GTX 570 und der 200-Euro-Karte GTX 560 Ti schließen und gleichzeitig der günstigen HD 6950 die Stirn bieten.

Zwischen der beliebten GTX 560 Ti und der größeren Schwester Namens GTX 570 klafft nicht nur in Sachen Fps-Leistung eine größere Lücke, auch preislich ist dort ein interessanter Bereich, in dem sich AMDs Radeon HD 6950 in der 1- und 2-GiByte-Variante tummelt. Hier hinein wirft Nvidia nun ein neues Modell, welches offiziell auf den etwas sperrigen Namen „GeForce GTX 560 Ti 448 Cores“ hört – kurz „Ti-448“. Und trotzdem hat die Karte mehr mit der GTX 570 gemein als mit ihrer Namensgeberin, basiert sie doch auf demselben Chip wie die High-End-Modelle GTX 570 und 580.

„Limited Edition“

Taktraten und Speicher-Subsystem hat die Ti-448 direkt von der GTX 570 geerbt (s. Tabelle) und auch die Rechenherzen schlagen beinahe identisch, nur dass das neue Modell über eine SIMD-Einheit weniger

verfügt und somit nur 14 x 32, also 448 Shader-Einheiten übrig bleiben. Die sonstigen Merkmale wie die Aufteilung in 32er-Gruppen mit je einer Quad-TMU und das Vorhandensein von vier Triangle-Setup-Einheiten bleiben gleich – in Sachen Front-End hat die Ti-448 also Vorteile gegenüber der 560 Ti. Für (semi-) professionelle Anwender interessant: Auch die Double-Precision-Rate ist GF110-typisch auf 1/8 der Spitzenleistung beschnitten, GF114-Derivate wie die 560 Ti müssen mit 1/12 auskommen.

Die Ti-448 wird von Nvidia als Limited Edition vermarktet: Circa zwei Monate lang soll die Nachfrage durch den Vorrat an GF110-Chips mit entsprechender Spezifikation gedeckt und von den Partnern Asus, Evga, Gainward, Gigabyte, Inno3D, Palit, MSI und Zotac in Deutschland angeboten werden. Die Referenz-takte gibt Nvidia den Partnern frei,

sodass OC-Versionen eher die Regel als die Ausnahme sein dürften. Eine Vorlage für das Kartendesign fehlt, sodass von jedem Hersteller eigene Platinen zu erwarten sind – zwei davon, Gigabyte und MSI, finden Sie in der Marktübersicht auf den folgenden Seiten. Erstaunlich hoch fällt die unverbindliche Preisempfehlung von 279 Euro seitens Nvidia aus, denn in diesem Bereich hat sich der Straßenpreis der potenteren GTX 570 bereits etabliert. Wir tippen daher auf circa 240 bis 250 Euro, sobald sich der Preis eingependelt hat.

Performance-Analyse

In unserem Performance-Index (siehe S. 37) liegt die neue GTX 560 Ti 448 Cores an fünfter Stelle mit etwa fünf Prozent Vorsprung gegenüber der günstigeren Radeon HD 6950. An eine HD 6970, welche ab etwa 285 Euro zu haben ist, kommt die Ti-448 nur in Ausnahmefällen he-

ran. Die Leistungsaufnahme der getesteten Karten liegt deutlich über der normaler GTX-560-Ti-Modelle (GF114-basiert). Beispielfhaft haben wir die Benchmarks in *Dragon Age 2* (DX11) und *Crysis Warhead* (DX10) abgedruckt. In Ersterem kann sich die Ti-448 besonders deutlich von der GTX 560 Ti absetzen. Hier machen sich die Architekturvorteile gegenüber dem Mainstream-Chip GF114 bemerkbar. Auch gegen die HD 6950 schlägt sich die Ti-448 gut und liegt rund acht Prozent in Front. In *Crysis Warhead* findet sich die Ti-448 circa in der Mitte zwischen GTX 560 Ti und GTX 570 wieder – die HD 6950 ist klar schneller.

Fazit: Kleine Zielgruppe

Prinzipiell handelt es sich bei der GTX 560 Ti 448 Cores um ein gutes Produkt – Preis- und Leistungsbereich zwingen sie allerdings in einen schmalen Korridor zwischen 560 Ti, 570 und der HD 6950. (cs)



Vergleich: Technische Daten der GTX 560 Ti 448 Cores und ihrer Konkurrenten

Modell	Geforce GTX 560	Geforce GTX 560 Ti	Geforce GTX 560 Ti 448 Cores	Geforce GTX 570	Radeon HD 6870	Radeon HD 5850	Radeon HD 6950 1G
Circa-Preis (Euro)	150,-	180,-	240,- (geschätzt)	270,-	140,-	Auslaufmodell	180/220,- (1G/2G)
Codename/Fertigung	GF114/40 nm	GF114/40 nm	GF110/40 nm	GF110/40 nm	Barts XT/40 nm	Cypress Pro/40 nm	Cayman Pro/40 nm
Transistoren Grafikchip (in Millionen)	1.950	1.950	3.000	3.000	1.700	2.150	2.640
Rechenleistung GFLOPS*, 32 Bit/Single-Prec.	1.089	1.263	1.311	1.405	2.016	2.088	2.253
Rechenleistung GFLOPS*, 64 Bit/Double-Prec.	91	105	164	176	N. unterstützt	418	563
Polygondurchsatz (Mio. Dreiecke/Sekunde)	1.418	1.644	2.562	2.745	900	725	1.600
Durchsatz (Mrd. Pixel/Sekunde)	11,3	13,2	20,5	22,0	28,8	23,2	25,6
Durchsatz (Mrd. Texel/Sekunde)	45,4	52,6	41,0	43,9	50,4	52,5	70,4
Speichertransferrate (Gigabyte/Sekunde)	128,3	128,3	152,0	152,0	134,0	128,0	160,0
Takt Grafikchip/Shader (Megahertz)	810/1.620	822/1.644	732/1.464	732/1.464	900/900	725/725	800/800
Takt Grafikspeicher (Megahertz)	2.004	2.004	1.900	1.900	2.100	2.000	2.500
Anzahl SIMD-Einheiten	7	8	14	15	14	20	22
Anzahl Shader („ALUs“)	336	384	448	480	1.120	1.440	1.408
Anzahl Textureinheiten („TMUs“)	56	64	56	60	56	72	88
Anzahl Raster-Operatoren („ROPs“)	32	32	40	40	32	32	32
Speicheranbindung (parallele Bits)	256	256	320	320	256	256	256
Übliche Speichermenge (MiByte)	1.024	1.024	1.280	1.280	1.024	1.024	1.024/2.048
Leistungsaufnahme (TDP, Herstellerangabe)	150 Watt	170 Watt	210 Watt	219 Watt	151 Watt	170 Watt	200 Watt

* GFLOPS = Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde

Dragon Age 2: Geforce GTX 560 Ti-448 stark

1.680 x 1.050, Spielstand „Kirkwall“, 4xMSAA, 16:1 AF, max. Details (DX11)

Geforce GTX 570	43	51,4 (+4 %)
Geforce GTX 560 Ti 448 Core	41	49,5 (Basis)
Radeon HD 6950	40	45,7 (-8 %)
Radeon HD 5870	40	45,6 (-8 %)
Geforce GTX 560 Ti	34	38,9 (-21 %)
Radeon HD 5850	32	36,6 (-26 %)
Radeon HD 6870	32	36,4 (-26 %)
Geforce GTX 560	29	33,4 (-33 %)
Geforce GTX 460 1G	25	28,7 (-42 %)
Radeon HD 6850	24	28,5 (-42 %)
Radeon HD 5770	19	23,9 (-52 %)
Geforce GTX 550 Ti	20	22,3 (-55 %)

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

1.920 x 1.080, Spielstand „Kirkwall“, 4xMSAA, 16:1 AF, max. Details (DX11)

Geforce GTX 570	39	45,9 (+4 %)
Geforce GTX 560 Ti 448 Core	37	44,2 (Basis)
Radeon HD 6950	36	40,7 (-8 %)
Radeon HD 5870	36	40,6 (-8 %)
Geforce GTX 560 Ti	30	34,3 (-22 %)
Radeon HD 5850	29	32,7 (-26 %)
Radeon HD 6870	28	32,2 (-27 %)
Geforce GTX 560	26	29,3 (-34 %)
Geforce GTX 460 1G	22	25,3 (-43 %)
Radeon HD 6850	20	25,3 (-43 %)
Radeon HD 5770	17	21,2 (-52 %)
Geforce GTX 550 Ti	15	18,5 (-58 %)

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

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Geforce 285.88, Catalyst 11.11 WHQL **Bemerkungen:** Die Ti-448 spielt ihre Stärken aus und platziert sich knapp hinter der teureren GTX 570 und deutlich vor der normalen 560 Ti.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

Crysis Warhead: Ti-448 nur knapp vor GTX 560 Ti

1.680 x 1.050, Spielstand: „From Hell's Heart“, 4x AA, 16:1 AF, max. Det. (DX10)

Radeon HD 6950	30	33,1 (+5 %)
Geforce GTX 570	30	33,1 (+5 %)
Geforce GTX 560 Ti 448 Core	29	31,6 (Basis)
Geforce GTX 560 Ti	27	29,4 (-7 %)
Radeon HD 6870	26	28,2 (-11 %)
Radeon HD 5850	24	26,5 (-16 %)
Geforce GTX 560	22	25,1 (-21 %)
Radeon HD 6850	21	23,1 (-27 %)
Geforce GTX 460 1G	19	21,5 (-32 %)
Radeon HD 5770	16	18,0 (-43 %)
Radeon HD 4870	15	17,4 (-45 %)
Geforce GTX 260-216	15	16,6 (-47 %)

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

1.920 x 1.080, Spielstand: „From Hell's Heart“, 4x AA, 16:1 AF, max. Det. (DX10)

Radeon HD 6950	27	29,6 (+7 %)
Geforce GTX 570	26	29,0 (+5 %)
Geforce GTX 560 Ti 448 Core	25	27,6 (Basis)
Geforce GTX 560 Ti	23	25,6 (-7 %)
Radeon HD 6870	22	24,9 (-10 %)
Radeon HD 5850	21	23,5 (-15 %)
Geforce GTX 560	19	21,9 (-21 %)
Radeon HD 6850	18	20,6 (-25 %)
Geforce GTX 460 1G	17	18,6 (-33 %)
Radeon HD 5770	13	15,7 (-43 %)
Radeon HD 4870	13	15,3 (-45 %)
Geforce GTX 260-216	13	14,3 (-48 %)

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

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Geforce 285.88, Catalyst 11.11 WHQL **Bemerkungen:** Die Ti-448 liefert die zu erwartende Leistung, verdient sich aber keine besonderen Lorbeeren gegenüber der Konkurrenz.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

Seasonic

X

SERIES

1050 / 1250W

X-1050 and X-1250 are now available



11 neue Grafikkarten im Test: Herausforderer gegen Altmeister

Neue Grafikspezialisten

Der Weihnachtseinkauf steht an – kein Wunder, dass die Grafikkartenhersteller zum Jahresendspurt ein paar Neuheiten parat haben. Wir verraten, was GeForce GTX 560 Ti-448 & Co. können.

Zum vielleicht letzten Mal versammeln wir eine zweistellige Anzahl Grafikneuheiten der 40-Nanometer-Ära. Mit der GeForce GTX 560 Ti-448 haben Nvidias Partner – vermutlich nur ein paar Wochen – ein neues Angebot für Aufrüstwillige. Was zwei Vertreter dieser Gattung leisten und wie sich weitere Herausforderer gegen vorherige Testsieger schlagen, lesen Sie im Folgenden. An dieser Stelle besten Dank an den Online-Shop Caseking, welcher uns mit einer Handvoll Testmustern aushalf!

Kaufen oder warten? Hilfe!

Wer sein Weihnachtsgeld in eine Grafikkarte investieren möchte, sollte überlegt vorgehen. Besitzer einer flinken DX11-Grafikkarte vom Schlage GTX 560 Ti und HD 6970 (oder schneller) sollten das Frühjahr 2012 abwarten. Spätestens zu Ostern werden AMD und Nvidia ihre 28-Nanometer-Topmodelle auf den Markt bringen, die mutmaßlich

das Leistungsniveau aktueller Dual-Chip-Boliden erreichen. Rechnet ein betagteres (DX10-)Modell in Ihrem PC, lohnt sich eine Aufrüstung schon jetzt: Insbesondere die Radeon HD 6870 und GeForce GTX 560 (Non-Ti) tun sich mit ihrem guten Preis-Leistungs-Verhältnis hervor.

Evga GeForce GTX 580 DS Superclocked: High-End-Grafikkarte mit hohem Takt und aggressiver Belüftung. Evga führt nicht nur GeForce-Grafikkarten im Referenzdesign, sondern auch Modelle mit eigener Kühlung, erkennbar an der Endung „DS“. Die GTX 580 DS Superclocked rechnet ab Werk mit 797/1.584/2.025 MHz (+3/1 Prozent OC) und nutzt die größte Ausbaustufe des DS-Kühlers. Letzterer gefällt im Leerlauf mit einer sehr guten Lautheit von 0,4 Sone, kann unter Last aber nicht überzeugen: In *Battlefield: Bad Company* (DX11) drehen die beiden Axiallüfter mit bis zu 4.200 Umdrehungen

pro Minute. Das dabei erzeugte Surren ist hochfrequent und bezieht sich auf extrem laute 7,0 Sone. Beim Blick auf den Kühleraufbau wird klar, warum: Der reine Kühlblock ist nur knapp zwei Zentimeter hoch und wird von einer „großzügig“ dimensionierten Metallhaube (kein Kunststoff) bedeckt. Angesichts der Leistungsaufnahme von 295 Watt in Spielen hätte Evga diese Fläche besser mit Kühllamellen ausgefüllt. Etwas Potenzial ist vorhanden: Mit 70 Prozent PWM-Drehkraft lässt sich die Karte mit 5,5 Sone betreiben; bei Undervolting (1,0 V) und 60 % Drehstärke sind auch 3,6 Sone bei 80 Grad Celsius möglich. Fazit: High-End-Grafikkarte mit 3 Jahren Garantie und hochwertigem Material, aber Brüllkühlung.

Sapphire Radeon HD 6970 Dual-Fan: AMDs Cayman XT in Bestform – die leiseste HD 6970 auf dem Markt.

Viele Monate bot Asus mit der EAH6970 Direct Cu II die leiseste und kühlscheueste Radeon HD 6970, nun wurde sie entthront. Sapphires neues Dual-Fan-Kühlungsdesign unterbietet die Karte in jeder Hinsicht: Gute 71 Grad Celsius bei 1,8 Sone (Asus) stehen sehr guten 1,4 Sone bei 65 Grad (Sapphire) gegenüber – unter Spielelast. Im Leerlauf ist die Dual-Fan-Karte kaum wahrnehmbar, die beiden Axiallüfter drehen hier 1.050 Mal pro Minute und säuseln dabei mit 0,2 Sone (Asus: 0,7). Auch Sapphire erreicht diese Topwerte nicht mit einem Dual-Slot-Kühler; die 4,1 Zentimeter breite Karte belegt effektiv drei Slots im Gehäuse. Dank der kräftigen Kühlung fällt auch die Leistungsaufnahme gering aus, wir messen in *Bad Company 2* lediglich 180 Watt. An dieser Stelle bietet es sich an, den einzigen Kritikpunkt der Karte zu besiti-

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

gen: die fehlende Übertaktung ab Werk. Im OC-Test stemmt die Karte 950/3.000 MHz (+8/9 Prozent) und wird dabei nicht hörbar lauter. Mit auf 1,25 Volt erhöhter GPU-Spannung fällt die 1-GHz-Mauer bei einer Lautheit von knapp 2 Sone. Alternativ fixieren Sie die Lüfter auf 40 Prozent Drehkraft, dann erzeugt die Karte beim Spielen lediglich 0,7 Sone. Fazit: Es fällt schwer, diese Grafikkarte zu kritisieren, denn sie verkörpert AMDs Radeon HD 6970 in Bestform.

MSI N560GTX-Ti 448 Twin Frozr III Power Edition/OC: Die attraktive kleine Schwester der sehr guten N570GTX. Was die auf 448 Shader-ALUs abgespeckte GF110-GPU leistet, klären wir im Test ein paar Seiten zuvor. MSI tut das Naheliegende: Der Hersteller nimmt die sehr gute N570GTX Twin Frozr III PE/OC und bestückt sie – ansonsten unverändert – mit einem dezent übertakteten GF110-448. In logischer Konsequenz verfügt die N560GTX-Ti 448 TFIII PE/OC über dieselben Qualitäten wie die große Schwester, welche wir zum Direktvergleich in die Testtabelle gepackt haben. Der voll bestückte Kühler bedeckt alle heißen Bauteile und lässt seine beiden Lüfter leise drehen (0,4/1,8 Sone im 2D/3D) – zumindest, wenn Sie das Silence-BIOS an der Oberseite der Karte aktivieren. Das zweite BIOS, Performance, dreht deutlich kräftiger auf und ist höchstens im OC-Betrieb sinnvoll. Apropos: Ohne Spannungserhöhung steckt ein 15-prozentiges Taktpotenzial in der Karte, mit 1,1 Volt sogar 950/1.900/2.350 MHz (+30/24 ggü. Referenz). Fazit: Günstige Alternative zur GeForce GTX 570.

Gigabyte GeForce GTX 560 Ti 448 Cores Windforce: Kräftig gekühlte Oberklasse-Grafikkarte mit enormem OC-Potenzial. Die zweite GTX 560 Ti-448 im Test stammt aus dem Hause Gigabyte. Der Hersteller verzichtet auf eine werkseitige Übertaktung und platziert den Grafikchip unter der aktuellen Inkarnation des Windforce-Kühlers: „3x“ kennzeichnet die Version mit ebenso vielen Axiallüftern, von de-

nen zwei leicht geneigt zu Werke gehen. Diese belüften eine große Vapor-Chamber auf GPU und RAM sowie zwei 8-Millimeter-Heatpipes. Im Vergleich mit MSI erreicht das Design dieselbe niedrige GPU-Temperatur, erzeugt dabei jedoch 2,8 anstelle von 1,8 Sone in Spielen. Da im wahrsten Sinne des Wortes viel Luft nach oben vorhanden ist: Setzen Sie die Drehstärke der PWM-Lüfter auf 40 Prozent fest, beträgt das Surren unter Last nur noch (sehr gute) 1,2 Sone. Deutlich störender ist, dass Gigabyte diesen Minimalwert (40 Prozent) von Nvidias Referenzdesign übernimmt. Dadurch surrt die Karte im Leerlauf mit 1,3 Sone – das ist in Silent-PCs klar hörbar und lässt sich nicht per Tool absenken. Da der Kühler kräftig arbeitet und auch die Spannungswandler mit einem verschraubten Profil versehen sind, lohnt sich eine Übertaktung. Ohne Spannungserhöhung steckt ein sattes 20-Prozent-Plus in der Karte; mit 1,1 Volt Kernspannung ist, wie bei MSI, bei 950/1.900/2.350 MHz das Ende der Fahnenstange erreicht. Fazit: Attraktives Tuning-Objekt, aber lauter als MSIs Angebot.

VTX3D Radeon HD 6950: Flink, eiskalt – und extrem laut. Die vom Hersteller Vertex 3D (VTX3D) feilgebotenen Modelle ähneln denen von Powercolor wie ein Ei dem anderen, was den Schluss nahelegt, dass VTX3D zum Tul-Konzern gehört. Die Unterschiede betreffen Aufkleber, Preisgestaltung und in diesem Fall auch das verwendete BIOS. Verglichen mit der Powercolor Radeon HD 6950 (1 GiByte) bietet die VTX3D Radeon HD 6950 die doppelte Speichermenge, aber ebenfalls AMD-Referenztakt (800/2.500 MHz für GPU/VRAM). Der auf beiden Karten platzierte Dual-Slot-Kühler basiert auf dualer Axialbelüftung und ist offensichtlich ein High-Flow-Design: Das Lamellenbündel ist dicht gepackt, sodass die Lüfter kräftig einblasen müssen, um die Luft durchzupressen. Bedauerlicherweise bestätigt sich diese Diagnose im Betrieb überdeutlich: Schon im Leerlauf sind 2,5 Sone bei 24 Prozent PWM-



Offensichtlich: Vertex 3D (VTX3D) ist, wie Club 3D, mit dem Konzern Tul im Bunde. Dessen Premium-Marke ist Powercolor.

Lüfterstärke zu verzeichnen – unveränderlich, da Tools wie der MSI Afterburner minimal 25 Prozent anlegen können. In Spielen messen wir ein hochfrequentes, 7,1 Sone lautes Surren. Potenzial zum Drosseln ist vorhanden, mit 50 % sind 5,7 Sone zu verzeichnen, mit 25 % nur noch 2,4 Sone – allerdings bei mehr als 90 Grad Kerntemperatur.

Palit GeForce GTX 560 Ti Twin Light Turbo LE: Die leuchtende Dual-Slot-Version der Gainward Phantom. Palits Premium-Marke Gainward punktet schon eine Weile mit dem „Phantom“ getauften Kühler, welcher leise GeForce-Grafikkarten mit geringer Temperatur ermöglicht. Palit hat dieses Design nun einer Revision unterzogen und für die GTX 560 Ti Twin Light Limited Edition geschrumpft: Während Phantom-Karten 2,5 Slots beanspruchen, sind hier nur zwei Slots fällig. Palit erkaufte die Platzersparnis mit einem flacheren Lamellenpaket; die zwei Lüfter sitzen aber wie gehabt darunter – als Bonbon sorgen zwei rote LEDs für eine schicke Beleuchtung. Interessant ist, dass sich der

fehlende Zentimeter nicht deutlich auf die Kühlleistung auswirkt: Die Twin Light Turbo erzeugt in Spielen 1,1 Sone, Gainwards GTX 560 Ti Phantom bei gleicher Temperatur nur 0,8 Sone (s. Testtabelle). Auch das OC-Potenzial ist gleichwertig. Obwohl die Wandler bei beiden Karten blank liegen, dürfen Sie eine moderate Erhöhung der Kernspannung wagen: Mit 1,1 Volt stemmt der Kühler mühelos 1 GHz Chiptakt. Der größte Kritikpunkt zum Schluss: Wie die meisten Palit/Gainward-Karten auf Basis dieses Kompakthauses neigt auch dieses Modell zu lauterem Fiepen/Zirpen als diverse Alternativen. Das stört jedoch nur in Silent-PCs mit einer Gesamtlautheit unter 0,5 Sone.

Evga GeForce GTX 560 Ti DS Superclocked: Schnell, aber relativ laut. Der zweite Streich: Wie die große Schwester nutzt auch die GTX 560 Ti DS Superclocked das namensgebende Kühl-Eigendesign von Evga – etwas kürzer dimensioniert, aber mit derselben Charakteristik. Im 2D-Betrieb mit einem einzelnen Monitor surren die beiden Lüf-

Seasonic

PLATINUM
POWER SUPPLY SERIES

860W / 1000W

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

80
PLUS
PLATINUM

ALTERNATE ARLT

ATELCO Computer

cyberport

digitec.ch

DiTech

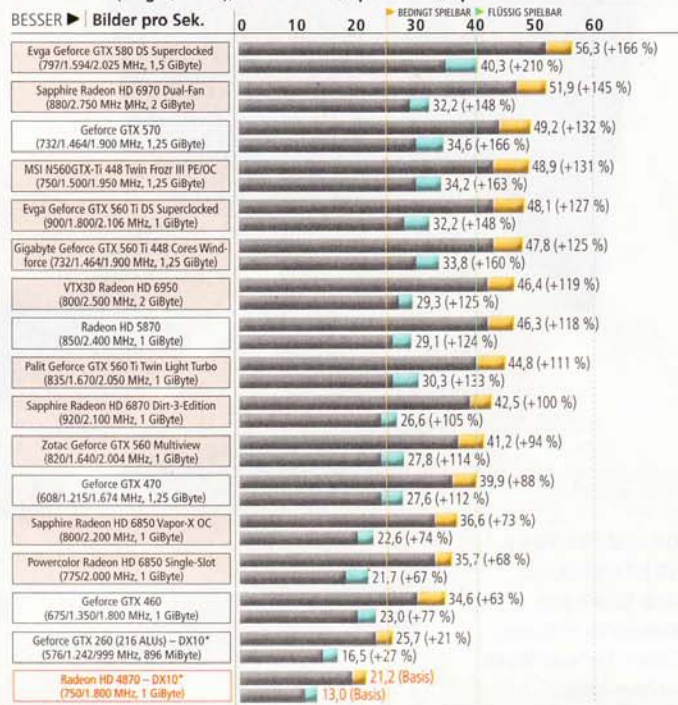
Mindfactory.de

SNOGARD

SCHWARTZHALTER COMPUTER

BF3: Mit FXAA schon auf der Mittelklasse flüssig

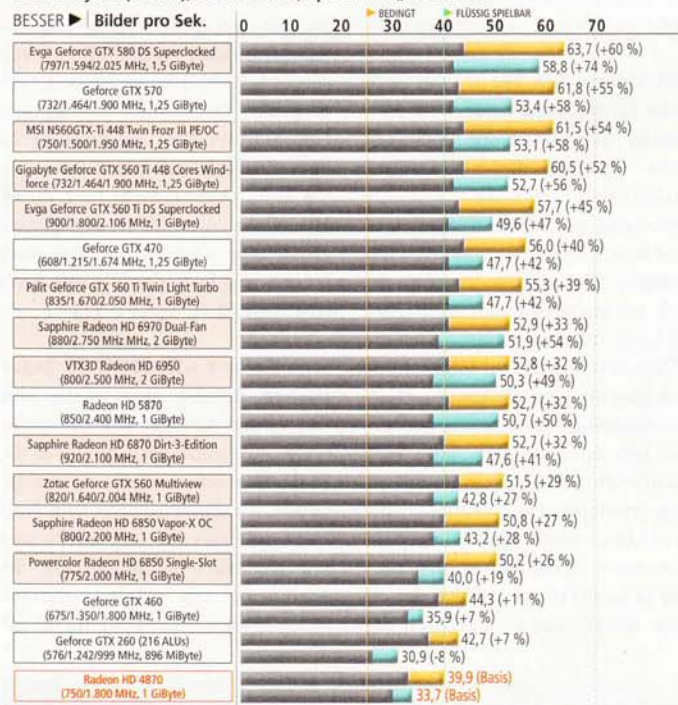
Battlefield 3 (Origin; DX11), Ultra-Details, Spielstand „Operation Swordbreaker“



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64, GF 285.79, Cat. 11.11 WHQL
Bemerkungen: Im Vergleich Radeon gegen Geforce fällt auf, dass die AMD-Grafikkarten dank ihrer Shader-Leistung mit FXAA gut abschneiden, während die Nvidia-Chips bei 4x MSAA geringer einbrechen.

Skyrim: Sehr CPU-abhängig, GPUs langweilen sich

TES V: Skyrim (Steam), Ultra-Details, Spielstand „Riverwood“



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64, GF 285.79, Cat. 11.11 WHQL
Bemerkungen: Für Skyrim benötigen Sie keine neue Grafikkarte – zumindest in Full-HD mit Multisampling-AA. Da das Spiel optisch stark von Supersampling profitiert, empfehlen wir dieses Verfahren (siehe AA-Special).

ter mit leisen 0,7 Sone, drehen unter Spielelast aber stark auf: Nach einiger Zeit ist das Maximum von rund 3.200 Umdrehungen pro Minute und 4,4 Sone erreicht. Nach einer Reduktion der Lüfterstärke auf 50 Prozent geht die Karte bei befriedigenden 2,9 Sone ihrer Arbeit nach – noch geringere Drehzahlen empfehlen wir aufgrund der nackten Spannungswandler erst in Kombination mit Undervolting. Pluspunkte sammelt die Karte für ihre dreijährige Garantie (nach Online-Registrierung bei Evga) und den beigelegten Tweaker Precision (dem MSI Afterburner ähnlich).

Sapphire Radeon HD 6870 DIRT-3-Edition: Flüsterleise Kühlung und ein Spiel inklusive. Im Schatten der Vapor-X-Grafikkarten belebt Sapphire auch die Radeon HD 6870 neu – ganz ohne Dampfkammer, aber dafür mit zwei Heatpipes à 8 Millimeter Durchmesser. Der Dual-Fan-Kühler überzeugt nicht nur auf dem großen Cayman-, sondern auch auf dem kleinen Barts-Grafikchip: Im 2D-Betrieb sind flüsterleise 0,3 Sone zu verzeichnen, beim Spielen sehr gute 1,4 Sone. Damit unterbietet Sapphire nicht nur Asus' EAH6870 Direct Cu (1,6 Sone), sondern auch Powercolors HD 6870 PCS+ (1,5 Sone) um Haarsbreite. Sapphire geizt jedoch beim Takt: Der Kern ist um 20 MHz (+2 %) übertaktet, der Speicher folgt der AMD-Vorgabe. Barts XT arbeitet zwar dicht am Limit, mit 1,3 Volt Kernspannung ist dank der starken Kühlung jedoch ein stabiler Betrieb bei 1.000/2.550 MHz (+11/21 % ggü. Referenz) möglich – dann duelliert sich die Karte mit der HD 6950 und GTX 560 Ti.

Zotac GeForce GTX 560 Multiview: Interessante Option für Nutzer mehrerer Monitore. Nvidias GeForce GTX 560 steht in direkter Konkurrenz zu AMDs Radeon HD 6870. Zotac wertet den gewohnten Funktionsumfang um eine Spezialfunktion auf: Mithilfe eines Zusatzchips aus dem Hause IDT wird ein Displayport-Signal des Grafikchips aufgeteilt, sodass die Grafikkarte in der Lage ist, drei Bildschirme parallel zu betreiben. Das ist bei Radeon-Grafikkarten seit der HD-5000-Reihe Standard (Eyefinity), normale Geforces sind nur zu Dual-Head fähig. Für den Triple-Betrieb benötigen Sie zwei HDMI-Displays und ein weiteres mit DVI- oder Displayport-Eingang. Die übrigen

Leistungsdaten entsprechen den Erwartungen, einzig die Lautheit fällt negativ aus dem Rahmen: Der Kühler surrt beim Spielen mit bis zu 5,2 Sone – das gelingt den gleich schnellen HD-6870-Karten besser.

Sapphire Radeon HD 6850 Vapor-X OC: Potenziell flüsterleise HD 6850. Sapphires neueste Vapor-X-Karte schickt sich an, den guten Ruf der Serie fortzuführen. Auffällig sind die zwei 6-Pol-Strombuchsen und die Leistungsaufnahme von 118 Watt in Spielen. Der Wert übersteigt den HD-6850-Durchschnitt um etwa zehn Watt, dafür rechnet die Karte werkseitig mit 800/2.200 MHz (+3/10 % OC). Die GPU-Temperatur, weniger als 65 Grad Celsius, lädt zu mehr ein: Unser Testmuster stimmt mit Standardspannung 950/2.550 MHz (+19/16 %). Der Vapor-Kühler indes arbeitet effektiv, könnte jedoch leiser sein: Im Leerlauf surrt der Lüfter mit kaum hörbaren 0,5, in Spielen aber mit 2,7 Sone. Die OC-Karten von Gigabyte (1,6 Sone) und Powercolor (1,7 Sone) sind klar leiser.

Powercolor Radeon HD 6850 Single-Slot: Die einzige HD 6850 im platzsparenden 1-Slot-Design. Powercolor hat ein Herz für Nutzer mit besonderen Ansprüchen: Neben der passiven HD 6850 (siehe PCGH 12/2011) führt der Hersteller auch eine 1,8 Zentimeter schlanke Version der Karte. Der dicht gepackte Kühler bedeckt die Platine und ihre heißen Bauteile vollständig, während ein flacher Radiallüfter die Wärme hindurchpresst. Bedingt durch die reduzierte Kühlfläche muss er eifrig drehen: In Spielen erzeugt der Propeller ein hochfrequenten Surren (4,7 Sone) und auch im Leerlauf messen wir 1,3 Sone. Letzteres ist angesichts einer Kerntemperatur von lediglich 42 Grad Celsius unverständlich. Undervolting liegt nahe, ist aufgrund der Custom-Platine aber derzeit nicht möglich. (ru)

Fazit

Neue Grafikkarten

Viele Hersteller haben erkannt, dass hohe Lautstärke bei geringer Temperatur kein verkaufsförderndes Argument ist. Sapphire überzeugt zwar nicht mit der neuesten Vapor-X-Karte, dafür aber mit dem Dual-Fan-Design, und auch Palit sowie MSI punkten mit leisen Neuerscheinungen.

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien

Test in Ausgabe 04/2011



Test in Ausgabe 10/2011



Produkt	ENGTX580 Direct Cu II	GeForce GTX 580 DS Superclocked	Radeon HD 6970 Dual-Fan	N570GTX Twin Frozr III PE/OC
Hersteller/Webseite	Asus (www.asus.de)	Evga; Bezugsquelle: Caseking	Sapphire (www.sapphiretech.com)	MSI (www.msi-computer.de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 430,-/ausreichend	Ca. € 440,-/ausreichend	Ca. € 300,-/befriedigend	Ca. € 290,-/befriedigend
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	GeForce GTX 580; GF110 (40 nm)	GeForce GTX 580; GF110 (40 nm)	Radeon HD 6970; Cayman XT (40 nm)	GeForce GTX 570; GF110 (40 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	512/64/48	512/64/48	1.536/96/32	480/60/40
2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	51/101/135 MHz (0,962 VGPU)	51/101/135 MHz (0,957 VGPU)	250/300 MHz (0,900 VGPU)	51/101/135 MHz (0,912 VGPU)
3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	781/1.564/2.004 MHz (1,037 VGPU)	797/1.594/2.025 MHz (1,074 VGPU)	880/2.750 MHz (1,176 VGPU)	770/1.540/2.000 MHz (1,000 VGPU)
Ausstattung (20 %)	2,88	2,98	2,83	2,85
Speichermenge/Anbindung	1.536 MiByte (384 Bit)	1.536 MiByte (384 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	1.280 MiByte (320 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)	GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, HDMI, Displayport	Mini-HDMI, 2 x Dual-Link-DVI	2 x DVI (1x SL, 1x DL), HDMI, 2x Mini-Displayport	Mini-HDMI, 2 x Dual-Link-DVI
Kühlung	„Direct Cu II“, Triple-Slot (I), 5 HP (2 x 8/3 x 6 mm), 2 x 92 mm axial, VRM-Kühler, Backplate	Eigendesign, Dual-Slot, 5 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, kein VRM-/RAM-Kühler	Eigendesign, 2,5-Slot (I), 2x 85 mm Axiallüfter, 5 Heatpipes (2 x 8/3 x 6 mm), VRM-Kühler	„Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 Heatpipes (2 x 8/3 x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Platte
Software/Tools	Asus-Tools, Treiber-CD	Evga Precision (Tweak-Tool), Treiber	Treiber-CD	Afterburner (OC-Tool), Treiber-CD
Spieler-Vollversionen	–	–	Downloads im „Sapphire Select“-Club	–
Handbuch; Garantie	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 3 Jahre	Faltblatt (englisch); 3 Jahre nach Online-Reg.	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 3 Jahre
Kabel, Adapter	Strom: 2x-6-auf-8-Pol-Adapter	Mini-HDMI-auf-HDMI-Kabel, DVI-VGA, Strom	Mini-DP-auf-DP-Kabel, HDMI-Kabel, DVI-VGA	Mini-HDMI-auf-HDMI, DVI-VGA, 2x Strom
Sonstiges	DVI-VGA-Adapter, SLI-Brücke	Leuchtendes Evga-Logo an der Oberseite; Poster	Dual-BIOS, Crossfire-Brücke	Dual-BIOS: Silence/Performance
Eigenschaften (20 %)	2,36	2,72	2,19	2,19
Temp. GPU (2D/3D/Company 2/VGA-Tool)	35/72/91 Grad Celsius	37/80/71 (Drossel) Grad Celsius	32/65/66 Grad Celsius	36/63/62 Grad Celsius („Silence“-BIOS)
Lautstärke (2D/3D/Company 2/VGA-Tool)	0,9 (16 %)/1,6 (29 %)/2,7 (37 %) Sone	0,4 (35 %)/7,0 (80 %)/5,3 (69 %) Sone	0,2 (24 %)/1,4 (47 %)/1,6 (48 %) Sone	0,2 (30 %)/1,6 (47 %)/1,5 (47 %) Sone
Spulenpeifen	Moderat (je nach Last; Zirpen)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	28/37/87 Watt	38/47/118 Watt	23/69/65 Watt	31/90/86 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	227/339 Watt	295/192 Watt (gedrosselt)	180/193 Watt (Powertune: Standard)	197/191 Watt (gedrosselt)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (860)/nein (900)/nein (935 MHz)	Ja (875)/ja (915)/nein (955 MHz)	Nein (970)/nein (1.010)/nein (1.055 MHz)	Ja (845 MHz)/nein (885)/nein (925 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (2.205)/ja (2.305)/nein (2.405 MHz)	Ja (2.230)/ja (2.330)/nein (2.430 MHz)	Ja (3.025)/nein (3.160)/nein (3.300 MHz)	Ja (2.200 MHz)/ja (2.300)/nein (2.400 MHz)
Spannung via Tool (Afterburner) wählbar	Ja (GPU)	Ja (GPU)	Ja (GPU; maximal 1,3 Volt)	Ja (GPU, VRAM & Aux)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	28,3 (PCB 26,8)/5,7 cm; 2 x 8-Pol (vertikal)	26,7/3,7 cm; 1x 8/1x 6-Pol (vertikal)	27,2 (PCB 26,7)/4,1 cm; 1 x 8/1x 6-Pol (vertik.)	25,1 (PCB 24,3)/3,7 cm; 2x 6-Pol (vertikal)
Leistung PCGH-Index inkl. OC (60 %)	1,28	1,25	1,64	1,69
	- Gigantischer, leiser Kühler - Großes OC-Potenzial mit Overvolting - Immenser Platzbedarf im Gehäuse	- Hoher Takt, hohe Leistung - Bis zu 3 Jahre Garantie - Hohe Leistungsaufnahme & Lautheit	- Leiseste HD 6970 auf dem Markt - OC-Potenzial (erst mit Overvolting) 2,5-Slot-Breite	- Unhörbar im Leerlauf - OC-Potenzial mit Overvolting - Performance-BIOS viel zu laut
FAZIT	Wertung: 1,81	Wertung: 1,89	Wertung: 1,99	Wertung: 2,02

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien



Test in Ausgabe 04/2011



Produkt	N560GTX-Ti 448 Twin Frozr III PE/OC	GTX 560 Ti 448 Cores Windforce	Radeon HD 6950	GeForce GTX 560 Ti Phantom
Hersteller/Webseite	MSI (www.msi-computer.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	VTX3D; Bezugsquelle: Caseking.de	Gainward; Bezugsquelle: Alternate.de
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 250,-/befriedigend	Ca. € 240,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	GeForce GTX 560 Ti-448; GF110 (40 nm)	GeForce GTX 560 Ti-448; GF110 (40 nm)	Radeon HD 6950; Cayman Pro (40 nm)	GeForce GTX 560 Ti; GF114 (40 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	448/56/40	448/56/40	1.408/88/32	384/64/32
2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	51/101/135 MHz (0,913 VGPU)	51/101/135 MHz (0,913 VGPU)	250/300 MHz (0,898 VGPU)	51/101/135 MHz (0,950 VGPU)
3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	750/1.500/1.950 MHz (0,975 VGPU)	732/1.464/1.900 MHz (0,988 VGPU)	800/2.500 MHz (1,094 VGPU)	835/1.670/2.050 MHz (1,000 VGPU)
Ausstattung (20 %)	2,88	2,91	2,78	3,23
Speichermenge/Anbindung	1.280 MiByte (320 Bit)	1.280 MiByte (320 Bit)	2.048 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)
Monitoranschlüsse	Mini-HDMI, 2 x Dual-Link-DVI	2 x Dual-Link-DVI, HDMI, Displayport	2 x DVI (1x SL, 1x DL), HDMI, 2x Mini-DP	2 x Dual-Link-DVI, HDMI, VGA (D-Sub)
Kühlung	„Twin Frozr III“, Dual-Slot, 4 HP (2x 8/ 2x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühler	„Windforce 3x“, Dual-Slot, Vapor Chamber + 2 HP à 8 mm, 3 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühler	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 8 mm Durchmesser, 2 x 90 mm axial, VRM-Kühler	„Phantom“, 2,5-Slot (I), 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 80 mm axial, kein VRM/RAM-Kühler
Software/Tools	Afterburner, Treiber-CD, Nvidia-Demos	OC-Guru-Tool, Treiber-CD	Treiber-CD	Expertool, 25%-Rabattschein für Loiloscope
Spieler-Vollversionen	–	–	–	–
Handbuch; Garantie	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 3 Jahre	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch.); 2 Jahre	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 2 Jahre
Kabel, Adapter	DVI-VGA, Mini-HDMI-auf-HDMI, 2 x Strom	DVI-VGA-Adapter, 2 x Molex auf 6-Pol	Mini-DP-auf-DP-Kabel, DVI-VGA-Adapter	Strom: Molex auf 6-Pol
Sonstiges	Dual-BIOS: Silence/Performance	–	Dual-BIOS (Dip-Schalter); keine Stromadapter	–
Eigenschaften (20 %)	2,25	2,38	2,63	2,15
Temp. GPU (2D/3D/Company 2/VGA-Tool)	36/65/66 Grad Celsius („Silence“-BIOS)	35/65/62 Grad Celsius	33/67/84 Grad Celsius	33/70/80 Grad Celsius
Lautstärke (2D/3D/Company 2/VGA-Tool)	0,4 (30 %)/1,8 (49 %)/2,0 (50 %) Sone	1,3 (40 %)/2,8 (47 %)/1,9 (43 %) Sone	2,5 (24 %)/7,1 (61 %)/11,1 (87 %) Sone	0,3 (30 %)/0,8 (44 %)/1,4 (52 %) Sone
Spulenpeifen	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (ab hohen dreistelligen Fps)	Moderat (je nach Last; Zirpen)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	32/41/76 Watt	31/38/82 Watt	23/62/57 Watt	21/26/69 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	195/226 Watt (gedrosselt)	211/182 Watt (gedrosselt)	152/179 Watt (Powertune: Standard)	177/245 Watt (ungedrosselt)
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (825)/ja (860)/nein (900 MHz)	Ja (805)/ja (840)/ja (880 MHz)	Ja (880)/nein (920)/nein (960 MHz)	Ja (920 MHz)/nein (960)/nein (1.000 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (2.145)/ja (2.240)/ja (2.340 MHz)	Ja (2.090)/ja (2.185)/ja (2.280 MHz)	Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)	Ja (2.255 MHz)/ja (2.360)/nein (2.460 MHz)
Spannung via Tool (Afterburner) wählbar	Bei Testschluss nur via Nvidia Inspector (GPU)	Bei Testschluss nur via Nvidia Inspector (GPU)	Ja (GPU; maximal 1,3 Volt)	Ja (GPU)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	25,1 (PCB 24,3)/3,7 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	27,8 (PCB 24,5)/3,2 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	26,0 (PCB 24,2)/3,6 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	19,1 (PCB 18,8)/4,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)
Leistung PCGH-Index inkl. OC (60 %)	1,79	1,85	1,99	2,10
	- Sehr leise (mit Silence-BIOS) 1.280 MiByte Speicher - Performance-BIOS sinnlos/laut	- HD-6950-Leistung und enormes OC-Potenzial - Relativ hohe Leistungsaufnahme	2 GiByte Speicher - OC-Potenzial (mit Overvolting) - Sehr aggressive Lüftersteuerung	- Leiseste GeForce GTX 560 Ti - OC-Potenzial mit Overvolting - Platine zirpt/leiert laut als Ref.-Design
FAZIT	Wertung: 2,10	Wertung: 2,17	Wertung: 2,27	Wertung: 2,33

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien



Produkt	GTX 560 Ti Twin Light Turbo	GTX 560 Ti DS Superclocked	Radeon HD 6870 PCS+	Radeon HD 6870 Dirt-3-Edition
Hersteller/Webseite	Palit (www.palit.biz)	Evga; Bezugsquelle: Caseking	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 210,-/befriedigend	Ca. € 150,-/gut	Ca. € 150,-/gut
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	GeForce GTX 560 Ti; GF114 (40 nm)	GeForce GTX 560 Ti; GF114 (40 nm)	Radeon HD 6870; Barts XT (40 nm)	Radeon HD 6870; Barts XT (40 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	384/64/32	384/64/32	1.120/56/32	1.120/56/32
2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	51/101/135 MHz (0,950 VGPU)	51/101/135 MHz (0,950 VGPU)	300/600 MHz (0,945 VGPU)	100/300 MHz (0,950 VGPU)
3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	835/1.670/2.050 MHz (1,012 VGPU)	900/1.800/2.106 MHz (1,062 VGPU)	940/2.200 MHz (1,172 VGPU)	920/2.100 MHz (1,175 VGPU)
Ausstattung (20 %)	3,20	3,00	2,63	2,70
Speichermenge/Anbindung	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, HDMI, VGA (D-Sub)	2 x Dual-Link-DVI, Mini-HDMI	2 x DVI (1 x SL, 1 x DL), 2 x Mini-DP, HDMI	2 x DVI (1 x SL, 1 x DL), HDMI, 2 x Mini-DP
Kühlung	Eigendesign, Dual-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 80 mm axial, kein VRM-/RAM-Kühler	Eigendesign, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, kein VRM-/RAM-Kühler	„Prof. Cooling Solution“, Dual-Slot, 92 mm axial, 3 Heatp. à (2 x 8/1 x 6 mm), VRM-Kühler	Eigendesign, Dual-Slot, 2 x 90 mm axial, 2 Heatpipes à 8 mm, verschraubter VRM-Kühler
Software/Tools	Treiber-CD	Precision (Tweak-Tool), Treiber	Treiber-CD	Treiber-CD
Spiele-Vollversionen	–	–	–	–
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (dt.); 3 Jahre nach Online-Registrierung	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel; Adapter	1 x Strom; Molex auf 6-Pol	Mini-HDMI-auf-HDMI-Kabel; 2 x Molex auf 6-Pol	Mini-DP-auf-DP-Kabel	HDMI-Kabel, Mini-DP-auf-DP-Kabel, 2 x Strom
Sonstiges	Lüfter leuchten rot	Evga-Hochglanzposter	DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke	DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke
Eigenschaften (20 %)	2,28	2,54	2,43	2,33
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	29/70/84 Grad Celsius	33/75/77 Grad Celsius	42/83/87 Grad Celsius	41/68/76 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,4 (30 %)/1,1 (44 %)/2,0 (65 %) Sone	0,7 (35 %)/4,4 (57 %)/4,7 (58 %) Sone	1,0 (21 %)/1,5 (39 %)/4,7 (69 %) Sone	0,3 (33 %)/1,4 (48 %)/2,2 (53 %) Sone
Spulenpfiffe	Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	18/26/60 Watt	16/25/69 Watt	19/53/52 Watt	23/54/48 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	169/235 Watt (ungedrosselt)	180/188 Watt	126/172 Watt	129/162 Watt
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (920)/nein (960)/nein (1.000 MHz)	Nein (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)	Nein (1.035 MHz)/nein (1.080)/nein (1.130 MHz)	Nein (1.010)/nein (1.060)/nein (1.105 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (2.255)/ja (2.360)/nein (2.460 MHz)	Ja (2.315)/nein (2.420)/nein (2.530 MHz)	Nein (2.420 MHz)/nein (2.200)/nein (2.640 MHz)	Ja (2.310)/nein (2.415)/ja (2.520 MHz)
Spannung via Tool (Afterburner) wählbar	Ja (GPU)	Ja (GPU; maximal 1,15 Volt)	Ja (GPU)	Ja (GPU, nur via Sapphire Trixx)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	18,8/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	22,9/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	24,2/3,6 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	24,2/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)
Leistung PCGH-Index inkl. OC (60 %)	2,10	2,05	2,30	2,33
FAZIT	- OC-Potenzial - Starker, leiser Kühler PCB fliept/zipt jedoch laut	- Hoher Takt - Bis zu 3 Jahre Garantie - Aggressive Lüftersteuerung	- Leiser Kühler - Moderate Übertaktung - Minimales OC-Potenzial	- Kühler: Leise und kräftig - Dirt 3 inklusive (Steam benötigt) - Nur Referenztakt
	Wertung: 2,35	Wertung: 2,35	Wertung: 2,39	Wertung: 2,40

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 67 Wertungskriterien



Produkt	Geforce GTX 560 Multiview	R6850 Cyclone Power Edition/OC	Radeon HD 6850 Vapor-X	Radeon HD 6850 Single-Slot
Hersteller/Webseite	Zotac (www.zotac.com)	MSI (www.msi-computer.de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Powercolor (www.powercolor.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 170,-/ausreichend	Ca. € 140,-/befriedigend	Ca. € 140,-/befriedigend	Ca. € 160,-/ausreichend
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	GeForce GTX 560; GF114 (40 nm)	Radeon HD 6850; Barts Pro (40 nm)	Radeon HD 6850; Barts Pro (40 nm)	Radeon HD 6850; Barts Pro (40 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	336/56/32	960/48/32	960/48/32	960/48/32
2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	51/101/135 MHz (0,875 VGPU)	100/300 MHz (0,950 VGPU)	100/600 MHz (0,963 VGPU)	100/600 MHz (1,050 VGPU)
3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)	820/1.640/2.004 MHz (0,987 VGPU)	860/2.200 MHz (1,150 VGPU)	800/2.200 MHz (1,162 VGPU)	775/2.000 MHz (1,150 VGPU)
Ausstattung (20 %)	2,75	2,93	2,70	2,75
Speichermenge/Anbindung	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)	1.024 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Zugriffszeit	GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)	GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)
Monitoranschlüsse	2 x Dual-Link-DVI, 2 x HDMI, 1 x Displayport	2 x DVI (1 x SL, 1 x DL), HDMI, Displayport	2 x DVI (1 x SL, 1 x DL), HDMI, 2 x Mini-DP	1 x DL-DVI, HDMI, 2 x Mini-Displayport
Kühlung	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 8 mm, 75-mm-Axiallüfter, keine VRM-/RAM-Kühler	„Cyclone“, Dual-Slot, 90 mm axial, 2 Heatpipes à 6 mm, gesteckter VRM-Kühler	„Vapor-X“, Dual-Slot, 85-mm-Axiallüfter, 3 Heatpipes (1x 8, 2x 6 mm), VRM-/RAM-Kühler	Eigendesign, Single-Slot, 65-mm-Radiallüfter, Vollbedeckung aller heißen Bauteile
Software/Tools	Treiber, Cuda-Demos	Afterburner-Tool, Treiber	Treiber-CD	Treiber-CD
Spiele-Vollversionen	–	–	–	–
Handbuch; Garantie	Gedruckt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrierung)	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Schnellinstallations-Booklet (dt.); 2 Jahre
Kabel; Adapter	Strom: 2 x Molex auf 6-Pol; DVI-VGA-Adapter	DVI-VGA, 1 x Strom; Molex auf 6-Pol	HDMI-Kabel, Mini-DP-auf-DP-Kabel, 2 x Strom	Mini-DP-auf-DP-Kabel, DVI-VGA-Adapter
Sonstiges	–	Dual-BIOS: Silence/Performance	DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke	Keine Stromadapter
Eigenschaften (20 %)	2,41	2,08	2,37	2,55
Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	34/76/82 Grad Celsius	41/64/71 Grad Celsius („Silence“-BIOS)	37/64/70 Grad Celsius	42/73/79 Grad Celsius
Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)	0,4 (27 %)/5,2 (62 %)/8,5 (80 %) Sone	0,3 (42 %)/1,0 (53 %)/1,3 (56 %) Sone	0,5 (30 %)/2,7 (51 %)/3,6 (55 %) Sone	1,3 (31 %)/4,7 (55 %)/5,4 (60 %) Sone
Spulenpfiffe	Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)	Nicht wahrnehmbar	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	21/29/63 Watt	20/45/47 Watt	23/51/49 Watt	24/39/38 Watt
Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool	155/204 Watt (ungedrosselt)	113/146 Watt	118/142 Watt	113/140 Watt
GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (900)/nein (945)/nein (985 MHz)	Nein (945)/nein (990)/nein (1.030 MHz)	Ja (880)/ja (920)/ja (960 MHz)	Ja (850)/ja (890)/nein (930 MHz)
RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)	Ja (2.205)/ja (2.300)/ja (2.405 MHz)	Ja (2.420)/nein (2.530)/nein (2.640 MHz)	Ja (2.420)/ja (2.530)/nein (2.640 MHz)	Ja (2.200)/ja (2.300)/ja (2.400 MHz)
Spannung via Tool (Afterburner) wählbar	Ja (GPU; maximal 1,087 Volt)	Ja (GPU, RAM, Aux)	Ja (GPU, aber nur via Sapphire Trixx)	Nein (bei Redaktionsschluss)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	21,0/3,5 cm; 2 x 6-Pol (horizontal)	21,7/3,3 cm; 1 x 6-Pol (vertikal)	24,2/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)	23,3 (PCB: 22,9)/1,8 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)
Leistung PCGH-Index inkl. OC (60 %)	2,34	2,49	2,59	2,69
FAZIT	- Multi-Monitor-Funktionen - Sehr leise im 2D-Betrieb aber unter Last unnötig laut	- Stark übertaktet - OC-Möglichkeiten - Performance-BIOS sehr laut (3,1 Sone)	- Werkseitige Übertaktung - Starker Kühler mit Silent-Potenzial ab Werk aber relativ laut	- Platzsparendes Single-Slot-Design - Relativ sparsam - Lautes Lüftersurren
	Wertung: 2,44	Wertung: 2,50	Wertung: 2,57	Wertung: 2,68

Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten

www.pcgameshardware.de/cpu



Christian Gögelein
Fachbereich Prozessoren
E-Mail: cg@pcgh.de

Kommentar

40 Jahre Intel-Chips!

Am 15. November 2011 feierte ein kleiner, aber umso bedeutenderer Chip Geburtstag: Vor genau 40 Jahren präsentierte Intel mit dem 4004 den ersten eigenen Universal-Prozessor, der dem Hersteller den Weg ins Chipgeschäft ebnete. Und nicht nur das. Die CPU wurde zur Keimzelle, aus der ein Konzern erwuchs, der heute 96.500 Mitarbeiter zählt und zu den 40 größten Unternehmen der Welt zählt. Die Marke Intel rangiert noch vor Pepsi und BP.

Doch Intel dominierte nicht immer den PC-Markt. Andere Firmen waren teilweise schneller (Texas Instruments entwickelte schon 1968 einen Mikroprozessor), günstiger (MOS' 6502 wurde deshalb im Apple II und dem C64 eingesetzt) oder schlichtweg besser (Motorolas 68000 beherrschte Jahre vor Intels x86-Modellen präemptives Multitasking). Zudem setzte Intel nicht immer auf legale Mittel. Doch kaum eine Firma schaffte es so punktgenau, zur richtigen Zeit die richtigen Produkte zum richtigen Preis anzubieten – Beispiele dafür sind der 486, der Pentium und aus der jüngeren Vergangenheit der Core 2 Duo oder der Sandy Bridge.

So freuen wir uns auf die nächsten 40 Jahre, in denen es hoffentlich spannend bleibt im Wettkampf um die schnellste CPU. Mit ARM ist zuletzt ein weiterer Mitbewerber erwachsen. In diesem Sinne sagen wir: herzlichen Glückwunsch, Intel!



Transistor-Panne

Das kommt nicht alle Tage vor: AMD hat sich bei der Zahl der Transistoren der Bulldozer-Architektur um rund 800 Millionen Stück verrechnet. Statt wie ursprünglich zum Launch angegeben knapp zwei Milliarden enthält ein aktueller Orochi-Kern „nur“ 1,2 Milliarden der elektrischen Schalter. Die falsche Angabe flog auf, als AMD die Zahl der „Interlagos“-Chips mit 2,4 Milliarden bezifferte – Interlagos besteht aus zwei gekoppelten Orochi-Chips.

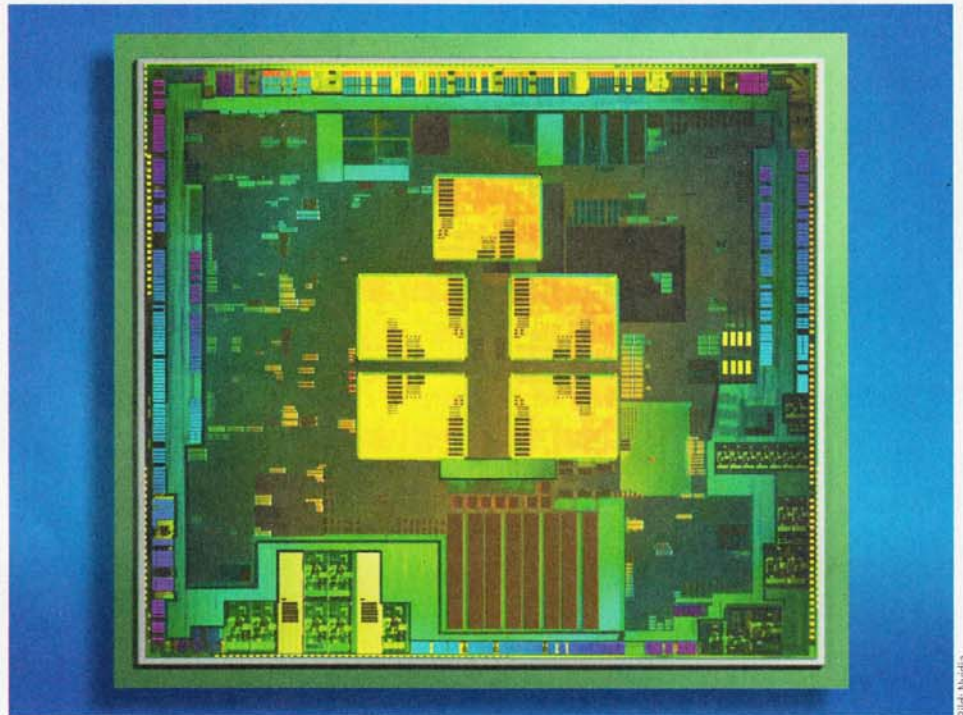


Bild: Nvidia

Chipreport: ARM everywhere

Nvidia präsentiert den Tegra 3, AMD werden ARM-Ambitionen nachgesagt und erste Großbrecher mit ARM-Chips sind bereits in Planung.

ARM-Prozessoren sind gefragt wie nie und kommen nicht mehr nur in Handys zum Einsatz, sondern immer häufiger auch in performanteren Tablets und Computern.

Vor allem Nvidia machte im November Schlagzeilen: Der neue Tegra 3 (Die-Shot oben) auf Basis eines Quadcore-ARM-Chips übertrifft den Vorgänger leistungsmäßig deutlich und braucht gleichzeitig weniger Strom – allerdings betrifft

das überwiegend den Grafikteil, denn CPU-seitig stecken immer noch A9-Kerne im Chipgehäuse.

Für Aufsehen sorgten zudem Auszüge aus einer Mail, die angeblich vom neuen AMD-Chef Rory Read stammte; darin kündigte der CEO im Rahmen von „Projekt Win“ an, künftig unter anderem im Markt besonders energieeffizienter Geräte „aggressiv angreifen“ zu wollen – ob damit auch eine Integration der ARM-Architektur in eigene Produkte gemeint sein könnte? Konkret sind dagegen Pläne der EU, einen Supercomputer auf ARM-Basis zu bauen. „Mont Blanc“ soll 2014 sieben GFLOPS pro Watt erreichen. (cg)

Prozessor-Roadmap*

Erstes Halbjahr 2012

- **Intel Ivy Bridge:** „Sandy Bridge“-Nachfolger im 22-Nanometer-Verfahren inklusive DX11-Grafikeinheit.
- **Trinity:** Nachfolger der A-Serie („Llano“) mit ein bis zwei Piledriver-Modulen sowie einer flotteren DX11-Grafik.
- **Krishna:** Nachfolger der C- und E-Serie („Ontario“/„Zacate“) mit bis zu vier Kernen und DX11-Grafik.
- **AMD Piledriver:** Bulldozer-Refresh.
- **TI OMAP 5430:** Erstes ARM-Cortex-A15-Design (28 nm).

Zweites Halbjahr 2012

- **AMD Brazos 2.0:** Refresh der Low-Power-Plattform mit höherem Takt und schnellerer Grafikeinheit.

2013 und danach

- **Intel Haswell:** „Ivy Bridge“-Nachfolger. Neue Architektur, aber „alter“ 22-nm-Herstellungsprozess.
- **AMD Steamroller:** Piledriver-Refresh.

* Alle Angaben beruhen auf Schätzungen der Redaktion und sind daher nicht offiziell!

CPU-Leistungsindex (Quelle: PCGH)

BESSER ► Normierte Leistung

Core i7-3960X (3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 15 MiB L3) Preis: € 930,-	Anno: 49,0 BC2: 168,7	DAO: 99,8 F1: 98,0	ME2: 160,6 SC2: 40,5	CB11.5: 9,64 Paint: 9,4	Truecrypt: 277 x264: 49,1	100 %
Intel Core i7-990X (3,46 GHz, 6 x 256 KiB L2, 12 MiB L3) Preis: € 850,-	Anno: 49,2 BC2: 147,9	DAO: 86,6 F1: 87,4	ME2: 159,1 SC2: 34,7	CB11.5: 8,72 Paint: 9,9	Truecrypt: 279 x264: 44,9	92,5 %
Core i7-2700K (3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 300,-	Anno: 54,1 BC2: 150,1	DAO: 93,5 F1: 94,4	ME2: 174,3 SC2: 41,6	CB11.5: 6,88 Paint: 12,8	Truecrypt: 192 x264: 34,4	87,0 %
Intel Core i7-2600K (3,40 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 270,-	Anno: 53,0 BC2: 146,8	DAO: 91,3 F1: 92,5	ME2: 171,1 SC2: 40,7	CB11.5: 6,68 Paint: 13,2	Truecrypt: 188 x264: 34,4	85,2 %
Xeon E3-1230 (3,20 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 250,-	Anno: 48,5 BC2: 137,6	DAO: 88,7 F1: 86,3	ME2: 155,2 SC2: 37,9	CB11.5: 6,31 Paint: 13,7	Truecrypt: 178 x264: 32,6	80,0 %
Intel Core i5-2500K (3,30 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 185,-	Anno: 48,3 BC2: 111,5	DAO: 89,3 F1: 89,0	ME2: 167,1 SC2: 39,5	CB11.5: 5,26 Paint: 15,9	Truecrypt: 137 x264: 27,8	74,6 %
AMD Bulldozer FX-8170** (3,90 GHz, 4 x 2048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: n.l.	Anno: 45,1 BC2: 136,0	DAO: 60,7 F1: 64,5	ME2: 134,0 SC2: 27,6	CB11.5: 6,40 Paint: 13,5	Truecrypt: 234 x264: 38,0	74,5 %
AMD Bulldozer FX-8150 (3,60 GHz, 4 x 2048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 240,-	Anno: 42,0 BC2: 122,4	DAO: 59,9 F1: 59,4	ME2: 122,8 SC2: 27,3	CB11.5: 5,92 Paint: 14,5	Truecrypt: 214 x264: 35,1	69,3 %
Intel Core i7-860 (2,80 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: n.l.	Anno: 42,2 BC2: 126,8	DAO: 73,2 F1: 77,8	ME2: 141,1 SC2: 30,5	CB11.5: 4,81 Paint: 17,6	Truecrypt: 118 x264: 26,1	66,2 %
AMD Phenom II X6 1100T (3,30 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 165,-	Anno: 47,3 BC2: 118,9	DAO: 61,8 F1: 58,6	ME2: 109,7 SC2: 26,6	CB11.5: 5,88 Paint: 17,0	Truecrypt: 176 x264: 30,9	65,9 %
AMD Phenom II X6 1090T (3,20 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 150,-	Anno: 46,4 BC2: 117,8	DAO: 61,1 F1: 57,5	ME2: 108,9 SC2: 25,9	CB11.5: 5,72 Paint: 17,4	Truecrypt: 170 x264: 29,9	64,5 %
Intel Core i7-930 (2,80 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: n.l.	Anno: 40,3 BC2: 124,4	DAO: 67,9 F1: 71,1	ME2: 138,7 SC2: 29,8	CB11.5: 4,79 Paint: 16,9	Truecrypt: 118 x264: 24,4	64,1 %
Intel Core i5-760 (2,80 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 160,-	Anno: 39,5 BC2: 101,8	DAO: 72,4 F1: 77,7	ME2: 141,1 SC2: 30,3	CB11.5: 3,75 Paint: 21,7	Truecrypt: 93 x264: 21,3	59,6 %
AMD Phenom II X6 1055T (2,80 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 130,-	Anno: 41,9 BC2: 109,1	DAO: 55,4 F1: 54,0	ME2: 105,5 SC2: 23,3	CB11.5: 5,02 Paint: 19,4	Truecrypt: 148 x264: 26,7	58,5 %
AMD Phenom II X4 980 BE (3,70 GHz, 4 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 140,-	Anno: 38,8 BC2: 105,7	DAO: 67,1 F1: 58,2	ME2: 112,5 SC2: 28,9	CB11.5: 4,38 Paint: 21,9	Truecrypt: 131 x264: 23,8	58,3 %
AMD Bulldozer FX-6100 (3,30 GHz, 3 x 2048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 130,-	Anno: 101,3 BC2: 49,4	DAO: 53,7 F1: 109,3	ME2: 22,3 SC2: 22,3	CB11.5: 4,08 Paint: 19,8	Truecrypt: 152 x264: 25,6	55,6 %
AMD Phenom II X4 955 BE (3,20 GHz, 4 x 512 KiB L2, 6 MiB L3) Preis: € 105,-	Anno: 34,8 BC2: 93,3	DAO: 59,0 F1: 54,4	ME2: 108,5 SC2: 25,7	CB11.5: 3,80 Paint: 24,9	Truecrypt: 113 x264: 21,0	52,2 %
Intel Core i3-2100 (3,10 GHz, 2 x 256 KiB L2, 3 MiB L3) Preis: € 100,-	Anno: 35,3 BC2: 89,0	DAO: 66,2 F1: 65,5	ME2: 105,6 SC2: 32,4	CB11.5: 3,02 Paint: 26,4	Truecrypt: 70 x264: 16,3	51,2 %
Intel Core 2 Quad Q9550 (2,83 GHz, 2 x 6 MiB L2) Preis: n.l.	Anno: 32,9 BC2: 83,8	DAO: 57,0 F1: 50,5	ME2: 117,4 SC2: 24,4	CB11.5: 3,46 Paint: 22,1	Truecrypt: 95 x264: 19,1	49,8 %
AMD Bulldozer FX-4100 (3,60 GHz, 2 x 2048 KiB L2, 8 MiB L3) Preis: € 100,-	Anno: 39,3 BC2: 93,2	DAO: 48,7 F1: 57,1	ME2: 109,5 SC2: 24,4	CB11.5: 2,92 Paint: 26,9	Truecrypt: 106 x264: 18,3	49,6 %

Spiele: Durchschnitts-Fps (1.680 x 1.050, kein AA/AF, max. Details), **Cinebench R11.5:** Punkte (Rendering X-CPU), **Paint.Net 3.36:** Millisekunden (PDN-Bench), **Truecrypt 7.0a:** MByte/s (100 MB, AES-Twofish-Serpent), **x264 HD v3.0:** Durchschnitts-Fps
System: Intel P45/P55/X58/P67/X79/AMD 990FX/790FX, 4 GiB DDR2-800/1066 (Socket 775/AM2+) und 4/6 GiB DDR3-1066/1333/1600 (Socket 1156/1366/AM3+/-/2011), GeForce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, Win7 x64, GeForce 260.99 (Q); SMT an, Turbo aus

LEPA

BEST VALUE.
BEST CHOICE.



LPC303

- Zwei vorinstallierte 12-cm-Lüfter
- Komplette Mesh-Frontblende
- Entkoppelte bodenseitige Netzteilmontage

39,99 €



49,99 €



89,90 €



www.lepatek.de • info@lepatek.de

Die sowohl preislich als auch technisch interessante Alternative für alle Einsatzbereiche jetzt bei Ihrem Händler bestellen.

ALTERNATE
HARDWARE • SOFTWARE • ENTERTAINMENT

amazon.de

Mindfactory
Aktivierungsoffiz

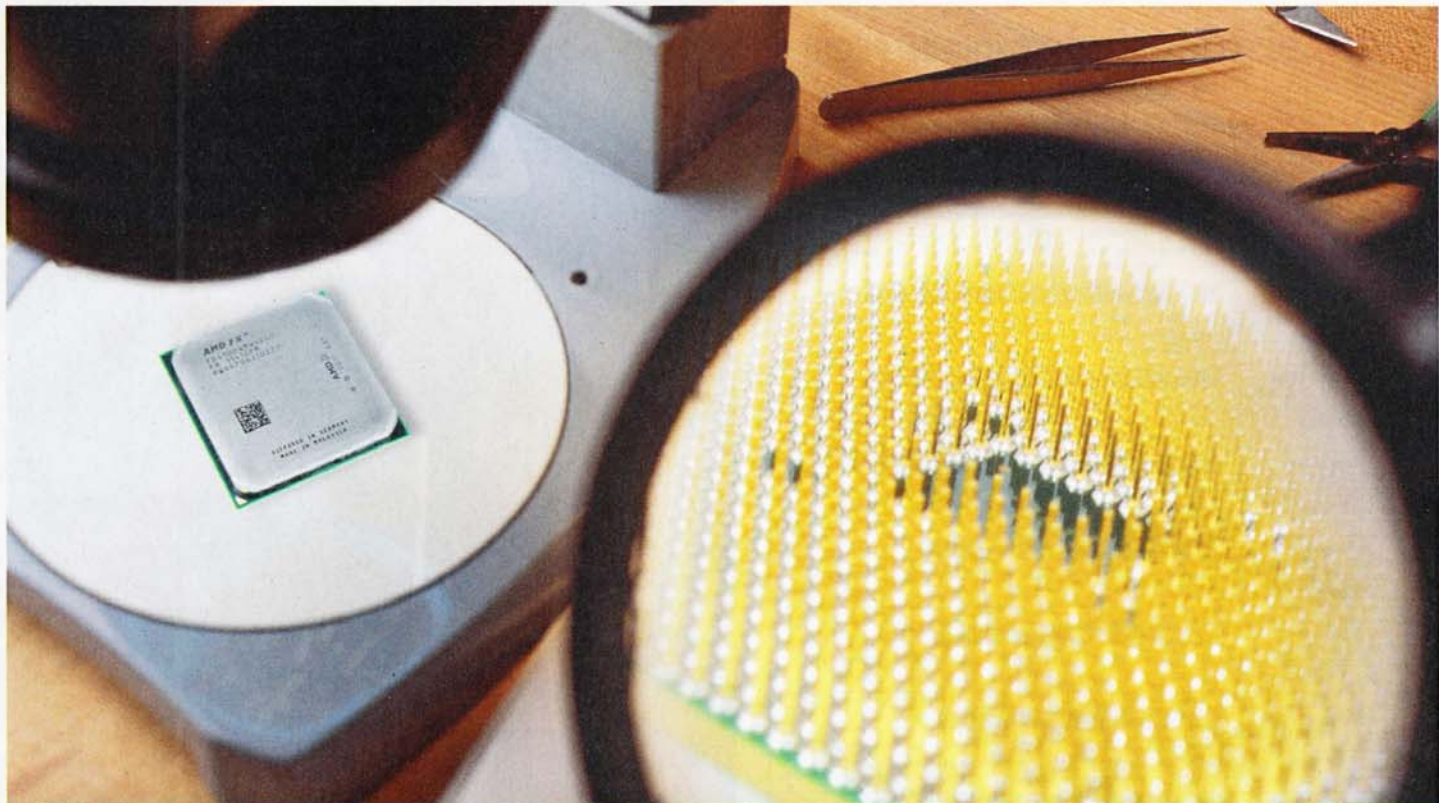


Bild: Modern_Tech

Wie schlagen sich FX-8150, FX-6100 und FX-4100 im Alltag?

AMDs FX in der Praxis

Nach unserem ausführlichen Bulldozer-Artikel in der PCGH 12/2011 fühlen wir den Modellen FX-6100 und FX-4100 sowie dem FX-8150 auf den Pin und prüfen, wie sich diese in der Praxis schlagen.

Rund einen Monat nach dem Verkaufsstart der Bulldozer-Prozessoren sieht die Liefersituation recht entspannt aus: Die kleinen Modelle, den FX-4100 und den FX-6100, listen viele Händler und verfügbar sind die Chips ebenfalls. Die Auslieferung der „achtkernigen“ FX dagegen lief zu Beginn sehr schleppend, das Flaggschiff FX-8150 war wochenlang nicht lieferbar.

Um herauszufinden, wie sich die Bulldozer-FX-CPUs im Alltag schlagen und was die kleineren Versionen in Sachen Performance sowie Leistungsaufnahme zu bieten haben, bestellten wir uns je einen FX-4100 und einen FX-6100 beim Versandhändler Alternate – so ist sichergestellt, dass wir genau solche CPUs testen, wie Sie sie erhalten.

Der FX-4100 als Boxed

Während AMD die FX-Topmodelle mit 125 Watt in einer Metallbox mit

einem Heatpipe-bestückten Kühler ausliefert, spart der Hersteller bei den kleineren Chips: Die Verpackung ist aus Pappe, darin befindet sich ein Aluminium-Kühler mit Kupferkern und einem 70-Millimeter-Lüfter.

Bei dem nur 15 Millimeter flachen Propeller handelt es sich um ein AFB0712HB-Modell von Delta Electronics. Dieses ist mit 0,33 Ampere bei 12 Volt sowie bis zu 3.800 Umdrehungen pro Minute spezifiziert. Im Praxistest ist dies deutlich zu hören: Nach 20 Minuten Prime 95 erreichen wir laute 3,6 Sone. Der FX-4100 bleibt mit ausgelesenen 51 Grad Celsius dafür sehr kühl.

Wir empfehlen Ihnen dennoch einen günstigen Tower-Kühler wie den Cooler Master Hyper TX3 Evo, dieser ist deutlich leiser als AMDs Boxed-Modell. Auf dem Sockel AM3+ drehbare Kühler ohne Klamm-

merbefestigung sind recht teuer und lohnen sich nur dann, wenn Sie Wert auf einen flüsterleisen Betrieb legen oder Ihren Bulldozer kräftig übertakten möchten.

Stromverbrauch unter Last: Single- und Multithreading

In der letzten Ausgabe attestierten wir dem FX-8150 einen vergleichsweise hohen Stromverbrauch, vor allem die Leistung pro Watt war noch schlechter als schon bei einem Phenom II X6 1100T – ein Sandy-Bridge-Modell ist weitaus effizienter. Bisher stellten wir jedoch

nur Messungen unter CPU-Volllast mit dem Cinebench R11.5 auf allen Kernen an. Im Singlethread-Test sinkt die Effizienz des FX-8150 weiter; der FX-6100 und FX-4100 erweisen sich in der Disziplin Leistung pro Watt im Vergleich je nach Last als schlechter oder besser.

Der ältere Phenom II X4 955 BE (C3-Stepping mit 125 Watt TDP) ist im Cinebench R11.5 nämlich nicht nur schneller als der FX-4100, sondern liefert auch mehr Punkte pro Watt (34 Prozent mehr bei Multithread). Der kleine Bulldozer ist überdies nicht günstiger als der Phenom II X4 955 BE, im Handel kosten beide CPUs (Stand: 17.11.2011) rund 100 Euro und sind ergo gleich teuer.

Der FX-6100 liegt preislich rund 10 Euro unter dem ehemaligen Flaggschiff Phenom II X6 1090T (etwa 145 Euro). In unserem Test ist das 100 MHz flottere Modell 1100T ver-

Bonusmaterial



Heft-DVD: Auf dem Datenträger finden Sie AMDs Overdrive in der Version 4.0.5 mit FX-Support.

www.pcgh.de/go/01-12



FX-4100: Einfacher Aluminium-Kühler



Der Boxed-Kühler des Bulldozer FX-4100 ist einfaches Aluminium-Modell mit Kupferkern. Der 70-Millimeter-Lüfter von Delta Electronics ist unter Last recht laut.



treten, gegen diesen kommt der FX-6100 nur im Singlethread-Betrieb in Schlagweite: Hier liefert er ähnlich viel Leistung pro Watt wie der Thuban-Chip, bei Nutzung aller Kerne respektive Module aber erweist sich der X6 1100T als die klar effizientere CPU.

Leistungsaufnahme in Spielen: FX konkurrenzfähig?

Sofern Sie allerdings den Bulldozer FX oder einen Phenom II „klassisch“ für Spiele einsetzen, spielt die verwendete Grafikkarte die größere Rolle. Mit einer nicht unbedingt sparsamen GeForce GTX 480 starten wir den fordernden Shooter *Metro 2033* im DX11-Modus inklusive 4x MSAA bei maximalen Details in Full-HD: Der Pixelbeschleuniger ist der limitierende Faktor, keine der getesteten CPUs läuft auf Hochtouren – wir erzielen rund 28 Fps. Dies hat zur Folge, dass die Bulldozer-Chips von ihren erweiterten Stromsparfähigkeiten Gebrauch machen und sich als effizienter erweisen als ihre Phenom-II-Vorgänger; erneut ist der FX-6100 der sparsamste der drei FX-Chips.

Übertaktungspotenzial

Da AMDs FX-CPU alle auf der gleichen Maske und dem gleichen Die basieren, sind Unterschiede bei der Übertaktung zwischen verschiedenen Modellen im Mittel theoretisch unwahrscheinlich. Praktisch aber zeigte sich im Test schnell, dass die Fertigungsqualität des 32-Nanometer-Prozesses starken Schwankungen unterworfen ist, was die CPU-Spannung und die dazugehörigen Taktraten anbelangt.

So wird der im Handel bestellte FX-4100 mit satten 1,39 Volt bei 3,6 GHz befeuert, während ein ebenfalls regulär gekaufter FX-8150 bei

doppelter Kernanzahl und gleichem Takt nur 1,24 Volt benötigt. Der uns von AMD geschickte FX-8150 kommt auf 1,25 Volt, erweist sich jedoch als besser übertaktbar: Mit dem eventuell selektierten Chip erreichen wir bei 1,35 Volt 4,2 GHz und mit dem „normalen“ FX-8150 nur 4,0 GHz bei 0,1 Volt mehr.

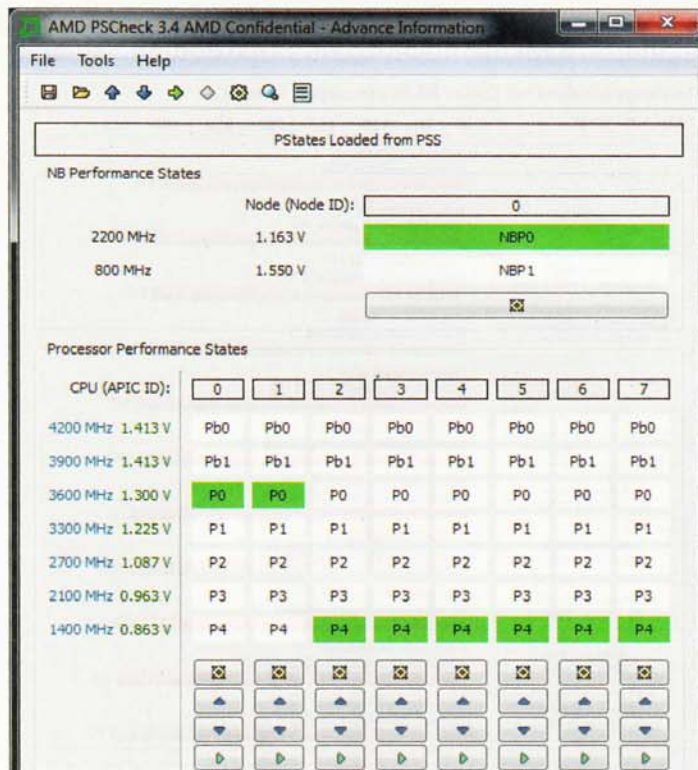
Der FX-6100 von Alternate braucht für den gleichen Takt aufgrund von weniger Kernen nur 1,31 Volt; zudem ist er dank 1,19 Volt bei Standardtakt vergleichsweise sparsam. Der eingangs erwähnte FX-4100 lässt sich mit zehn Prozent mehr Spannung gegenüber dem Basiswert auf 4,7 GHz treiben – scheitert trotz seiner hohen Standardspannung jedoch an der 4,0-GHz-Marke.

Das ist nicht ungewöhnlich, denn aufgrund der durchwachsenen Fertigung ist AMD gezwungen, weniger gute Chips mit viel Spannung und reduziertem Funktionsumfang zu verkaufen; wenn Sie sich einen Bulldozer FX-4100 zulegen, sollten Sie also nicht auf ein Übertaktungswunder hoffen.

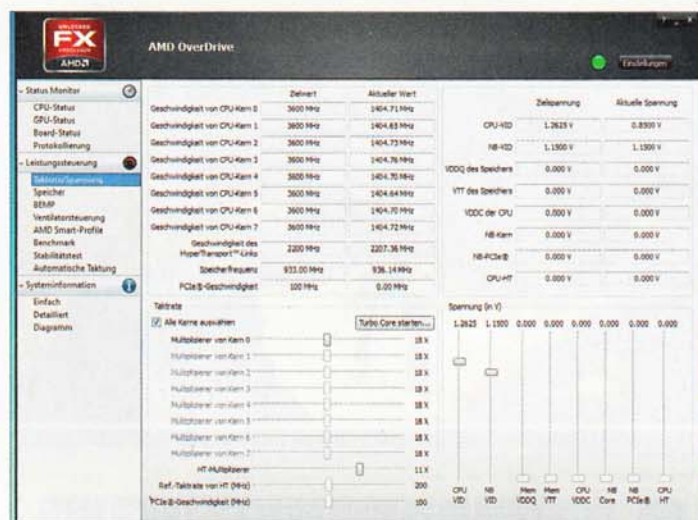
CPU-Northbridge & Module

Die in die CPU integrierte Northbridge, welche auch den Takt des L3-Caches vorgibt, bietet bei allen drei FX-Modellen gleich viel Potenzial: Mehr als 2,6 GHz erreichen wir nicht – selbst bei gefährlich hoher Spannung. In vielen Anwendungen ist der höhere CPU-NB-Takt kaum von Belang, die meisten Spiele aber profitieren davon spürbar. Sofern Sie einen Bulldozer-Chip tunen möchten, sollten Sie die Northbridge mit übertakten.

In der letzten Ausgabe erläuterten wir, dass das Abschalten der zweiten Integer-Einheit pro Modul



Das AMD-interne „PS Check“ gestattet es Ihnen, komplette Module auf bestimmte P- oder C-States zu fixieren – das spart Strom oder verbessert das OC-Potenzial.



Der „Taktrate“-Part unter „Taktrate/Spannung“ erlaubt die Modifikation des Taktes einzelner Module und „Turbo Core starten“ bietet eine Justierung des Turbos.

Übertaktung und Undervolting von drei FX-CPU

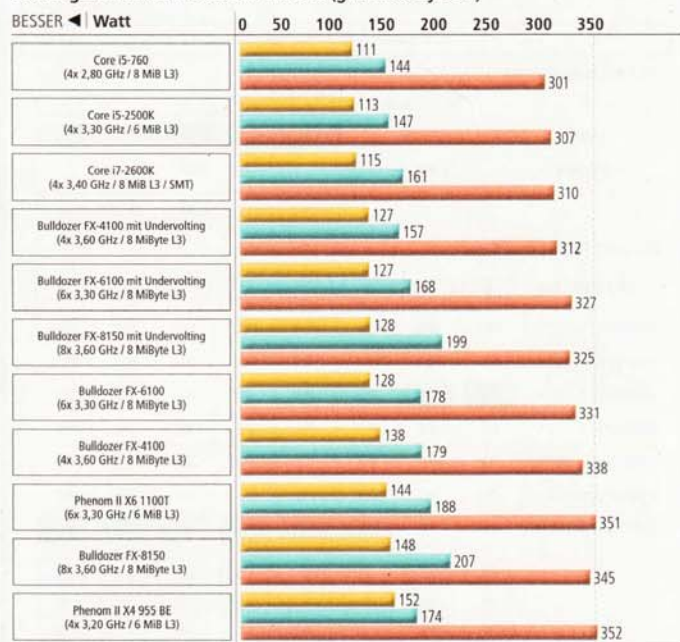
Übertaktung	FX-8150	FX-6100	FX-4100
Kernspannung (UEFI)*	1,36 statt 1,24 V	1,31 statt 1,19 V	1,53 statt 1,39 V
CPU-NB-Spannung (UEFI)*	1,27 statt 1,15 V	1,28 statt 1,16 V	1,375 statt 1,25 V
Stabil. Kerntakt (Prime 95)	4,0 statt 3,6 GHz	4,0 statt 3,3 GHz	4,7 statt 3,6 GHz
Stabil. NB-Takt (Prime 95)	2,6 statt 2,2 GHz	2,6 statt 2,0 GHz	2,6 statt 2,0 GHz
Punktezah (Cineb. R11.5)	6,55 statt 5,92	4,84 statt 4,08	3,77 statt 2,92
Leistungsaufn. (CB R11.5)	287 statt 207 Watt	241 statt 178 Watt	242 statt 179 Watt
Undervolting	FX-8150	FX-6100	FX-4100
Kernspannung (UEFI)	1,08 statt 1,24 V	1,043 statt 1,19 V	1,175 statt 1,39 V
Leistungsaufn. (CB Single)	128 statt 148 Watt	127 statt 128 Watt	127 statt 138 Watt
Leistungsaufn. (CB Multi)	199 statt 207 Watt	168 statt 178 Watt	157 statt 179 Watt
Leistungsaufn. (Metro)	325 statt 345 Watt	327 statt 331 Watt	312 statt 338 Watt

* jeweils +10 % gegenüber Standardspannung



Bulldozer FX: In Spielen weniger stromhungrig

Leistungsaufnahme mit Corsair HX-850 (gesamtes System)



System: GeForce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, P55/P67/990FX, 2x 2 GiByte DDR3-RAM; Win7 x64, GeForce 285.62; SMT an, Turbo aus. **Bemerkungen:** Während sich alle Systeme prozentual im Cinebench hinsichtlich der Leistungsaufnahme teils drastisch unterscheiden, sind es bei Metro 2033 maximal 17 Prozent.



In Metro 2033 mit maximalen DX11-Details samt 4x MSAA ist die Grafikkarte gefordert. Der FX-8150 pendelt zwischen 1,4 und 3,6 GHz – meist liegen nur 2,1 GHz an.

bei manchen Spielen mehr Leistung bringt. Im Falle des FX-8150 ist dies korrekt, bei einem FX-6100 oder gar FX-4100 sollten Sie alle Cluster-Teile aktiv lassen – vier bis sechs „Kerne“ nutzen aktuelle Spiele, die Threads „hüpfen“ daher kaum bis gar nicht über die Recheneinheiten.

Undervolting

Eine hohe Standardspannung als Sicherheitspuffer bietet je nach Modell viel Potenzial für eine Absenkung: So läuft der FX-4100 noch mit 1,175 statt 1,39 Volt stabil, dadurch sinkt die Leistungsaufnahme des kompletten Systems unter Last um 22 Watt, in *Metro 2033* sogar um 26 Watt. Der FX-6100 kommt gar mit nur 1,043 statt 1,19 Volt klar – allerdings wird der Chip hierdurch kaum sparsamer, möglicherweise ist dies statischen Leckströmen geschuldet. Auch der FX-8150 genehmigt sich trotz einer Differenz von 0,16 Volt weniger ähnlich viel Strom wie mit Standardspannung.

AMDs Overdrive

Wie in der letzten Ausgabe ausgeführt, ist die Übertaktung einer FX-CPU sehr simpel, da der Multiplikator nach oben hin offen ist – eine Änderung des Referenztaktes ist nicht erforderlich. Mit AMDs haus-eigenem „Overdrive“-Programm lassen sich Bulldozer-Prozessoren besonders einfach mit höheren Frequenzen betreiben, weil dies eine Justierung des Multiplikators und der CPU-Spannung im laufenden (Windows-)Betrieb erlaubt. Beachten Sie, dass Sie im Falle einer Übertaktung immer die Garantie verlieren, selbst wenn das Tool vom CPU-Hersteller stammt.

Die relevanten Informationen finden Sie nach dem Start von Overdrive im Menüpunkt „Taktrate/Spannung“: Der aktuelle Wert zeigt die anliegende Frequenz an, üblicherweise die für den Leerlauf typischen 1,4 GHz. Der Zielwert ist die

Taktrate unter Last. Im unteren linken Viertel stellen Sie die Frequenzen für alle Kerne ein, hinter dem „HT-Multiplizierer“ versteckt sich der CPU-NB-Takt, welcher auch den L3-Cache beschleunigt.

Passend dazu finden Sie im rechten unteren Viertel die Spannungen für CPU und Northbridge; Erstere ist bereits auf den Lastwert (ohne Turbo) eingestellt. Steigern oder senken Sie hier im Wechsel Takt sowie Spannung, klicken Sie auf „Übernehmen“ und prüfen Sie per Prime 95, ob das Setting stabil läuft. Eine praktische Funktion ist das Feld „Turbo Core starten“, welches Ihnen Zugriff auf den Turbo bietet.

Bei einem FX-8150 ist es möglich, zwei Kerne auf beispielsweise 4,7 GHz zu treiben, die Hälfte auf 4,4 GHz und im Hauptfenster alle Kerne auf 4,0 GHz – so passen Sie die Leistung optimal an verschiedene Lastszenarien an.

Der P-State Check

Ein interessantes, inoffizielles Programm ist „PS Check“, welches nur für den AMD-internen Gebrauch gedacht war, aber dennoch im Internet zu finden ist. Hiermit können Sie im Betrieb einzelne Kerne auf bestimmte Takt- sowie Spannungslevels (P-States) festlegen, während Sie die anderen beispielsweise per Overdrive übertakten. Dies maximiert die Effizienz der CPU. (ms)

Fazit



Bulldozer FX in der Praxis

Die kleineren Bulldozer-Modelle überzeugen in der Praxis durch eine bessere Effizienz als das Flaggschiff und bieten ähnliche Übertaktungsergebnisse. Sofern Sie ein neues AMD-System zu einem fairen Preis aufbauen möchten, bietet sich der FX-6100 an. Per Undervolting werden alle FX-Chips sparsamer, das Potenzial ist recht hoch.

Leistung pro Watt im Vergleich: Sandy Bridge vor Lynnfield, Phenom II und Bulldozer

CPU-Modell	CB R11.5 (Singlethread)		CB R11.5 (Multithread)		Metro 2033, „Verfluchte Station“		
Core i5-760	0,94 Punkte	111 Watt	0,85 Punkte pro Watt	3,75 Punkte	144 Watt	2,60 Punkte pro Watt	28 Fps
Core i5-2500K	1,34 Punkte	113 Watt	1,19 Punkte pro Watt	5,26 Punkte	147 Watt	3,59 Punkte pro Watt	28 Fps
Core i7-2600K	1,39 Punkte	115 Watt	1,21 Punkte pro Watt	6,68 Punkte	161 Watt	4,15 Punkte pro Watt	28 Fps
Phenom II X4 955 BE	0,97 Punkte	152 Watt	0,64 Punkte pro Watt	3,80 Punkte	174 Watt	2,18 Punkte pro Watt	28 Fps
Phenom II X6 1100T	1,00 Punkte	144 Watt	0,69 Punkte pro Watt	5,88 Punkte	188 Watt	3,13 Punkte pro Watt	28 Fps
Bulldozer FX-4100	0,89 Punkte	138 Watt	0,65 Punkte pro Watt	2,92 Punkte	179 Watt	1,63 Punkte pro Watt	28 Fps
Bulldozer FX-6100	0,84 Punkte	128 Watt	0,66 Punkte pro Watt	4,08 Punkte	178 Watt	2,29 Punkte pro Watt	28 Fps
Bulldozer FX-8150	0,89 Punkte	148 Watt	0,60 Punkte pro Watt	5,92 Punkte	207 Watt	2,86 Punkte pro Watt	28 Fps

Leistungsaufnahme des gesamten Systems; Punkte bzw. Fps pro Watt mal 100

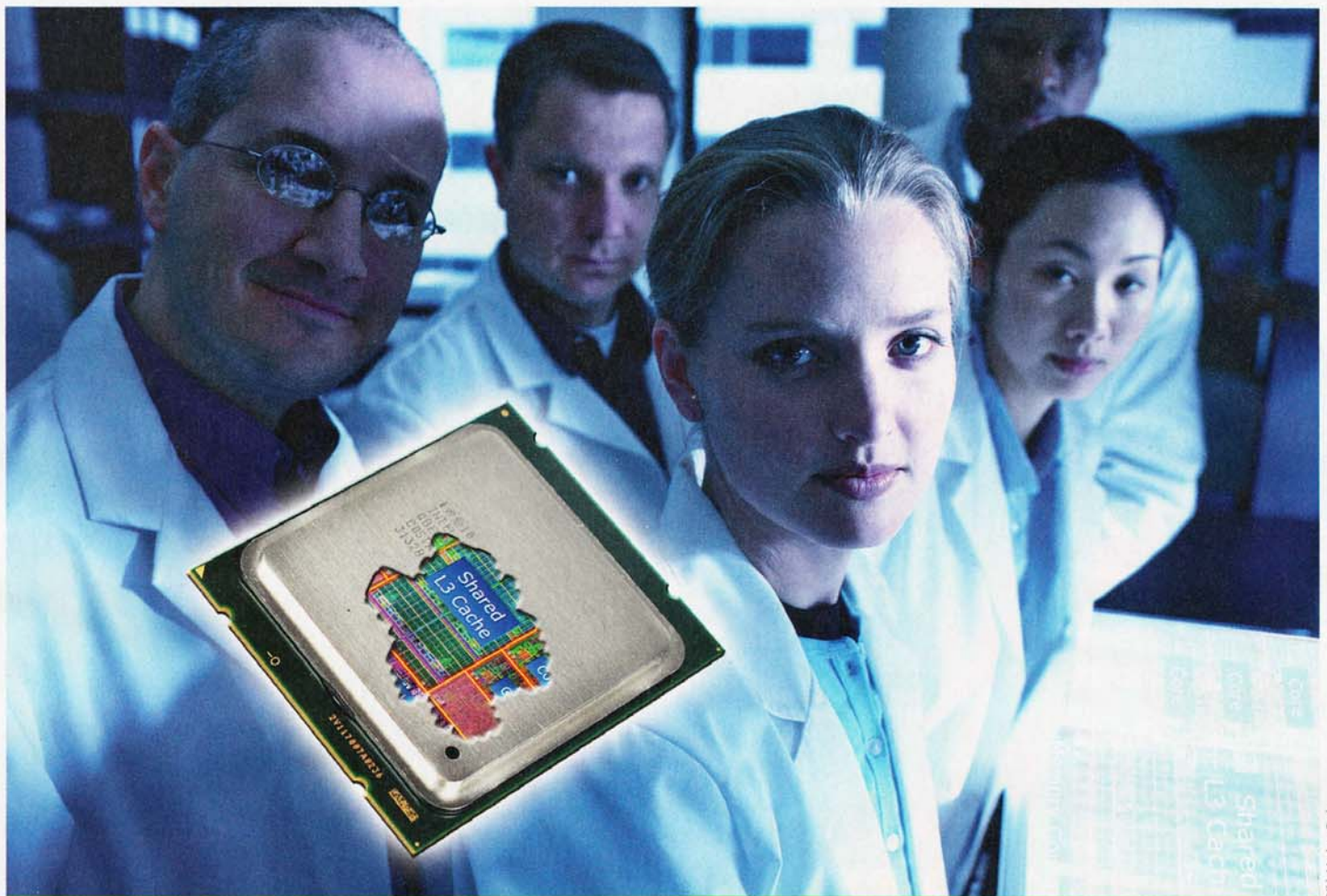


Bild: Modern-Tech

Intels neues Flaggschiff Core i7-3960X auf dem Prüfstand

Sandy Bridge Extreme

Nach der Mittelklasse für den Sockel 1155 fährt Intel extremere Geschütze auf: Sandy Bridge E für den Sockel 2011 bietet mehr Kerne, doppelt so viele Speicherkanäle und die neue X79-Plattform.

Der König ist tot, lang lebe der König: Nach rund drei Jahren schickt Intel die Sockel-1366-Plattform in Rente und ersetzt diese durch die neue Sockel-2011-basierte Version. Unter der Haube der dazugehörigen CPUs steckt die bekannte Sandy-Bridge-Architektur, die für den Sockel 1155 bereits seit Januar in der Mittelklasse und im Performance-Segment für Furore sorgt. Für die SNB-E-Flaggschiffe aber spendiert Intel der Technikbasis einige Neuheiten und stellt den CPUs den X79-Chipsatz zur Seite.

Tick Tack: Der große Zeiger

Seit einigen Jahren fährt der Hersteller die sogenannte „Tick Tack“-Strategie: Diese sieht vor, dass mit

einem Tack eine neue Architektur vorgestellt wird, die auf einem bewährten Fertigungsprozess basiert, während ein Tick einen Shrink bezeichnet – AMD beispielsweise versuchte für den Bulldozer gleich beide Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. So basierten die ersten Intel-CPU's (Codename „Bloomfield“) für den Sockel 1336 auf dem 45-Nanometer-Verfahren. Später folgten die „Lynnfield“-Chips für den Mittelklasse-Sockel mit 1.156 Kontakten – dies war das „Nehalem“-Tack nach der verkleinerten Core-2-Generation („Penryn“ und „Wolfdale“). Auf dem Sockel 1156 erprobte Intel anschließend die 32-Nanometer-Fertigung in Form der „Clarkdale“-Zweikerner, die zudem erstmals

eine externe 45-nm-Grafikeinheit boten (nicht im Chip selbst, sondern nur auf dem Träger). Es folgte das High-End-Portfolio für den Sockel 1366, die sechskernigen „Gulftown“-Modelle im nun ausgereiften 32-Nanometer-Verfahren; das „Westmere“-Tick.

Mit der Sandy-Bridge-Architektur schuf Intel per Tack Anfang des Jahres die neue Sockel-1155-Plattform, deren Modelle wie der Core i5-2500K auf der 32-Nanometer-Fertigung basieren. Das Gleiche gilt für „Sandy Bridge Extreme“, welche im Prinzip die selbe Technik nutzen. Mit „Ivy Bridge“ folgt ein sogenanntes „Tick+“, denn Intel sattelt nicht nur auf den 22-Nanometer-Prozess

um, sondern verbessert vor allem die integrierte Grafikeinheit drastisch. Mehr zu diesem Thema erfahren Sie im Special Hardware 2012 ab Seite 20.

SNB-E: Die Architektur

Intel selbst spricht von Sandy Bridge Extreme (SNB-E) für die Desktop-Variante, daneben existieren noch die Versionen Sandy Bridge EP und EN. Darunter fallen die Server-Modelle: Extreme und EP für den Sockel 2011, EN für den Sockel 1356. Die technische Grundlage aber ist für alle die gleiche.

Als Basis dient ein Die mit Kantenlängen von 20,8 auf 20,9 Millimetern – mit einer Fläche von knapp

Sandy Bridge Extreme: Zwei Sechskerner zum Start, der Quadcore erscheint erst Q1/2011

Modell	Kerne/Threads	Takt	Turbo	L3-Cache	Speicher	TDP	Listenpreis	Straßenpreis
Core i7-3960X	6/12	3,3 GHz	Bis zu 3,9 GHz	15 MiByte	DDR3-1600 (Quadchannel)	130 Watt	990 US-Dollar	Ca. 930 Euro
Core i7-3930K	6/12	3,2 GHz	Bis zu 3,8 GHz	12 MiByte	DDR3-1600 (Quadchannel)	130 Watt	555 US-Dollar	Ca. 520 Euro
Core i7-3820	4/8	3,6 GHz	Bis zu 3,9 GHz	10 MiByte	DDR3-1600 (Quadchannel)	130 Watt	Nicht bekannt	Nicht bekannt

435 Quadratmillimetern bei 2,27 Milliarden Transistoren toppt dieser Chip sogar AMDs ziemlich groß ausgefallenes Orochi-Design (als Zambezi respektive FX im Desktop-Handel). Optisch erinnert die schlichte CPU an einen Pentium III-S, denn die seit einigen Jahren üblichen Kontakte auf der Oberseite des Trägers nutzt Intel bei Sandy Bridge Extreme nicht mehr.

Unter der Metallhaube stecken bis zu acht CPU-Kerne, die mittels Ringbus mit dem maximal 20 MiByte fassenden Level-3-Cache kommunizieren. Pro Kern steht damit mehr Zwischenspeicher zur Verfügung als bei den Sandy-Bridge-Modellen für den Sockel 1155, was allerdings in Spielen kaum für Vorteile sorgt. Eine Grafikeinheit ist bei Sandy Bridge Extreme nicht enthalten.

Da SNB-E in erster Linie ein Server-Prozessor ist, der im Desktop-Markt auch an Enthusiasten verkauft wird, hat Intel den integrierten Speichercontroller (IMC) verbessert. Mit vier Kanälen steigt die Datenübertragungsrate um ein Drittel im Vergleich zu einem Gulftown und gegenüber der Sandy-Bridge-Mittelklasse tritt gar eine Verdopplung ein. Damit nicht genug, gibt der Hersteller den SNB-E-Chips noch eine Unterstützung für DDR3-1600 beim Einsatz von einem RAM-Riegel pro Speicherkanal mit auf den Weg (bei zwei pro Kanal ist nur noch DDR3-1333 spezifiziert).

Zum Vergleich: Ein Gulftown tritt nur mit DDR3-1066 an und die 1155-Chips mit DDR3-1333. In der Praxis ist die immense Datenübertragungsrate von SNB-E allerdings nur für Server-Anwendungen von Relevanz, typische Desktop-Szenarien oder Spiele können mit diesem gewaltigen Speicherdurchsatz von hohen 51,2 GByte/s wenig bis gar nichts anfangen.

Die CPU stellt überdies satte 40 PCI-Express-Lanes zur Verfügung, was insbesondere Nutzer von Crossfire- oder SLI-Setups aufhorchen lässt. Die Leiterbahnen selbst sind offiziell nur zu den PCI-E-2.0-Spe-

zifikationen kompatibel, Intel aber spricht von einer prinzipiellen Tauglichkeit für das 3.0-Protokoll. Allerdings mangelte es dem Chipriesen an passenden Grafikkarten, um den 3.0-Standard validieren zu können – die Mainboard-Hersteller werben dennoch mit diesem Feature auf den Verpackungen.

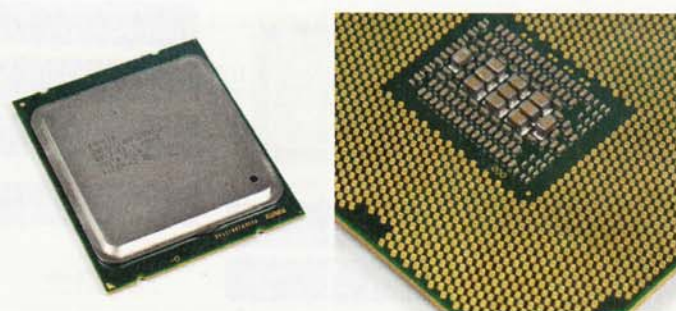
Auf der Feature-Seite haben die SNB-E-CPU das zu bieten, was auch die Mittelklasse beherrscht: Sei es Simultaneous Multithreading (SMT), AVX oder AES in Hardware – alles dabei. Was den Desktop-Ablegern im C1-Stepping allerdings fehlt, ist die VT-d. Diese Funktion für die Virtualisierung von I/O-Geräten wird erst mit der C2-Revision nachgerüstet; aus diesem Grund erscheinen die Xeons auf Basis von SNB-EP/-EN auch erst Anfang 2012 – übrigens dann offiziell mit PCI-Express 3.0. Für Spieler ist das VT-d-Feature nicht von Belang.

Wichtiger ist der Turboboost 2.0, der jedoch so arbeitet wie bisher bekannt: Abhängig von der Temperatur und der Kernauslastung steigen die Taktraten um einige hundert Megahertz.

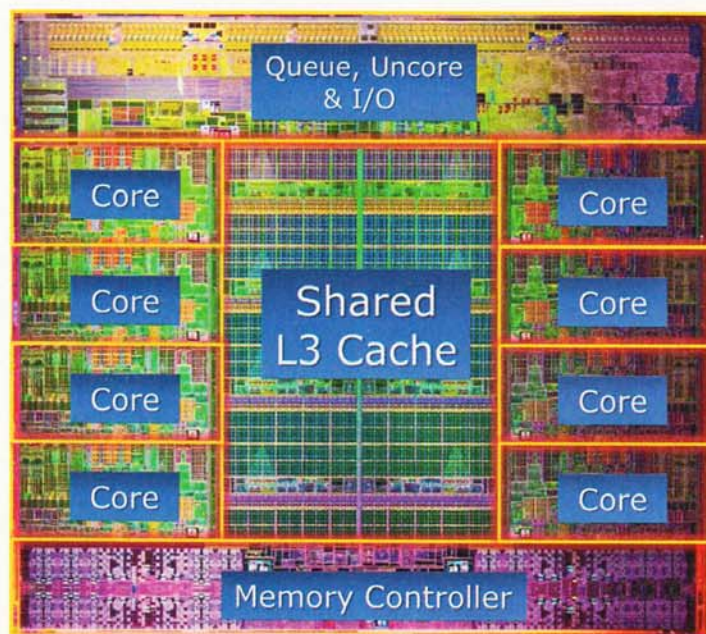
SNB-E: Die Plattform

Passend zu den neuen CPUs ist eine frische Plattform fällig, da diese beispielsweise die vier Speicherkanäle unterstützen muss. Im Gegensatz zu 1366er-PCs, welche ein Tandem aus X58-Chipsatz (der IOH, Input-Output-Hub) und ICH10R-Southbridge nutzen, vertrauen Sockel-2011-Systeme auf ein Single-Chip-Design. Die Lanes für die Grafikkarten stecken in der CPU, daher wird nur ein Plattform Controller Hub (PCH) benötigt: der X79-Chip alias „Patsburg“.

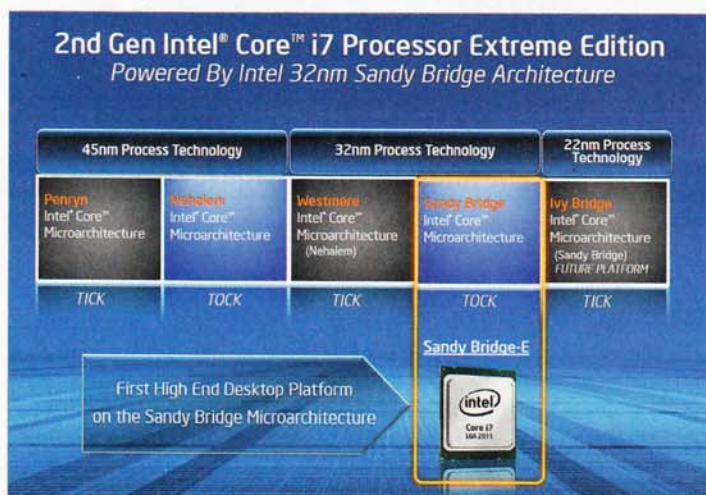
Dieser wird im veralteten 65-Nanometer-Prozess gefertigt und kostet Mainboard-Hersteller stolze 75 US-Dollar das Stück. Technisch gleicht der X79 aber dem halb so teuren P67, einzig dessen TDP liegt mit rund 7 Watt ein bisschen darüber. Dennoch stellt der Chip nur sechs SATA-Ports (davon zwei mit 6Gb/s) und 14 USB- ▶



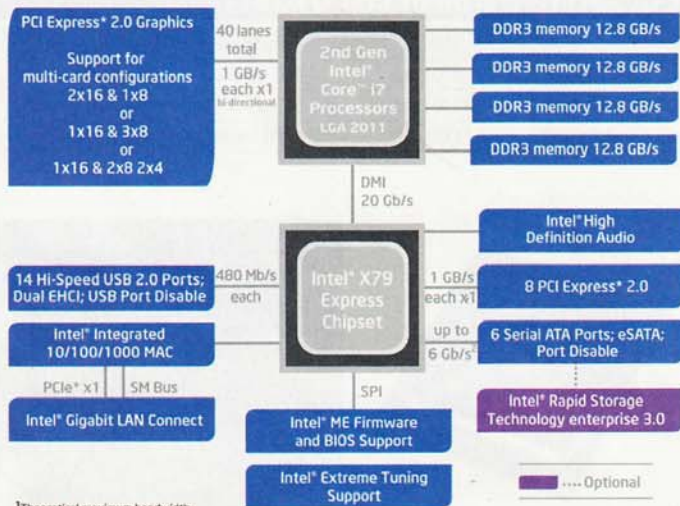
Der Core i7-3960X erinnert optisch ein bisschen an einen Pentium III-S, da die Kontakte auf dem Träger fehlen. Auf der Unterseite gibt's davon allerdings 2.011 Stück.



Das Die kommt auf 435 Quadratmillimeter bei 2,27 Milliarden Transistoren. Volle acht Kerne und 20 MiByte L3-Cache bieten nur bestimmte Xeon-Modelle, aber kein i7.



Sandy Bridge Extreme zählt wie gehabt zu „Tack“, sprich einer neuen Architektur. Das „Tick“ ist der Shrink namens Ivy Bridge, der auch ein paar Neuerungen bringt.



¹Theoretical maximum bandwidth
²All SATA ports capable of 3 Gb/s. 2 ports capable of 6 Gb/s.

Der X79 bietet acht PCI-E-2.0-Lanes, 14 USB-2.0-Ports und sechs SATA-Anschlüsse, davon allerdings nur zwei 6Gb/s-Versionen. Die CPU ist per DMI 2.0 angekoppelt.

Der Sockel 2011: Neue Montage mit zwei Hebeln

Schritt 1: CPU im Sockel positionieren



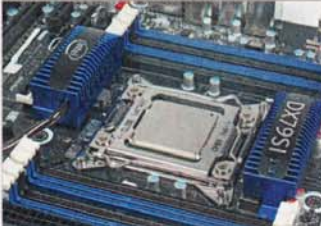
Schritt 2: Metallklappe schließen



Schritt 3: Hebel #1 arretieren



Schritt 3: Hebel #2 arretieren



Der Sockel 2011 bietet aufgrund der immensen Größe der dazugehörigen CPUs eine Arretierung mit gleich zwei Hebeln. Diese sorgen für ausreichend Anpressdruck an allen Kontakten. Der Chip selbst kann aufgrund der üblichen Einkerbungen nur in einer Position eingesetzt werden. Danach gilt es, die Metallklappe zu schließen – so weit, so bekannt. Arretieren Sie nun zuerst den Hebel, der von den I/O-Anschlüssen abgewandt ist, und anschließend den, der sich nahe von USB und Co. befindet. Achtung: Der erste Hebel darf nicht zu weit geöffnet werden!

2.0-Anschlüsse zur Verfügung – das modernere USB 3.0 kommt erst mit den „Panther Point“-Chipsätzen der 7er-Serie für die Ivy-Bridge-Generation. Die aktuelle Schnittstelle ist für Server-Systeme nicht von Relevanz, im Desktop-Markt wird sie auf praktisch allen Sockel-2011-Platinen per Zusatzchip nachgerüstet.

Der X79 bietet acht PCI-E-2.0-Lanes, wovon allerdings eine für das Gigabit-LAN verwendet wird. Die Verbindung zur CPU wird mittels DMI 2.0, also vier PCI-E-2.0-Lanes, hergestellt. Der Patsburg beherrscht prinzipiell zudem die Option, vier der 40 3.0-Lanes hierfür zu nutzen, der X79-Ableger aber nicht. Die Kommunikation per QPI wie beim X58 ist ergo Geschichte und mit ein Grund für die geringe TDP – das Gespann aus X58 und ICH10R kommt auf stolze 28,5 Watt!

SNB-E: Der Sockel 2011

Intel schmunzelt zwar gerne über diesen Zufall, der Sockel 2011 hat aber nichts mit der Jahreszahl seiner Veröffentlichung zu tun: Verantwortlich für die Bezeichnung sind vielmehr die 2.011 Federchen im Sockel. Ergo bieten die dazugehörigen CPUs die passende Anzahl an Kontakten. Die Stromversorgung ist zweigeteilt: Die Kerne sowie der Uncore-Bereich inklusive Caches laufen je nach Last mit unterschiedlicher Spannung, der System Agent (u. a. der Speichercontroller sowie I/O) erhält knapp ein Volt.

Neu ist die Arretierung der CPU mit zwei Hebeln statt nur einem, dies sorgt für ausreichend Anpressdruck. Den benötigen auch die passenden Kühler und da wird es schwierig: Die Löcher rund um den Sockel sind zwar identisch zum 1366er-Pendant, allerdings sieht Intel eine geänderte Halterung vor – somit benötigen Sie entweder ein

2011er-Umrüstkit für Ihren CPU-Kühler oder aber gleich ein neues Modell mit entsprechender Kompatibilität. Der Hersteller Noctua liefert auf Anfrage das NM-I2011-Kit kostenlos aus, sofern Sie den Kaufbeleg von Kühler und Mainboard an die Österreicher schicken (das Formular finden Sie im Bonusmaterial der PCGH 01/2012).

SNB-E: Die Modelle

Intel schickt Stand November 2011 nur zwei Desktop-Versionen von Sandy Bridge Extreme ins Rennen: den Core i7-3960X und den Core i7-3930K, beide mit sechs Kernen und einem nach oben bis Stufe 57 offenen Multiplikator. Diese Chips unterscheiden sich nur durch 100 MHz Differenz, die K-CPU bietet zudem nur 12 statt 15 MiByte L3-Cache – beides wirkt sich nicht spürbar auf die Leistung aus, sondern nur messbar. Mit einem Listenpreis von 555 US-Dollar anstatt 990 US-Dollar ist der Core i7-3930K überdies deutlich günstiger; im Handel kosten die CPUs rund 930 respektive 520 Euro.

Beiden Modellen gemein ist die TDP von 130 Watt sowie die Tatsache, dass sie ohne Kühler ausgeliefert werden. Der Boxed (deswegen nur 990 statt 999 USD für den i7-3960X) sowie eine Wasserkühlung sind optional erhältlich.

Im Frühling 2012 soll der Core i7-3820 folgen, dieser bietet einen maximalen Multi von 45 und ist damit angesichts eines Core i7-2700K eher unspannend – das ist vermutlich auch der Grund für das späte Erscheinen des Chips. Die Server-Modelle der Xeon-5-2600- sowie E5-1600-Serie folgen ebenfalls im ersten Quartal 2012 und bieten maximal acht Kerne bei 3,1 GHz sowie einer TDP von 150 Watt – Kostenpunkt: bis zu fast 2.000 US-Dollar. ▶

Chipsätze im Vergleich: Der X79 bietet wenige SATA-6Gb/s-Ports und kein USB 3.0, dafür viele Lanes

Chipsatz (plus Southbridge) / PCH	AMD 990FX + SB950	AMD A75	Intel Z68	Intel X58	Intel X79
Sockel	Sockel AM3+	Sockel FM1	Sockel 1155	Sockel 1366	Sockel 2011
PCI-Express-2.0-Lanes – Grafikkarte(n)	32	16	16 (Lanes von der CPU)	36 (Lanes von der CPU)	40 (Lanes von der CPU)
PCI-Express-2.0-Lanes – sonstige	10	8	8 (Lanes vom PCH)	6 (Lanes vom PCH)	8 (Lanes vom PCH)
CPU-Anbindung	HT 3.0 mit 2,6 GHz	UMI	DMI 2.0	QPI	DMI 2.0
Anzahl an SATA-6Gb/s-Ports	6	6	2	Nicht vorhanden	2
Anzahl an SATA-3Gb/s-Ports	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	4	6	4
Anzahl an USB-3.0-Ports	Nicht vorhanden	4	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Anzahl an USB-2.0-Ports	14	10	14	12	14
Crossfire	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)	Ja (2 x 8)	Ja (2 x 8)	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)
SLI	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)	Nicht unterstützt	Ja (2 x 8)	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)	Ja (2 x 16 oder 4 x 8)

Spieleleistung: Sandy Bridge E meist ganz vorne

Anno 1404 v1.2: PCGH-Benchmark „Riesige Stadt“ – max. Details, Direct X 10



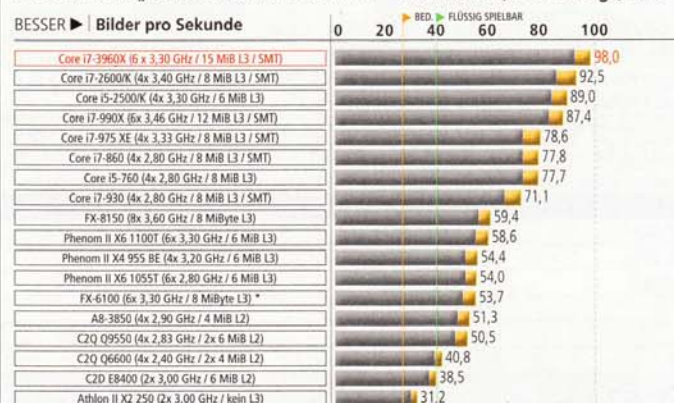
Bad Company 2 v589035: „Crack the Sky“ – max. Details, Direct X 11, HBAO aus



Dragon Age Origins v1.04: PCGH-Benchmark „Ostagar“ – max. Details, Direct X 9



F1 2010 v1.01: „Bahrain International Circuit“ – max. Details, 24 Fahrzeuge, DX 9



Minimum-Fps 1.680 x 1.050, kein AA/AF

System: GeForce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, P45/P55/X58/P67/X79/890FX/990FX, 2 x 3 x 2 bzw. 4 x 4 GiByte RAM; Win7 x64, GeForce 260.99; SMT aus, Turbo aus

Rechenleistung

So schnell ist der Core i7-3960X in Spielen und Anwendungen

Der von Intel zur Verfügung gestellte Core i7-3960X ist das Flaggschiff der neuen Sockel-2011-Prozessorflotte. Mit 990 US-Dollar tritt er die Nachfolge des Core i7-990X an. Den etwas günstigeren Core i7-3930K (Intel-Preis: 555 US-Dollar) konnten wir in diesem Test leider nicht durch Heruntertakten simulieren, da er neben 100 MHz weniger Takt auch über lediglich 12 statt 15 MiByte L3-Cache verfügt.

Leistung in Spielen

Im Spielbetrieb zeigt sich der Core i7-3960X von seiner besten Seite und überflügelt in einigen Spielen die Konkurrenz. In *Battlefield* liegt der neue Sechskerner beispielsweise um über 20 Fps vor den Modellen i7-990X und i7-2600K, die ihrerseits bereits einen deutlichen Vorsprung zu anderen AMD- und Intel-Prozessoren haben. Auch in *Dragon Age: Origins* glänzt das Flaggschiff und erzielt durchschnittlich rund 100 Fps. In *F1 2010* liegt der Sandy-Bridge-E-Chip im Durchschnitt fast im dreistelligen Fps-Bereich, die Minimum-Fps entsprechen etwa dem Durchschnittswert eines Core i7-2600K.

Der Sandy-Bridge-E-Prozessor dominiert das Testfeld aber nicht immer, in *Anno 1404* liegt der Chip beispielsweise „nur“ auf i7-990X-Niveau, der Core i7-2600K mit 100 MHz mehr Takt ist und bleibt Spitzenreiter. In *Mass Effect 2* gelingt es der neuen Intel-CPU ebenfalls nicht, einen neuen Bestwert aufzustellen – bei durchschnittlich 160,6 Fps ist das aber zu verschmerzen. Da *Mass Effect 2* bereits mit vier Kernen optimal läuft, sorgt vielleicht das Wechseln einzelner Threads zwischen den sechs CPU-Kernen dafür, dass es der i7-3960X nicht an den Quadcores i7-2600K und i5-2500K vorbei schafft. Insgesamt betrachtet ist der i7-3960X die momentan schnellste Spiele-CPU und liefert in 1.680 x 1.050 rund 50 Prozent höhere Fps-Raten als die schnellsten AMD-Chips. Abhängig vom Benchmark rangiert der Sandy-Bridge-E-Prozessor entweder mindestens auf dem Niveau eines Core i7-2600K oder Core i7-990X und setzt sich in einigen Fällen deutlich von beiden Modellen ab. In gänzlich neue Leistungs-

regionen stößt der i7-3960X allerdings nicht vor: Der Vorsprung ist geringer als 10 Prozent, das Sandy-Bridge-Modell i7-2600K ist immer in Schlagdistanz.

Anwendungen

Während die meisten Spiele nicht alle sechs Kerne des i7-3960X nutzen können, zeigt sich in modernen Anwendungen, zu welcher Leistung Sandy Bridge Extreme imstande ist, wenn stark parallelisierte Berechnungen anstehen. Im Cinebench setzt sich der Neuling mit 9,64 Punkten an die Spitze und übertrumpft damit auch den i7-990X mit ebenfalls sechs Kernen, der es auf lediglich 8,72 Punkte bringt. AMDs Topmodell ist mit 5,92 Punkten weit abgeschlagen, auch der i7-2600K mit lediglich vier Kernen kann es mit 6,68 Punkten nicht mit dem i7-3960X aufnehmen. Das Spiel wiederholt sich im Benchmark Paint.Net: Der bisherige Spitzenreiter i7-990X benötigt für die Berechnung etwas länger, die Sandy-Bridge-Vierkerner und AMDs Bulldozer-CPU sind deutlich abgeschlagen. Die Core-2-Modellreihe ist chancenlos, der beliebte Core 2 Quad Q6600 benötigt beispielsweise beinahe dreimal so viel Zeit, um den Test abzuschließen.

Videokomprimierung erledigt Intels Neuer außerordentlich flott und schneidet mit 49,1 Fps im x264-HD-Benchmark am besten ab. Zum Vergleich: Der i7-990X bringt es nur auf 44,9 Fps, AMDs FX-8150 liegt mit 35,1 Fps noch weiter hinten, aber immerhin knapp vor dem i7-2600K (34,4 Fps). Bei der Verschlüsselung mittels Truecrypt kann der neue Intel-Chip wie AMDs Bulldozer-Generation, Intel Gulftown und die Sandy-Bridge-E-Modelle auf im Chip implementierte Einheiten zur AES-Verschlüsselung zurückgreifen, was ihm zu einer sehr guten Leistung verhilft. Dennoch muss sich der Sockel-2011-Prozessor in diesem Anwendungs-Benchmark knapp geschlagen geben: Während der i7-990X 279 MB/s erreicht, bringt es der i7-3960X „nur“ auf 277 MB/s. Die höhere Pro-MHz-Leistung genügt in diesem Fall also nicht ganz, um den höheren Grundtakt des Core i7-990X – 3,46 statt 3,30 GHz –

wettzumachen. Trotzdem reicht es für den i7-3960X damit zum ersten Platz im Anwendungs-Ranking.

Turbo-Modus

Wie bei allen bisherigen Core-i7-CPU's lässt sich der Turbo-Modus im UEFI (beziehungsweise BIOS) deaktivieren, sodass ein Direktvergleich möglich ist: Was bringt die Funktion in Spielen und Anwendungen? Bevor wir diese Frage beantworten, kurz das Wichtigste zum Turbomodus: Der Standardtakt des i7-3960X beträgt zwar 3,3 GHz; sofern die Kühlung ausreichend dimensioniert ist, wird der Takt unter Last aber auf 3,6 GHz angehoben. Das ist beispielsweise im Cinebench der Fall, der alle sechs CPU-Kerne nutzt. Bei Programmen, die höchstens zwei Kerne auslasten, beträgt die Maximaltakt rate 3,9 GHz. In Spielen führt der Turbomodus zu 2 bis 9 Prozent Mehrleistung. *Starcraft 2* profitiert am stärksten, da das Spiel auf zwei CPU-Kernen läuft und somit die Taktrate besonders stark angehoben wird. Im Mittel erhöht sich die Framerate um etwa 5 Prozent. In unseren vier Standardanwendungen verbessert die Funktion die Benchmark-Ergebnisse um 8 Prozent, im Cinebench-Test steigt die Punktezahl beispielsweise von 9,64 auf 10,57 Punkte.

Beim Core i7-3930K (3,2 GHz) sorgt der Turbomodus ebenfalls für eine Taktanhebung um bis zu 600 MHz, beim im ersten Quartal 2012 erwarteten Core i7-3820 wird die Taktrate aufgrund des hohen Basistakts lediglich von 3,6 auf 3,9 GHz steigen – 4,0 GHz und

mehr sind auch bei Intels neuen High-End-CPU's Übertaktern vorbehalten.

Zwischenfazit: Leistung

Während in Spielen der Schritt von vier zu sechs Kernen eher geringe Vorteile bringt und ein günstiger i7-2600K oder gar i5-2500K oft ähnlich flott sind, trumpft der Sandy-Bridge-Extreme-Chip in Anwendungen auf und deklassiert die Sandy-Bridge-Quadcores. Mit einem Gulftown-Prozessor wie dem i7-990X lässt sich allerdings eine ähnliche Leistung erzielen. Die schnellste Sockel-2011-CPU vereint die Vorteile von Gulftown-Prozessoren (sechs Kerne) und Sandy-Bridge-E-CPU's (höchste Pro-MHz-Leistung). Im High-End-Bereich gibt es daher sowohl für Anwendungen als auch Spiele derzeit keine bessere Wahl als einen Core i7-3960X, wenn man das Preis-Leistungs-Verhältnis außer Acht lässt.

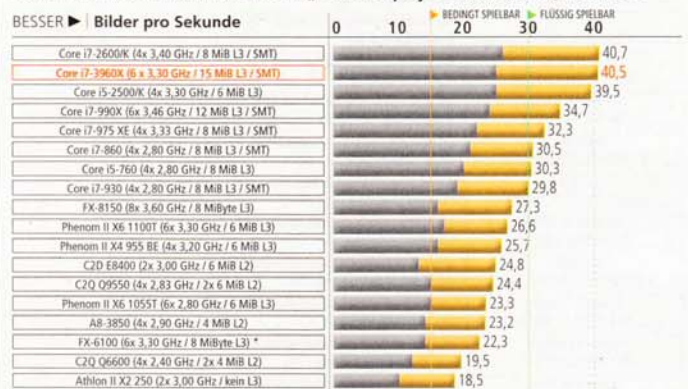
Genau diese Zielgruppe wird es auch zu schätzen wissen, dass Sandy-Bridge-E-Mainboards bis zu acht RAM-Module für bis zu 64 GiByte Zwischenspeicher aufnehmen. Doch trotz korrekter Vierfachbestückung sorgte die neue Funktion Quad Channel weder bei Spielen noch bei Anwendungen für einen erkennbaren Leistungsschub. Die besseren Benchmark-Ergebnisse sind im Wesentlichen der guten Pro-MHz-Leistung sowie den sechs Kernen und dem großen L3-Cache zuzurechnen. Gegen Ende des Artikels klären wir, welchen Einfluss unterschiedliche RAM-Bestückungen auf die Leistung eines Sockel-2011-Systems haben. ▶

Spieleleistung: Manchmal kein Überflieger

Mass Effect 2 v1.02: PCGH-Benchmark „Aeia, Hugo Gernsback“ – max. Details, DX 9



Starcraft 2 v1.1.2: PCGH-Benchmark „2 on 2 Replay“ – max. Details, Direct X 9



Minimum-Fps 1.680 x 1.050, kein AA/AF

System: Geforce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, P45/P55/X58/P67/X79/890FX/990FX, 2 x 3 x 2 bzw. 4 x 4 GiByte RAM; Win7 x64, Geforce 260.99; SMT an, Turbo aus

Anwendungen: Core i7-3960X extrem schnell

Prozessor	Cinebench R11.5 (64 Bit)	Paint.Net	Truecrypt 7.0a	x264 HD v3.0
AMD FX-8150	5,92 Punkte	14,5 Sek.	214 MB/s *	35,1 Fps
AMD FX-6100 **	4,08 Punkte	19,8 Sek.	152 MB/s *	25,6 Fps
AMD A-3850	3,48 Punkte	24,9 Sek.	103 MB/s	19,2 Fps
AMD Phenom II X6 1100T	5,88 Punkte	17,0 Sek.	176 MB/s	30,9 Fps
AMD Phenom II X6 1055T	5,02 Punkte	19,4 Sek.	148 MB/s	26,7 Fps
AMD Phenom II X4 980 BE	4,38 Punkte	21,9 Sek.	131 MB/s	23,8 Fps
AMD Phenom II X4 955 BE	3,80 Punkte	24,9 Sek.	113 MB/s	21,0 Fps
AMD Phenom II X3 740 BE	2,69 Punkte	34,4 Sek.	80,7 MB/s	12,9 Fps
AMD Athlon II X2 250	1,70 Punkte	51,5 Sek.	53,1 MB/s	9,6 Fps
Intel Core i7-3960X	9,64 Punkte	9,4 Sek.	277 MB/s *	49,1 Fps
Intel Core i7-2600/K	6,68 Punkte	13,2 Sek.	188 MB/s *	34,4 Fps
Intel Core i5-2500/K	5,26 Punkte	15,9 Sek.	137 MB/s *	27,8 Fps
Intel Core i7-990X	8,72 Punkte	9,9 Sek.	279 MB/s *	44,9 Fps
Intel Core i7-975 XE	5,65 Punkte	14,6 Sek.	141 MB/s	30,2 Fps
Intel Core i7-930	4,79 Punkte	16,9 Sek.	118 MB/s	24,4 Fps
Intel Core i7-860	4,81 Punkte	17,6 Sek.	118 MB/s	26,1 Fps
Intel Core i5-760	3,75 Punkte	21,7 Sek.	92,7 MB/s	21,3 Fps
Intel Core 2 Quad Q9550	3,46 Punkte	22,1 Sek.	95,2 MB/s	19,1 Fps
Intel Core 2 Quad Q6600	2,73 Punkte	27,3 Sek.	81 MB/s	15,6 Fps
Intel Core 2 Duo E8400	1,83 Punkte	39,7 Sek.	51 MB/s	9,4 Fps
Intel Pentium E2160	0,93 Punkte	70,7 Sek.	30,0 MB/s	5,5 Fps

* Die CPUs greifen auf Hardware-beschleunigtes AES zurück ** simuliert

Bemerkungen: Im Gegensatz zu den meisten Spielen ist die Pro-MHz-Leistung in Anwendungen relativ unwichtig. Wichtig für eine gute Leistung ist vor allem die Anzahl von Threads, die parallel abgearbeitet werden können. Der Sprung von vier auf sechs Kerne zahlt sich beim i7-3960X aus.

Core i7-3960X: Das bringt der Turbo-Modus

	Turbo aus	Turbo an
Basistakt	3.300 MHz	3.300 MHz
Takt unter Vollast (6 Kerne)	3.300 MHz	3.600 MHz
Takt bei Teillast (1-2 Kerne)	3.300 MHz	3.900 MHz
Anno 1404	49,0 Fps	52,2 Fps (+7 %)
BF: Bad Company 2	168,7 Fps	172,9 Fps (+3 %)
Dragon Age: Origins	99,8 Fps	104,8 Fps (+5 %)
F1 2010	98,0 Fps	104,8 Fps (+7 %)
Mass Effect 2	160,6 Fps	164,1 Fps (+2 %)
Starcraft 2	40,5 Fps	44,0 Fps (+9 %)
Cinebench R11.5	9,64 Punkte	10,57 (+10 %)
Paint.Net	9,4 Sekunden	8,8 Sekunden (-6 %)
Truecrypt	277 MB/s	303 MB/s (+9 %)
x264 HD	49,1 Fps	52,6 Fps (+7 %)
Leistung in Spielen	100 %	105,3 %
Leistung in Anwendungen	100 %	108,4 %



Intels „Siler“-Board, das DX79SI, sorgte nicht nur in unserer Redaktion für Ärger.

i7-3960X: Sparsamer als eine 1366er-Plattform

Leistungsaufnahme mit Corsair HX-850 (gesamtes System)



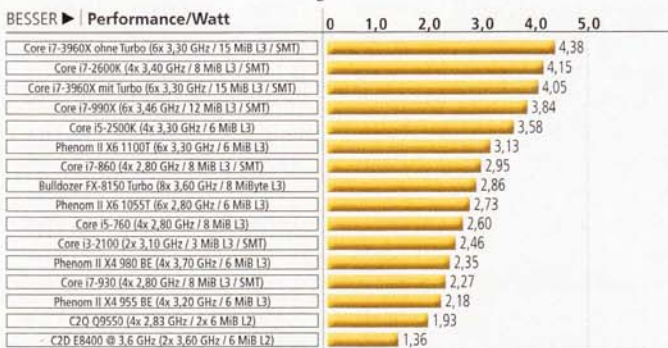
Cinebench R11.5

Leerlauf

System: GeForce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, P45/P55/P67/X58/X79/990FX, 2x/3x 2 GiByte RAM; Win7 x64, GeForce 260.99; SMT an, Turbo aus **Bemerkungen:** Mit 119 Watt im Leerlauf und 220 Watt im Cinebench erweist sich die 2011er-Plattform nicht unbedingt als sparsam, zieht aber weniger Strom als der i7-990X-Rechner.

Performance pro Watt: i7-3960X klar in Front

Cinebench R11.5-Punkte durch Leistungsaufnahme mal 100



Cinebench R11.5

System: GeForce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz, P45/P55/P67/X58/X79/990FX, 2x/3x 2 GiByte RAM; Win7 x64, GeForce 260.99; SMT an, Turbo aus **Bemerkungen:** Ein hoher Stromverbrauch ist dann verschmerzbar, wenn entsprechend viel Leistung geliefert wird. Der Core i7-3960X setzt sich in Sachen Energieeffizienz an die Spitze.

SNB-E: Stromverbrauch

Arbeitet die 2011er-Plattform effizienter als ihr 1366er-Vorgänger?

Server-Plattformen sind zwar für sich betrachtet auf Sparsamkeit fokussiert, im Vergleich zu den meisten Desktop-Systemen benötigen sie aber dennoch mehr Energie. Vor allem Intels 1366er-Sockel ist sehr schnell und effizient, absolut gesehen aber alles andere als sparsam – mit dem X79 und SNB-E ändert sich hier wenig.

Wie eingangs bei der Architektur erläutert, unterscheidet sich eine 2011er-Plattform stark von ihrem 1366er-Vorgänger: Statt dem Gespann aus X58 und Southbridge mit einer TDP von annähernd 30 Watt sitzt nur noch der X79-PCH mit rund 7 Watt auf den Boards – alle weiteren Funktionen sind in die SNB-E-CPU gewandert, die dennoch wie ein Gulftown eine TDP von 130 Watt aufweist.

Effizient, nicht sparsam

Insbesondere im Leerlauf, in dem aktuelle Intel-CPU weniger als 10 Watt konsumieren, macht sich der Wechsel auf die modernere Plattform bemerkbar: Das SNB-E-System zieht 17 Watt weniger aus der Steckdose als ein Gulftown-Aufbau, mit absolut fast 120 Watt inklusive GeForce GTX 480 ist ein solcher PC aber dennoch kein Energiesparer. Ein Rechner mit dem Core i3-2100 benötigt rund 30 Watt weniger.

Unter Last machen sich die sechs Kerne des Core i7-3960X bemerkbar, der komplette Aufbau kommt ohne Turbo auf 220 Watt – immerhin etwas weniger als eine Maschine mit einem Core i7-990X. Sobald der Turbo auf „Auto“ anspringt, lässt unser Asus P9X79 Deluxe dem Chip freien Lauf und die Plattform schluckt satte 261 Watt – ein näherer Blick aber zeigt, dass alle Kerne auf 3,9 GHz hochgetaktet werden; eigentlich sollen es nur 3,6 GHz sein. Erst wenn wir den Turbo „Per Core“ einstellen, liegt diese Frequenz an und die Leistungsaufnahme sinkt um 17 Watt.

Absolut gesehen gehört eine Sockel-2011-Plattform somit nicht zu den sparsamen Vertretern ihrer Zunft, was sich allerdings stark relativiert, wenn man die Leistung mit in die Rechnung einbezieht: So benötigt ein Core-i3-2100-Rechner

mit seinen 123 Watt zwar nur etwas mehr als die Hälfte eines Core-i7-3960X-PCs, leistet aber noch nicht einmal ein Drittel an Punkten im Cinebench R11.5.

Obgleich die Plattform nicht die sparsamste ist, glänzt sie mit der höchsten Energieeffizienz im Testfeld – selbst ein P67-Aufbau mitsamt einem Core i7-2600K, der bisherige Spitzenreiter, hat das Nachsehen und leistet pro Watt rund fünf Prozent weniger Punkte. Im Vergleich mit dem beliebten Yorkfield-Modell Core 2 Quad Q9550 beispielsweise liefert ein Core-i7-3960X-System nicht nur die dreifachen Punkte, sondern auch noch die 2,3-fache Effizienz – beeindruckend.

Extremes Undervolting?

Schon die Mittelklasse-Modelle für den Sockel 1155 lassen sich durch das Absenken der Lastspannung zu einer noch besseren Energieeffizienz trimmen, als sie ohnehin von Haus aus liefern. Auf die CPU bezogen, bietet auch Sandy Bridge E hier ein exzellentes Resultat: Ausgehend von 1,19 Volt erreichen wir 1,08 Volt – dadurch sinkt der Strombedarf des Systems im Cinebench R11.5 von 220 auf 197 Watt; im Leerlauf steigt die Leistungsaufnahme minimal, da wir keinen Offset-Wert nutzen, sondern die Spannung manuell auswählen.

Eine Frage des Mainboards

Wie so oft sind Messungen der Leistungsaufnahme abhängig von der verwendeten Hauptplatine. Meistens testen wir CPUs und Boards parallel und picken uns für die Ermittlung des Stromverbrauchs die jeweils sparsamste ATX-Platine einer Plattform heraus. Im Falle von SNB-E folgte die Mainboard-Marktübersicht aus produktionstechnischen Gründen erst später.

Intels mitgeliefertes „Siler“-Board erwies sich im Test als sehr störrisch: Das DX79SI leidet unter Bugs wie unbrauchbaren USB-3.0-Ports und zerstörte beim ersten Booten gar unser Betriebssystem. Mit der Intel-Wasserkühlung wollte es nicht starten, da die Pumpe dem CPU-Lüfteranschluss kein Drehzahlsignal gibt. Möglicherweise löst ein UEFI-Update diese Probleme. ▶



Im Bild zu sehen ist der komplette Lieferumfang der Intel-Wasserkühlung für die Sockel 1155, 1156, 1366 und 2011. Für AMD-Systeme ist das Produkt ungeeignet.

OC, Kühlung & Multi-GPU

So holen Sie mehr aus Sandy Bridge Extreme heraus

Obwohl es keine schnelleren Desktop-CPU's als den Core i7-3960X gibt, gilt wie immer: Das Bessere ist der Feind des Guten. Daher wagen wir einen Blick auf die Tuning-Möglichkeiten von Sandy Bridge und beleuchten auch, was sich in Bezug auf Kühlung und Multi-GPU-Tauglichkeit getan hat.

Grundsätzlich läuft Übertakten bei Sandy Bridge E so ab wie bei einer Sockel-1155-CPU. Der Referenztakt beträgt nämlich 100 MHz, Kern-, RAM- und PCI-E-Takt leiten sich davon ab. Mit einem nach oben offenen CPU-Multiplikator lassen sich ohne viel Aufwand Leistungssteigerungen erreichen – selbst der kommende i7-3820 wird mit dem höchsten Multiplikator 45 etwas Spielraum bieten, obwohl es sich um keine Extreme Edition oder CPU aus der K-Modellreihe handelt. Weiterhin leiten sich vom Referenztakt die Frequenzen anderer Systembestandteile ab, was das Tuning-Potenzial deutlich reduziert.

Übertakten mit Straps

Um dieses Problem zu entschärfen, gibt es nun sogenannte Straps, wobei es sich um Teiler für die Komponenten handelt, die an den Referenztakt gebunden sind. Die Straps sind so gewählt, dass bei 100/125/166 und 250 MHz Referenztakt beispielsweise der PCI-E-Takt 100 MHz beträgt. Wichtig: Der PCI-E-Takt ist nicht auf 100 MHz fixiert, ein Anheben oder Absenken des Referenztakts sorgt also in jedem Fall dafür, dass sich der PCI-E-Takt ändert – abhängig vom Strap nur etwas langsamer. Beispiel: Während eine Erhöhung von 100 auf 105 MHz im 100-MHz-Strap den PCI-E-Takt um 5 MHz beschleunigt, steigt der PCI-E-Takt bei einer Referenzaktanhebung von 125 auf 130 MHz im 125-MHz-Strap nur noch um 4 MHz, da der höhere Strap-Wert den PCI-E-Takt mit dem Multiplikator 0,8 und nicht 1,0 an den Referenztakt koppelt.

Langjährige Übertakter, die sich noch an die Straps bei Sockel-775-Systemen erinnern, müssen umdenken: Die Straps beeinflussen nicht die zur Verfügung stehenden RAM-Teiler und sind zudem nur in einem ganz bestimmten Taktbereich funktionstüchtig. Sie eröffnen also ledig-

lich zusätzliche, meist 10 bis 20 MHz große Referenztaktbereiche, sorgen aber nicht dafür, dass der Referenztakt in der Praxis stufenlos bis zum Maximalwert der Plattform angehoben werden kann, da es zu wenige Straps gibt. Unsere Versuche, mit dem 166-MHz-Strap bei 100 MHz Referenztakt zu booten, waren nur ein einziges Mal erfolgreich, wobei wir anschließend keinen nennenswerten Leistungsrückgang messen konnten – wir vermuten daher, dass es sich um einen Auslesefehler handelte und der gewählte Strap zu keiner Zeit aktiv war.

Mit unserer CPU gelang es uns, die Referenztaktbereiche 113 bis 132 MHz im 125-MHz-Strap sowie 149 bis 158 MHz im 166-MHz-Strap zumindest booten zu können. Im 166-MHz-Strap verhalf uns das Deaktivieren der UEFI-Funktion „CPU Clock Gen Filter“ zu einem höheren Wert, obwohl standardmäßig das Aktivieren der Funktion für OC-Versuche empfohlen wird. Der Unterschied ist aber lediglich gering, der Maximalwert mit unserem Setup liegt ansonsten bei 155 MHz. Für die bestmögliche Leistung sollten Sie versuchen, einen bestimmten Kern-takt mit einem um ein, zwei Stufen niedrigeren Multiplikator und leicht erhöhtem Referenztakt zu erreichen; manche Spiele profitieren nämlich von PCI-E-Overclocking, den theoretischen Vorteil haben wir mit einem Messtool von Nvidia überprüft. Die Straps selbst beeinflussen die Leistung nicht, zumindest konnten wir in mehreren Benchmarks keinen Leistungsunterschied zwischen 100 MHz im 100-MHz-Strap und 125 MHz Referenztakt im 125-MHz-Strap feststellen, solange Kern- und RAM-Takt identisch sind.

Dual vs. Quad Channel

Quad Channel ist im Server- bzw. Workstation-Segment zwar schon bekannt, im Desktop-Markt aber eine Neuheit. In der Theorie ist mit dieser RAM-Kanalbündelung die vierfache Transferrate gegenüber dem technisch veralteten Single-Channel-Betrieb und die zweifache Geschwindigkeit gegenüber dem etablierten Dual-Channel-Modus drin. In der Praxis zeigt die Technik aber kaum Vorteile, wie die Benchmarks auf der linken Seite beweisen.

Dual vs. Quad Channel: Was bringen vier Module?

4,0 GHz Kerntakt

7-Zip, v9.20 – Wörterbuchgröße 32 MB

BESSER ► KB/s	0	16.000	32.000
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Quad Channel			30.283 (+1,4 %)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Quad Channel			29.851 (Basis)
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Dual Channel			29.366 (-1,6 %)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Dual Channel			29.029 (-2,8 %)

Aida 64 v2.00.1714, RAM-Lesedurchsatz

BESSER ► MB/s	0	10.000	20.000
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Quad Channel			18.182 (+2,7 %)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Quad Channel			17.929 (+1,3 %)
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Dual Channel			17.703 (Basis)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Dual Channel			17.361 (-1,9 %)

Dragon Age: Origins, PCGH-Benchmark „Ostagar“ – max. Details, DX9

BESSER ► Bilder pro Sek.	0	30	60	90	120
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Quad Channel					118,0 (+0,3 %)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Quad Channel					117,6 (Basis)
4,0 GHz (105,3 x 38), DDR3-1685, Dual Channel					116,3 (-1,1 %)
4,0 GHz (100,0 x 40), DDR3-1600, Dual Channel					115,7 (-1,6 %)

4,8 GHz Kerntakt

7-Zip, v9.20 – Wörterbuchgröße 32 MB

BESSER ► KB/s	0	18.000	36.000
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Quad Channel			34.693 (+0,6 %)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Quad Channel			34.499 (Basis)
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Dual Channel			33.320 (-3,4 %)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Dual Channel			32.881 (-4,7 %)

Aida 64 v2.00.1714, RAM-Lesedurchsatz

BESSER ► MB/s	0	10.000	20.000
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Quad Channel			19.767 (+2,3 %)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Quad Channel			19.323 (Basis)
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Dual Channel			18.959 (-1,9 %)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Dual Channel			18.348 (-5,0 %)

Dragon Age: Origins, PCGH-Benchmark „Ostagar“ – max. Details, DX9

BESSER ► Bilder pro Sek.	0	70	140
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Quad Channel			132,7 (+0,8 %)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Quad Channel			132,5 (+0,7 %)
4,8 GHz (104,4 x 46), DDR3-1670, Dual Channel			131,6 (Basis)
4,8 GHz (100,0 x 48), DDR3-1600, Dual Channel			130,5 (-0,8 %)

Minimum-Fps Komprimierungsrate Transferrate 1.680 x 1.050

System: Core i7-3960X (ES), Asus P9X79 Deluxe (UEFI 0650), 4 x 4 bzw. 2 x 4 GiByte DDR3-RAM (9-9-9-27, 2T), GeForce GTX 480 @ 800/1.600/1.000 MHz **Bemerkungen:** Bei höherem Kerntakt ist der Vorteil durch Quad Channel stärker ausgeprägt, da durch CPU-Overclocking auch der RAM-Controller beschleunigt wird.

CPUs im Overclocking-Generationenvergleich

Wprime v1.55, 1024M

BESSER ◀ Sekunden	0	600	1.200	1.800	2.400
2 x Xeon X5680 @ 4,5 GHz, DDR3-1800, Uncore @ 3,24 GHz	58,3 (-63 %)				
2 x Opteron 6174 @ 2,2 GHz, DDR3-1333, CPU-NB @ 1,8 GHz	99,1 (-37 %)				
Xeon X5680 @ 4,94 GHz, DDR3-1976, Uncore @ 3,95 GHz*	104,8 (-33 %)				
Core i7-3960X @ 4,8 GHz, DDR3-1600, Uncore @ 4,8 GHz*	107,9 (-31 %)				
Core i7-3960X @ 4,0 GHz, DDR3-1600, Uncore @ 4,0 GHz	129,4 (-17 %)				
Core i7-3960X @ 3,3 GHz, DDR3-1600, Uncore @ 3,3 GHz	156,7 (Basis)				
Core i7-860 @ 4,27 GHz, DDR3-1628, Uncore @ 3,66 GHz**	179,4 (+15 %)				
FX-8150 @ 4,6 GHz, DDR3-2133, CPU-NB @ 2,6 GHz	225,4 (+44 %)				
Core i5-750 @ 4,21 GHz, DDR3-1685, Uncore @ 3,37 GHz**	230,0 (+47 %)				
Ph. II X2 550 @ 4,01 GHz, DDR3-1407, CPU-NB @ 2,53 GHz**	292,7 (+87 %)				
Core i5-655K @ 5,0 GHz, DDR3-1351**	308,2 (+97 %)				
Core 2 Quad Q9400 @ 3,46 GHz, DDR3-1729*	379,6 (+142 %)				
Athlon X2 7750 @ 3,28 GHz, DDR2-936, CPU-NB @ 2,11 GHz**	733,5 (+368 %)				
Celeron D 360 @ 5,66 GHz, DDR2-580*				2.123,3 (+1.255 %)	

Berechnungszeit * Window XP x86 ** Windows Vista x64 SP1 *** Zwei zusätzlich Kerne freigeschaltet

System: Unterschiedliche Komponenten; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die Ergebnisse wurden über mehrere Jahre mit unterschiedlichen Betriebssystemen und Restkomponenten erstellt. Die absoluten Werte sind daher zu vernachlässigen; gut zu sehen ist, wie die Rechenleistung innerhalb weniger Jahre vervielfacht wurde.

PCI-Express-Transferrate

„BandwidthTest.exe“ (64 Bit, Bestandteil des Nvidia CUDA SDK)

BESSER ▶ MB/s	0	1.000	2.000	3.000	4.000
3,96 GHz (132 x 30), DDR3-1409, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 106 MHz					4.260
4,0 GHz (125 x 32), DDR3-1600, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 100 MHz					3.956
4,0 GHz (125 x 32), DDR3-1333, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 100 MHz					4.157
4,0 GHz (100 x 40), DDR3-1333, 100-MHz-Strap, PCI-E @ 100 MHz					3.843
4,05 GHz (119 x 34), DDR3-1270, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 95 MHz					4.132
3,81 GHz (119 x 32), DDR3-1270, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 95 MHz					3.811
3,62 GHz (113 x 32), DDR3-1206, 125-MHz-Strap, PCI-E @ 90 MHz					4.113
					3.777
					4.064
					3.729
					3.943
					3.598
					3.730
					3.427

Minimum-Fps PCI-E-Transferrate

System: Core i7-3960X (ES), Asus P9X79 Deluxe (UEFI 0650), 4 x 4 GiByte DDR3-RAM (9-9-9-27, 2T), Geforce GTX 480 @ 800/1.600/2.000 MHz **Bemerkungen:** Für einen optimalen PCI-E-Durchsatz sollten der Referenztakt immer dem Strap-Wert entsprechen oder höher ausfallen, da sich davon der PCI-E-Takt ableitet.

Spannungsskalierung des Core i7-3960X: Kerntemperaturen, Leistungsaufnahme und OC-Potenzial

Kernspannung im UEFI-Menü (Asus P9X79 Deluxe, UEFI 0650)	1,150 Volt	1,200 Volt	1,250 Volt	1,300 Volt	1,350 Volt
Kernspannung im Leerlauf/unter Last (CPU-Z)	1,160/1,192 Volt	1,216/1,240 Volt	1,264/1,304 Volt	1,320/1,368 Volt	1,376/1,416 Volt
Leistungsaufn. des Gesamtsystems im Leerlauf/in Cinebench R11.5 64 Bit/in Prime 95	170/266/289 Watt	176/280/305 Watt	185/304/339 Watt	195/332/365 Watt	209/376/410 Watt
Gemittelte, normierte Kerntemperatur im Leerlauf/in Prime 95 (gerundet)	34/55 °C	35/58 °C	36/62 °C	38/67 °C	41/73 °C
Stabiler Maximaltakt in Cinebench R11.5, ausgetestet in 100-MHz-Schritten	4.100 MHz	4.100 MHz	4.300 MHz	4.300 MHz	4.700 MHz
Stabiler Maximaltakt in Prime 95, ausgetestet in 100-MHz-Schritten	4.000 MHz	4.100 MHz	4.200 MHz	4.300 MHz	4.600 MHz

System: Core i7-3960X (ES), Asus P9X79 Deluxe (UEFI 0650), 4 x 4 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27, 2T), Geforce GTX 480, Corsair HX-850, Messgerät WattsUp Pro; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die SSA-Spannung lag konstant bei 1,0 Volt, die VTT-Spannung bei 1,05 Volt. Das leichte Anheben dieser Spannungen verhalf uns nicht zu höheren Taktraten – in den meisten Fällen sollte eine Erhöhung der Kernspannung ausreichen. Die Loadline-Calibration-Funktion haben wir auf „High“ (VCSSA) beziehungsweise „Ultra High“ (Vcore) gestellt, was den Spannungsanstieg unter Last erklärt. Als Kühlung diente die Intel-Wasserkühlung RTS2011LC, bei der wir die Lüfterdrehzahl auf 1.800 U/min fixiert haben. Auf diese Weise sind Taktraten über 4,5 GHz möglich. Sämtliche Stromsparmaßnahmen haben wir deaktiviert und OC-freundliche Optionen wie erhöhte PWM-Frequenzen der Spannungsversorgung aktiviert – das erklärt den Stromhunger.

Single-Radiator der Intel RTS2011LC



Lüfter der Intel RTS2011LC



Der engmaschige, schmale Radiator ist auf einen hohen Luftdurchsatz ausgelegt, weshalb der LED-Lüfter bis 2.200 U/min spezifiziert ist – das ist störend laut.

sen. Die Abstände sind so gering, dass wir ausnahmsweise sogar die Nachkommastellen bei den Prozentwerten angeben. Dafür gibt es zwei Ursachen: Erstens sind die von uns verwendeten DDR3-1600-Module bereits vergleichsweise flott, denn im Server-Segment werden zugunsten einer niedrigeren Fehlerkorrektur häufig nur DDR3-1066/1333-Module verwendet. Zweitens ist die RAM-Bestückung nicht ausschlaggebend für den Datendurchsatz, sondern der RAM-Controller. Der RAM-Takt ist nicht wichtig, wenn der Controller die Transferrate limitiert. Genau das scheint bei Sandy Bridge

in der Praxis der Fall zu sein. Je höher der Kerntakt, desto größer ist in den Benchmarks der Unterschied zwischen Dual Channel und Quad Channel. Gut zu sehen ist dies bei 7-Zip: Bei 4 GHz ist die Komprimierungsrate im DDR3-1600-Betrieb um 2,8 Prozent geringer, bei 4,8 GHz Kerntakt beträgt die Differenz 4,7 Prozent. Im synthetischen Aida-RAM-Benchmark vergrößert sich der Rückstand bei gleichen Bedingungen sogar von 1,9 auf 4,7 Prozent. Das ist dadurch zu erklären, dass bei Sockel-2011-Systemen anders als beim High-End-Vorgänger Sockel 1366 der RAM-Controller-Takt

Kühler mit Sockel-2011-Kompatibilität (Auswahl)

Hersteller	Modell	Lüfter (Nennndrehzahl)	Preis
Akasa	Venom Voodoo	2 x 120 mm (1.900 U/min)	ca. 45 Euro
Cooler Master	Hyper 412S	1 x 120 mm (1.300 U/min)	ca. 35 Euro
Coolink	Corator DS - LGA 2011	1 x 120 mm (1.700 U/min)	ca. 40 Euro
Corsair	H80	2 x 120 mm (2.500 U/min)	ca. 80 Euro
	H100	2 x 120 mm (2.500 U/min)	ca. 85 Euro
Noctua	NH-D14 SE2011	1 x 140/120 mm (1.200/1.300 U/min)	ca. 75 Euro
Phanteks	PH-TC14PE	2 x 140 mm (1.200 U/min)	ca. 75 Euro
Zalman	CNPS11X Performa	1 x 120 mm (1.600 U/min)	ca. 30 Euro
	CNPS12X	3 x 120 mm (1.200 U/min)	ca. 75 Euro

Montagekits für ältere CPU-Kühler (Auswahl)

Hersteller	Details
Cooler Master	Kostenloses Montagekit für Hyper 212 Plus und 212 Evo gegen Vorlage des Kaufbelegs des Kühlers und Sockel-2011-Mainboard- oder -CPU (bis zum 31. März 2012)
EKL	Kostenloses Montagekit für K2, Himalaya und Matterhorn Rev. B gegen Vorlage des Kaufbelegs; Montagekit wird auch zu erwerben sein.
Noctua	Kostenloses Montagekit für alle seit 2005 erschienenen Kühler gegen Vorlage des Kaufbelegs des Kühlers und Sockel-2011-Mainboard und CPU; Montagekit wird auch zu erwerben sein.
Prolimatech	Montagekits für Genesis, Megahalems und Armageddon geplant
Soythe	Montagekits für Backplate-Modelle (u. a. Mugen 3/2 Rev. B, Ninja 3, Mine 2) und Push-Pin-Modelle (u. a. Zipang 2, (Big) Shuriken (Rev. B))
Thermalright	Passende Schrauben für Silver Arrow, HR-02, Archon und Venomous, Montagekit für HR-02 Macho und True Spirit (140) geplant
Xigmatek	Montagematerial auf Anfrage, Nachrüstung älterer Modelle geplant

an den Kerntakt gekoppelt ist. Quad Channel ist daher im Endkundenmarkt keine wichtige Funktion. Falls Sie auf ein Sockel-2011-System umsteigen möchten, ist es deswegen nicht zwingend erforderlich, zusätzliche RAM-Module für den Quad-Channel-Betrieb zu kaufen. Zwei Sticks für den Dual-Channel-Modus sind bereits flott genug, um die CPU nicht auszubremsten. Ist der Speichercontroller von Sandy Bridge Extreme daher eine Enttäuschung? Mitnichten! Die Dual-Channel-Rohleistung ist hervorragend, außerdem weisen Berichte von Übertakten in Online-Foren darauf hin, dass mit Sockel-2011-CPU's selbst bei extremen Speicherkapazitäten hohe Taktfrequenzen möglich sind. Der für die Firma Asus aktive Extremübertakter Peter „Shamino“ Tan hat beispielsweise einen Screenshot veröffentlicht, der 64 GiByte RAM im DDR3-2603-Betrieb zeigt.

Kühlung

Da bei Sockel-2011-Systemen die Aussparungen zur Kühlermontage zwar die gleichen Abstände wie bei Sockel-1366-PC's haben, aber nicht durchgehend verlaufen, werden neue Montagesysteme fällig (eine Ausnahme ist das Rampage IV Extreme, bei dem sich die Sockel-2011-Metallplatte entfernen lässt, sodass die Löcher durchgehend

sind). Die Befestigung erfolgt damit zukünftig standardmäßig mittels Verschraubung, eine Push-Pin-Befestigung ist nicht mehr möglich. Einige CPU-Kühler sind bereits für Sandy Bridge Extreme geeignet, für manche Modelle sind nachrüstbare Montagekits und neue Revisionen geplant. Eine erste Übersicht gibt es auf der vorherigen Seite und im Online-Bonusmaterial zu diesem Artikel. Achten Sie besonders beim Übertakten darauf, die sockelnahen Bauteile gut zu kühlen, denn ein auf über 4 GHz übertakteter Sechskerner sorgt für eine starke Erwärmung. Insbesondere Wasserkühlungsnutzer sollten darauf achten, dass genug Frischluft nachströmt.

Multi-GPU

Wie im Chipsatz-Teil zuvor beschrieben, verfügt der Sandy Bridge Extreme auf der X79-Plattform über reichlich PCI-Express-Bahnen, die inoffiziell auch mit PCI-E-3.0-Geschwindigkeit arbeiten können. Somit stellt ein solches System theoretisch die ideale Umgebung für den Aufbau eines Multi-GPU-Setups dar. Wir haben die Skalierungsfähigkeit von jeweils ein bis drei GeForce GTX 580 und Radeon HD 6970 im 3DMark 11 und in *Battlefield 3* getestet und mit einem 2600K-System auf Basis von Z68 und NF200-Chips verglichen. Doch vorab ein Wort

der Warnung: Wenn das auf Gedeih und Verderb von korrekten Treiberprofilen und der Programmierung des Spiels abhängige SLI oder Crossfire wie erwartet funktioniert, bleiben andere Mängel bestehen. Wie in bisherigen Tests auch stellte sich die durch Blindtests und Frametime-Analyse untermauerte Tendenz zu unregelmäßiger Bildaktualisierung heraus. Konkret bedeutet das: Selbst wenn Fps-Zähler oder Werkzeuge wie Fraps beispielsweise 60 Bilder pro Sekunde anzeigen, fühlen sich diese nicht immer auch so an. Oft bemerkt man nur geringe Unterschiede in der gefühlten Fps-Rate gegenüber einer Einzelkarte.

In der Praxis hatten wir mit dem SLI-Setup wenig Probleme. Die Benchmarks liefen trotz übertakteter CPU stabil durch und die Skalierung lag im Rahmen der Erwartungen. Von der generell höheren CPU-Leistung abgesehen konnten wir allerdings keine gravierende Verbesserung der X79-Plattform ausmachen, obwohl synthetische Tests dem SB-E- und X79-Gespann gegenüber der Z68+NF200-Combo einen deutlichen Vorteil in Sachen PCI-Express-Übertragung zusprachen. Crossfire stellte uns hingegen trotz aktuellen 11.11-WHQL-Catalysts vor weitere Probleme. Der 3D Mark 11 profitierte und lief – bis auf die 3-Wege-

Kombination, wo es gerade im Physik-Test zu mehreren Abstürzen kam – stabil und zuverlässig. In *Battlefield 3* hingegen mochte Crossfire die 2.560er-Auflösung überhaupt nicht. Neben vielen Abstürzen bereits beim Laden des Spiels zeigte sich auch kein Leistungszuwachs mit zwei, wohl aber mit drei HD-6970-Karten. Zudem entdeckten wir bei näherem Hinsehen, dass die erhöhte Fps-Rate dreier HD 6970 in 2.560 trügerisch ist: Sobald Explosionen oder Einschüsse Partikel erzeugten, sank die Leistung mit 13 bis 15 Fps für mehrere Sekunden wieder auf Single-GPU-Niveau und führte den Nutzen des Multi-GPU-Systems ad absurdum. (su/ms/cs)

Fazit

Hardware

Sandy Bridge Extreme

„Mehr vom Guten“ – das ist das Erfolgsrezept hinter den neuen Core-i7-CPU's, denn die Sandy-Bridge-Architektur ist nun auch mit sechs statt bisher maximal vier Kernen zu haben, was für eine erstklassige Leistung in Spielen und Anwendungen sorgt. Sockel-1155-Systeme sind zwar sparsamer, angesichts der Leistung stimmt uns der Stromhunger von Sandy Bridge E dennoch zufrieden. Hauptkritikpunkt ist daher der Preis, denn Spieler haben wenig von den zusätzlichen Kernen.

3DMark 11: Gute Skalierbarkeit mit Grafikleistung

3D Mark 11, Performance-Voreinstellung



3D Mark 11, Extreme-Voreinstellung



Core i7-3960X
@ 4,5 GHz

Core i7-2600k
@ 4,5 GHz

System: Core i7-2600K/3960X @ 4,5 GHz, Z68+NF200/X79, 4/8 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Cat. 11.11 WHQL, GF 285.62 WHQL **Bemerkungen:** Im 3D Mark 11 kann sich die schnellere Plattform lediglich geringfügig um bis zu 16 % absetzen. Die Radeon profitiert etwas stärker von der schnelleren CPU als die Geforce.

Battlefield 3: Es ist nicht alles Gold, was glänzt

Battlefield 3 „Op. Swordbreaker“; 1.920 x 1.080, max. Details, 4x MSAA, 16:1 AF



Battlefield 3 „Op. Swordbreaker“; 2.560 x 1.600, max. Details, 4x MSAA, 16:1 AF



Minimum-Fps
Core i7-3960X
@ 4,5 GHz

Core i7-2600k
@ 4,5 GHz

System: System: Core i7-2600K/3960X @ 4,5 GHz, Z68+NF200/X79, 4/8 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, Cat. 11.11 WHQL, GF 285.62 WHQL **Bemerkungen:** Battlefield 3 skaliert hervorragend mit mehreren GPUs und profitiert auch von der stärkeren CPU. Die Radeon hat in 2.560 Crossfire-Probleme (siehe Fließtext).

Infrastruktur

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

www.pcgameshardware.de/hardware



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

Kommentar

Ein neues Gehäuse und eine alte Soundkarte sollten doch kein Problem sein – weit gefehlt.

Wie heißt es doch so schön: „Never touch a running system“. Entgegen diesem Motto habe ich meinen Rechner von einer Intel-Plattform, bestehend aus einem MSI P55-GD65 und einem Core i5-750, auf eine AMD-Basis umgerüstet – nun werkelt ein FX-8150 auf einem Gigabyte 990FXA-UD5. Abgesehen davon, dass ich erst mit einem aus der Redaktion geliehenen Phenom II das F6-BIOS aufspielen musste, damit der Bulldozer überhaupt erkannt wird, hat der neue PC überhaupt keinen Ärger gemacht – auch Windows 7 gab sich handzahn.

Da Kollege Möllendorf im gleichen Zeitraum auch Gehäuse testete und mir das Anidées AI-6B sehr zusagte, habe ich kurzerhand beschlossen, mein System in ein solches Case zu packen. Die Optik ist sehr stimmig, dank USB-3.0-Anschlüssen kann ich dieses Feature meiner neuen AMD-Plattform nutzen und der Innenaufbau ist ein großer Fortschritt gegenüber meinem bisherigen Antec P182 SE: Lange Rede, kurzer Sinn – alles drin.

Das System lief auch auf Anhieb, der Sound aber war extrem leise. Also die Treiber der X-Fi Xtreme Music neu installiert, testweise die Karte aus- und eingebaut – wie gehabt nur ein Flüstern. Verärgert habe ich den Rechner dann irgendwann einfach laufen lassen und einige Stunden später erneut den Sound getestet. Und oh Wunder, alles wummerte genau so, wie es soll. Womit wir wieder am Anfang wären, sprich „never touch a running system“ ... wobei in meinem Fall dieses Motto freilich etwas ungewöhnlich umgesetzt wurde. :-)



Gehäuse für die LAN-Party

Das neue Lian-Li-Gehäuse PC-TU200 eignet sich dank Tragegriff und verstärkter Kanten gut für den Transport. Wegen der geringen Größe lassen sich nur Mini-ITX- oder Mini-DTX-Boards einsetzen. Der Preis: 160 Euro.



DDR3-Kits für Quad-Channel-Modus

Zum Start von Intels Sandy Bridge Extreme und den Sockel-2011-Boards bieten viele RAM-Hersteller entsprechende Quad-Channel-Kits.

Wie unsere Tests zeigen, kann der Quad-Channel-Modus je nach Anwendung beim Sockel-2011-CPUs einen kleinen Performance-Vorteil bringen. Zudem ist DDR3-RAM derzeit extrem günstig. Daher kann es sich lohnen, ein Sockel-2011-Board gleich mit vier RAM-Modulen auszustatten. Viele Hersteller bieten deshalb Quad-Channel-Kits, beispielsweise das abgebildete Ripjaws-Z-Quartett mit vier DDR3-1600-DIMMs, das wir für unsere Tests verwendet haben.



Wenn Sie acht GiByte RAM wollen, ist es derzeit allerdings günstiger, zwei Module mit jeweils vier GiByte zu kaufen als vier Zwei-GiByte-

DIMMs zu verwenden. Besonders wenn Sie ein Board mit nur vier statt acht RAM-Bänken haben, raten wir dazu, erst einmal nur zwei Module zu nutzen. Wenn Geld keine Rolle spielt, können Sie natürlich auch gleich vier 4.096-MiByte-DIMMs verwenden. (dm)

CASEKING.de

präsentiert:

Avexir Core Series DDR3-1600, CL9 - 8 GB Kit

- stylischer LED- Performance-Indicator
- DDR3-Arbeitsspeicher mit 1.600 MHz
- auch als Einzelmodul mit 2 GB Kapazität und als Kit von 4 bis 12 GB von DDR3-1333 bis DDR3-1600 erhältlich
- schwarzer Heatspreader und schwarzes PCB



Core Series

Stylischer Modding-Speicher
mit blauen LEDs

AVEXIR

www.caseking.de



Neue Lüfter

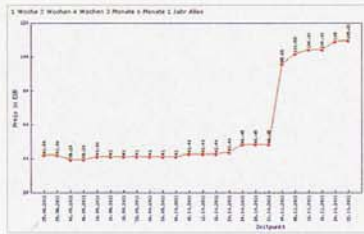
Gehäuse-Hersteller Bitfenix hat die Lüfter-Reihe Spectre Pro veröffentlicht.

Dank außergewöhnlichem Design und niedriger Lautheit sollen die Spectre-Lüfter Casemodder sowie Silent-Fans glücklich machen. Das 120-mm-Modell mit LEDs kostet 12 Euro und arbeitet mit maximal 1.200 U/Min. Einen 140er-Lüfter (ebenfalls 1.200 U/Min) bekommen Sie für 15 Euro. Das Dual-Frame-System soll dabei Vibrationen verhindern. (dm)

HDD-Preise

Festplatten sind in den letzten Wochen deutlich teurer geworden.

Die Flutkatastrophe in Thailand hat viele Fabriken von HDD-Teilen zerstört. Festplatten sind daher knapp und sehr teuer geworden. So kostet zum Beispiel die Terabyte-Platte Samsung HD103SJ nun 120 statt 45 Euro (siehe Bild). Angeblich bessert sich die Situation erst ab März oder April. SSDs sind nicht betroffen. (dm)



RAM für Casemodder

Der bisher unbekannte RAM-Hersteller Avexir bietet bei der neuen Core-Serie eine blaue Beleuchtung. Wir haben ein Core-Kit ausprobiert.

Derzeit sind vier Varianten der leuchtenden Core-Reihe verfügbar: Für 65 Euro bekommen Sie ein Kit mit zwei Vier-GByte-Modulen und DDR3-1333-Garantie. Wenn Sie lieber DDR3-1600 wollen, müssen Sie nur wenige Euro mehr ausgeben. Für die DDR3-1600-Triple-Channel-Version zahlen Sie 100 Euro. Wir haben die günstigste Variante ausprobiert: Zwei einzelne 2.048-MiByte-Module für je 30 Euro. Diese sind für DDR3-1333 bei 1,5 Volt spezifiziert, liefen im Test mit einem Core i7-870 bei 1,65 Volt, aber auch im DDR3-1680-Modus stabil. Der pulsierende Leuchteffekt ist angenehm dezent. (dm)



Test: 17-Zoll-Zocker-Notebook von MSI

MSI bietet mit dem GT780DX eine mobile Spielmaschine mit diversen Extras an. Wir haben den Test gemacht.

Das MSI GT780DX (komplette Bezeichnung GT780DX-i71691BLW7H) arbeitet mit einem Geforce GTX 570M, welcher mit 336 ALUs und 575 beziehungsweise 1.150 MHz im Netzbetrieb arbeitet. Zusammen mit dem leistungsstarken Prozessor des Typs Intel Core i7 2670QM (2,2 GHz, 4 Kerne) erreicht das Notebook in *Crysis Warhead* und *Anno 1404* spielbare Fps-Raten. Der Speicher besteht aus 8 GiByte DDR3-RAM sowie einem 120 GByte großem SSD-Laufwerk und einer 750-GByte-Festplatte. Die SSD ermöglicht ein angenehmes Arbeiten, denn Anwendungen und Spiele starten recht schnell – vorausgesetzt, sie sind auf der SSD installiert. Im Test zeigt die SSD von Intel mit einer Lese-rate von 184,4 MByte/s eine gute, aber nicht überragende Leistung.

Sehr erfreulich ist, dass MSI ein mattes 17-Zoll-Display einsetzt. Es sind also so gut wie keine Spiegelungen erkennbar, trotzdem zeigt der Bildschirm Farben kontrastreich und brillant an. Die Leuchtkraft ist mit maximal 200 Candela pro Quadratmeter aber etwas gering, wenn man das Gerät auch im Freien nutzen möchte. Die Reaktionszeit liegt bei 30 Millisekunden, damit sind Schlieren sichtbar. Die Helligkeitsverteilung ist gut und auch bei

der Interpolation der Auflösungen 1.680 x 1.050 und 1.280 x 1.024 auf die nativen 1.920 x 1.080 zeigt das Display kaum Schwächen. Texte werden gut lesbar dargestellt.

Der große 87-Watt-Stunden-Akku ermöglicht immerhin eine Laufzeit von rund drei Stunden. Im Spielbetrieb sind es allerdings nur 60 Minuten. Hinzu kommt, dass der Grafikchip im Akkumodus nur mit angezogener Handbremse läuft und Spiele wie *Crysis Warhead* und *Anno 1404* nicht spielbar sind. Die Lautheit liegt zwischen leisen 0,6 und lauten 3,0 Sone.

Das MSI GT780DX ist solide verarbeitet und fühlt sich hochwertig an. Die beleuchtete Tastatur im Full-Size-Format schmückt das große Notebook. Zudem ist der Druckpunkt der Tastatur sehr angenehm und das ausreichend große Touchpad arbeitet sehr präzise. Bei den Anschlüssen gibt es nichts zu meckern, denn USB 3.0 sowie HDMI, E-SATA und eine 7-in-1-Kartenleser lassen kaum Wünsche offen. Für Kommunikationsmöglichkeiten sorgen Gigabit-LAN, WLAN nach N-Standard und Bluetooth 3.0.

Fazit: Das MSI GT780DX-i71691BLW7H ist ein durchdachtes 17-Zoll-Notebook mit einer guten Ausstattung. Zudem ist die Leistung zumindest im Netzbetrieb sehr gut. Allerdings sind rund 2.000 Euro eine Menge Geld. (ma/fas)

NOTEBOOKS

Auszug aus Testtabelle mit 41 Wertungskriterien



Produktname	GT780DX-i71691BLW7H
Hersteller (Webseite)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 2.000,-/befriedigend
Ausstattung (20 %)	2,30
Arbeitsspeicher	4x 4 GiByte DDR3-1333
Prozessor	Intel Core i7-2670QM Prozessor (2,2 GHz, 4 Kerne)
Grafikchip	Nvidia Gef. GTX 570M (336 ALUs; 575/1.150 MHz)
Grafikspeicher/Anbindung	3.072 MiByte GDDR5 (1.500 MHz)/192 Bit
Festplatte	Intel 120 GByte SSD + WD 750 GByte HDD
Optisches Laufwerk	Blu-ray-ROM/DVD-Brenner
LCD, Spiegelung	17,3 Zoll (1.920 x 1.080), keine
Akku/Gewicht inkl. Akku	87 Wattstunden/3,9 Kilogramm
Kommunikation	GBit-LAN, WLAN b/g/n, Blth. 3.0, Webcam, Mikro
Eigenschaften (20 %)	1,41
Zubehör/Software	Windows 7 Home Premium x64 (vorinstalliert)
Anschlüsse	2x USB 3.0, 3x USB 2.0, E-SATA, HDMI, 7-in-1-Leser
Ergonomie	Guter Druckpunkt, präzises Pad, Tastaturbeleuchtung
Haptik (Verarbeitung/Stabilität, Look & Feel)	Gute Verarbeitung, hochwertiges Design
Leistung (60 %)	2,50
Cinebench 11.5 (64 Bit)/x264 4.0	5,15 Punkte/27,21 Fps
Crysis Warhead 720p (kein AA/AF; 4x MSAA/16:1 AF)	33 Fps; 25 Fps
Anno 1404 720p (kein AA/AF; 4x MSAA/16:1)	42 Fps; 41 Fps
Akkulaufzeit 80 cd/m ² /Crysis Warh. Loop Max. cd/m ²	190 Minuten (3:10 Stunden)/60 Minuten
Lautheit 2D/Leichte Last/Crysis Warhead Loop	0,6/2,0/3,0 Sone
Datenträger: Lesen, Zugriff (HD Tach)	184,4 MBytes/s; 0,1 Millisekunden
LCD: Reaktionszeit; Regelbereich	30 Millisekunden; 80 bis 200 cd/m ²
LCD: Helligkeitsverteilung, Interpolation	Gut (2,5), Gut (2,0)
Klangqualität Lautsprecher	Gut (2,0)
FAZIT	
✓ Mattes Display ✓ Gute 3D-Leistung ✓ Leuchtkraft	
Wertung: 2,24	


Zehn Midi-Gehäuse im Vergleichstest


Gehäuse für alle

Für weniger als 100 Euro bekommen Sie Gehäuse mit guter Ausstattung, die Ihre Hardware leise und dennoch effektiv kühlen. Wir vergleichen zehn starke Einsteiger- und Mittelklasse-Gehäuse.

Natürlich zählen auch bei einem PC besonders die inneren Werte. Dennoch legen viele Leser Wert auf die Optik ihres Gehäuses. Einbau, Funktionsumfang, Ausstattung, Lautheit und natürlich Temperatur sind aber ebenso wichtig und werden bei unserem Test ausführlich geprüft.

Um die zehn Gehäuse im Test optimal im Praxiseinsatz miteinander vergleichen zu können, haben wir unsere Testmethoden gründlich überarbeitet. Die Ergebnisse aus bisherigen Gehäusetests lassen sich daher nicht mehr mit den neuen Werten vergleichen. Damit Sie trotzdem wissen, wie gut die Neulinge im Vergleich zu bewährten Gehäusen in dieser Preisklasse sind, haben wir drei bereits getestete Modelle mit den neuen Testmethoden erneut geprüft: Das Cooler Master HAF 912 Plus, das Fractal Design Arc und das NZXT H2 bieten viel Ausstattung zum fairen Preis und sind (wie unsere Tests zeigen) auch heute noch gut. Ohnehin ist die Halbwertszeit bei Gehäusen

natürlich deutlich höher als bei CPUs oder Grafikkarten. Welche Änderungen wir bei unseren Testmethoden genau vorgenommen haben, verrät der Kasten auf der nächsten Seite.

Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Schwarz ist das neue Beige: Fast alle erhältlichen Gehäuse schmücken sich außen (und meistens auch innen) mit der Trendfarbe Schwarz. Dennoch gibt es bei der Optik riesige Unterschiede. Damit Sie sich einen guten Eindruck von den Gehäusen und deren Abmessungen machen können, haben wir alle Testkandidaten oben im korrekten Größenverhältnis abgebildet.

Deutliche Unterschiede gibt es hingegen bei der Unterstützung von Front-USB-3.0. Entsprechende Speicher-Sticks oder externe Festplatten sind mittlerweile kaum teurer als USB-2.0-Modelle und lohnen sich daher bei großen Datenmengen. Ältere oder günstige Gehäuse haben gar keine Front-USB-3.0-

Ports. Falls Ihr Mainboard entsprechende Anschlüsse bietet und Sie diese nutzen möchten, ohne hinter den PC kriechen zu müssen, brauchen Sie in dem Fall einen USB-3.0-Hub (ab 20 Euro) oder ein USB-3.0-Verlängerungskabel (ab zwei Euro). Sieben der zehn Gehäuse in unserem Test bieten bereits Front-USB-3.0-Anschlüsse, allerdings nutzen manche ein gewöhnliches externes USB-Kabel, das erst aus dem Gehäuse herausgeführt werden und hinten im I/O-Bereich des Boards eingesteckt werden muss. Andere Gehäuse verfügen über ein Kabel mit einem Stecker für interne USB-3.0-Ports. Diese sind auf den meisten aktuellen Boards mit Sockel 1155, 2011 oder AM3+ vorhanden – aber eben nicht auf allen. Infos hierzu finden Sie stets in unseren Mainboard-Tests. Die optimale Lösung liefert Corsair: Beim

Carbide Series 400R ist ein Adapter vom externen auf den internen Anschluss dabei. Einen solchen Adapter bekommen Sie auch separat, wie beispielsweise den CP09 von Silverstone für sieben Euro.

Fractal Design Arc Midi: Leise und kühl dank großer Lüfter. Beim Testsieger können Sie durchweg große Lüfter einsetzen: So lassen sich insgesamt sechs 140-mm-Propeller nutzen, in das Seitenteil passt sogar wahlweise ein 180er oder ein 140er. Große Lüfter sind bei gleicher Förderleistung leiser als 120-mm-Propeller, allerdings natürlich auch teurer. Drei 140er-Lüfter baut Fractal Design serienmäßig ein: Diese sitzen in der Front, im Heck und im Deckel. Mit 1,4 Sone bei üblichen 12 Volt sind diese für Silent-Freaks womöglich zu laut, dank der mitgelieferten Lüftersteuerung können Sie diese drei Lüfter jedoch beliebig herunterregeln – schon bei sieben Volt sind es nur noch 0,3 Sone. Dabei haben wir die Lüfter zur optimalen Vergleichbarkeit aus dem Gehäuse entfernt, be-

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12



vor wir sie gemessen haben – wie üblich aus einer Entfernung von 50 Zentimetern. Wenn Sie nicht gerade mehrere Grafikkarten nutzen oder extrem weit übertakten möchten, brauchen Sie beim Arc Midi keine anderen oder zusätzlichen Lüfter. Leider befindet sich der Drehregler der Lüftersteuerung nicht in der Gehäusefront, sondern an einer Blende für die Rückseite des PCs.

Um die Kühlleistung des Gehäuses unter Idealbedingungen zu testen, haben wir gemäß unserer neuen Testmethoden die Referenzlüfter Silent Wings 2 von Be quiet eingesetzt: zwei 140er jeweils in der Front und im Deckel, einen im Heck sowie im Seitenteil. Damit waren die Temperaturen sehr niedrig und dank der großen Lüfter sowie der dicken Wände blieb das System in unserem Test leise: Wir haben maximal 3,9 Sone aus 50 Zentimetern Entfernung gemessen – bei anderen Gehäusen sind es mit Referenzlüftern bis zu 4,8 Sone. Auch der Einbau der Komponenten gelingt beim Arc Midi leicht dank Kabeldurchführungen, viel Platz hinter der Zwischenwand und stabiler Schubladen für 3,5- oder 2,5-Zoll-HDDs/SSDs. Die Verarbeitung ist gut und es gibt keine scharfen Kanten. Damit bestätigt das Arc Midi den starken Eindruck aus unserem vorherigen Test und verdient sich unseren Top-Produkt-Award. Der Preis ist mit 80 Euro günstig.

NZXT H2: Dank Dämmung sehr leise, aber wärmer als die Konkurrenz. Das H2 von NZXT haben wir ebenfalls bereits in einer vorherigen Ausgabe getestet. Auch bei unseren neuen Testmethoden beweist das schlicht elegante Gehäuse seine Silent-Tauglichkeit: In der Frontklappe und in den Seitenwänden sind serienmäßig Dämmmatten angebracht. Daher erreichte das System mit Referenzlüftern nur 2,9 Sone und ist damit deutlich leiser als alle anderen Testkandidaten. Dabei muss man bedenken, dass das H2 in Front und Heck nur Plätze für 120er-Lüfter bietet. Wegen der Dämmung und der relativ kleinen Lüfter sind die Temperaturen höher als bei allen anderen Testgehäusen, allerdings liegen sie auch beim für alle Tests verwendeten übertakteten Core i7-920 im unbedenklichen Bereich. Erstaunlich ist, dass die drei bei diesem Silent-Gehäuse enthaltenen 120-mm-Propeller mit bis zu 1,8 Sone (12 Volt) die lautesten Lüfter im Test sind. Dank der mitgelieferten, dreistufigen Steuerung können Sie diese aber bändigen. Sehr praktisch sind die Einbaurahmen für die Frontlüfter: Damit lassen sich diese werkzeuglos herausnehmen und reinigen – vorbildlich. Das H2 gibt es auch in Weiß.

Anidéés AI-6B: Starkes Erstlingswerk. Der neue Hersteller Anidéés legt bei seinen Gehäusen großen

Optimale Vergleichbarkeit und Praxis-Check

Um Kühlleistung und Lautheitsentwicklung von Gehäusen noch besser und praxisnäher zu bewerten, haben wir unsere Testmethoden überarbeitet.

Eine der wichtigsten Eigenschaften von Gehäusen ist, einen optimalen Kompromiss aus Lautheit und Temperatur zu bieten. Allerdings werden alle Modelle mit individuellen Lüftern bestückt und viele Leser tauschen diese ohnehin oder bauen weitere Lüfter ein. Um die Kühlleistung der Gehäuse direkt miteinander vergleichen zu können, verwenden wir für die Temperaturtests neuerdings die Referenzlüfter Silent Wings 2 von Be quiet (maximal sieben Stück). Die 140-mm-Variante arbeitet mit 0,4 Sone, beim 120er-Lüfter sind es 1,0 Sone. Damit sind die Referenzlüfter deutlich leiser als der verwendete CPU-Kühler Deep Cool Ice Matrix und die übertaktete GeForce GTX 560 Ti, bei denen wir die Lüfterdrehzahl mit 12 Volt beziehungsweise 55 Prozent festgelegt haben. In unserem Lautheitstest kommt es also darauf an, wie stark die Lüftergeräusche dieser beiden Komponenten nach außen dringen. Zudem messen wir die Lautheit der enthaltenen Lüfter im ausgebauten Zustand mit zwölf, sieben und fünf Volt, damit Sie einschätzen können, ob es sich lohnt, die Lüfter zu tauschen.

Auch das Testszenario haben wir geändert: Eine reproduzierbare Szene von *Anno 2070* sorgt für volle GPU- und 20 Prozent CPU-Auslastung. Die übrigen Threads des auf 3,2 GHz übertakteten Core i7-920 belasten wir mit Prime 95 (In Place).

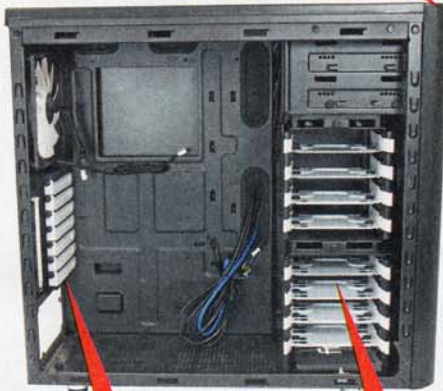


Fractal Design Arc Midi – Testsieger im Detail

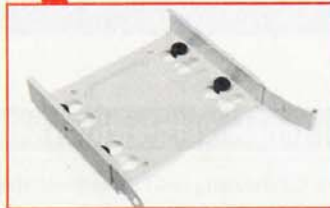

Vorne am Deckel des Gehäuses befinden sich zwei USB-2.0-Anschlüsse und ein USB-3.0-Port (blau).



Der USB-3.0-Anschluss wird über einen internen Stecker mit dem Mainboard verbunden.



Der Drehregler steuert bis zu drei Lüfter. Festplatten werden in den stabilen Schubladen mit Gummiringen entkoppelt.


Hanlung TR 310 – Spartipp im Detail

Hinter einer Klappe verbergen sich die Anschlüsse für Festplatten oder SSDs sowie der Schieberegler für die Lüftersteuerung.



Unter der Mesh-Verkleidung im Deckel sitzen zwei 120-mm-Lüfter.



Wenn Sie diese Abdeckung nach unten schieben, können Sie die Frontanschlüsse und den Reset-Knopf nutzen. USB 3.0 fehlt.

Wert darauf, die Ideen der Anwender umzusetzen. Tatsächlich ist der Aufbau des AI-6B gelungen: Die beiden Festplattenkäfige lassen sich herausnehmen, um Platz für lange Grafikkarten zu bieten oder den Zusammenbau zu erleichtern. Darin sitzen Schubladen, die sich jeweils für 2,5- oder 3,5-Zoll-Festplatten/SSDs eignen. Da 3,5-Zoll-Modelle von unten verschraubt werden und dort auf Gummiringen ruhen, sind diese gut entkoppelt. Zudem lassen sich die Kabel optimal hinter der Zwischenwand verstecken – wir wünschen uns aber größere Kabeldurchführungen. Insgesamt lassen sich bis zu fünf 140- und ein 120-mm-Lüfter einbauen. Der 120er-Platz im Heck ist bereits besetzt, in der Front hängt ein 140-mm-Lüfter. Diese sind mit maximal 0,7 Sone bei 12 Volt sehr leise. Zudem verfügen die Seitenwände nicht über Lüftungsschlitze und sind relativ dick

– zusammen mit der Klappe in der Front sorgen sie dafür, dass wenig Lüfterlärm nach außen dringt – 3,3 Sone sind der zweitniedrigste Wert im Test. Wenn Sie es noch leiser mögen, bekommen Sie das Anidées-Gehäuse für 120 statt 110 Euro in der Variante AI6BS inklusive schlichter Dämmung. Zudem bietet Caseking für 140 Euro eine Variante mit noch besseren Dämmmatten an.

Carbide Series 400R: Gute Ideen und starke Kühlung. Das günstigste Gehäuse von Corsair liefert für faire 85 Euro den komfortabelsten Zusammenbau im Testfeld: Alle Laufwerke lassen sich werkzeuglos befestigen und dank der großen Kabeldurchführungen können Sie die Strippen gut hinter der Zwischenwand verstecken. Zudem lassen sich die Staubfilter im Boden und in der Front einfach herausnehmen. Eine clevere Idee: Selbst

GEHÄUSE

Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien



Produkt	Arc Midi	H2
Hersteller (Webseite)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	NZXT (www.caseking.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 80,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 85,-/gut (kein Seitenfenster, Dämmung)
Version mit Seitenfenster	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar
Version mit Dämmung	Nicht verfügbar	Ca. € 85,-
Ausstattung (20 %)	2,13	2,17
Plätze für Laufwerke	8 x 2,5/3,5 Zoll, 2 x 5,25 Zoll	8 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll
Erweiterungs-Slots	Sieben	Sieben
Lüfterplätze	6 x 140 mm (oder 3 x 120 und 4 x 140 mm), 1 x 180 mm	4 x 120 mm, 1 x 140 mm
Vorhandene Lüfter	3 x 140 mm	3 x 120 mm
Frontanschlüsse	1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, Audio	1 x USB 3.0, 3 x USB 2.0, Audio
Besonderheiten	Keine Besonderheiten	Externes HDD-/SSD-Dock
Eigenschaften (20 %)	1,70	1,78
Material (nicht gewertet)	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik
Gewicht (ohne Lüfter)	9,9 kg	8,5 kg
Abmessungen (Höhe x Breite x Tiefe)	48 x 24 x 52 cm	47 x 22 x 52 cm
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler	47/18 cm	30/17 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifigkeit	Gut/sehr gut/gut	Gut/sehr gut/gut
Zusammenbau	Befriedigend	Befriedigend
Besonderheiten beim Zusammenbau	Lüftersteuerung (Drehregler, drei Lüfter)	Lüftermodule, Lüftersteuerung (drei Stufen)
Praxisprobleme	Keine	Großer CPU-Kühler kann Lüfter im Deckel blockieren
Leistung (60 %)	1,93	2,00
Temperatur CPU/GPU	63/69 Grad Celsius	75/75 Grad Celsius
Temperatur HDD/Mainboard-Northbridge/CPU-Spannungswandler	31/60/69/67 Grad Celsius	32/75/78/81 Grad Celsius
Lautester enthaltener Lüfter (12/7/5 Volt)	1,4/0,3/0,1 Sone	1,8/0,5/0,2 Sone
Lautheit mit Referenzlüfter frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	3,8/3,9 Sone	2,9/2,9 Sone
Anzahl der verwendeten Referenzlüfter Be quiet Silent Wings 2 (nicht gewertet)	F: 2 x 140, H: 1 x 140, D: 2 x 140, S: 1 x 140 mm	Front: 2 x 120, Heck: 1 x 120
FAZIT	- Leise und kalt - Platz für viele 140er-Lüfter - Potenziometer mitgeliefert	- HDD-/SSD-Dock - Leise dank Dämmung dafür relativ warm
	Wertung: 1,92	Wertung: 1,99

System: Core i7-920 @ 3,2 GHz (1,2 Volt CPU-Spannung), Stromsparmodi aus, Gainward GeForce GTX 560 Ti @ 55 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM (8-8-8-24), Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min.), Cooler Master RS-800-80GA-D3 mit 800 Watt (80 Plus Gold), Umgebungstemperatur: 24 Grad Celsius

wenn Sie die Rendschrauben an den Gehäusewänden lösen, bleiben diese in der Halterung stecken – so können die Schrauben nicht verloren gehen. Die Schubladen für Festplatten oder SSDs sind jedoch aus weichem Plastik und können (wenn kein Laufwerk eingebaut ist) beim Transport herausfallen. Dank der vielen Einbaumöglichkeiten für Lüfter sind die Temperaturen mit unseren Referenzlüftern von Be quiet niedrig. Wegen der großen Lüfterschlitze im Deckel und in der Seite dringt jedoch viel Lüfterlärm nach draußen – wir haben 4,2 Sone gemessen, wodurch eine bessere Wertung verhindert wird. Für 130 statt 85 Euro bekommen Sie das Corsair-Gehäuse aber auch in einer gedämmten Variante.

Lepa LPC302: Der „Eiswürfel“ im Test. Das 85-Euro-Gehäuse von Lepa bietet von allen Testteilnehmern die

meisten Lüfteröffnungen – sogar an der rückwärtigen Außenwand lässt sich ein 120-mm-Lüfter einsetzen (hinter dem CPU-Sockel), dieser muss aber relativ flach sein – ein Be quiet Silent Wings 2 passt nicht. Leider lassen sich nur im Deckel zwei 140-mm-Lüfter einbauen, die übrigen Halterungen eignen sich ausschließlich für 120er. Wie in unseren Testmethoden festgelegt, haben wir sieben Referenzlüfter eingesetzt (die Aufteilung steht wie immer in der Testtabelle). Damit liefert das Lepa-Gehäuse sehr niedrige Temperaturen. Wegen des großen Mesh-Bereichs im Seitenteil haben wir bis zu 4,8 Sone gemessen – der lauteste Wert im Test. Die Schubladen sind wie beim Corsair-Gehäuse relativ weich. Front-USB-3.0 wird über ein externes Kabel umgesetzt. Vorsicht: Die Kanten bei den Laufwerksblenden sind scharf.

Xigmatek Midgard II: Starker Allrounder zum guten Preis. Der Nachfolger des beliebten Midgard leistet sich keine echten Schwächen: Der Zusammenbau ist dank werkzeugloser Laufwerks-Montage, herausnehmbarer Festplattenkäfige und großer Kabeldurchführungen einfach. Für Front-USB-3.0 wird ein interner Anschluss genutzt und die Temperaturen liegen im Mittelfeld. Zudem gibt es keine scharfen Kanten – die Verarbeitung ist gut. Dank der Lüftersteuerung (Drehregler an einer Slot-Blende) können Sie die enthaltenen Propeller zwischen 1,1 und 0,1 Sone regeln. Leider werden nur zwei 120-mm-Lüfter mitgeliefert. Eine Besonderheit ist die „Leather Touch“ genannte Oberfläche, die unempfindlich gegenüber Fingerabdrücken ist. Mit 70 Euro ist das Preis-Leistungs-Verhältnis gut, für unseren Spartipp-Award aber ein paar Euro zu teuer.

Cooler Master HAF 912 Plus: Niedrige Temperaturen, hohe Lautheit. Bei der Entwicklung des HAF 912 Plus war Kühlung offenbar wichtiger als Lautheit: Wie bei den Gehäusen von Corsair und Lepa sorgen große Lüftungsschlitze dafür, dass der Lüfterlärm trotz geschlossenen Gehäuses deutlich wahrnehmbar ist – wir haben 4,6 Sone gemessen. Dabei sind die beiden enthaltenen Lüfter mit maximal 0,7 Sone angenehm leise. In der Front sitzt sogar ein großes 200-mm-Schaufelrad – erstaunlich für den günstigen Preis von nur 70 Euro. Da es in der Silent-Wings-2-Reihe keine 200-mm-Lüfter gibt, haben wir den großen Standardlüfter bei unserem Temperaturtest beibehalten. Das HAF 912 Plus ist bereits älter (wir haben es in Ausgabe 06/2011 mit dem Spartipp-Award ausgezeichnet), weshalb es keine Front-USB-3.0-Ports hat. Wenn Sie niedrige Tempe- ▶

GEHÄUSE Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien				
   				
Produkt	AI-68	Carbide Series 400R	LPC302	Midgard II
Hersteller (Webseite)	Anidees (www.caseking.de)	Corsair (www.corsair.com)	Lepa (www.lepatek.de)	Xigmatek (www.caseking.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 110,-/befriedigend (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 85,-/befriedigend (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 85,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 70,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)
Version mit Seitenfenster	Ca. € 120,-	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar
Version mit Dämmung	Ca. € 120,- oder 140,- (Caseking King Mod)	Ca. € 130,-	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar
Ausstattung (20 %)	2,79	2,24	1,42	2,32
Plätze für Laufwerke	6 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	6 x 2,5/3,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	6 x 2,5/3,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	6 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll
Erweiterungs-Slots	Acht	Acht	Acht	Sieben
Lüfterplätze	1 x 120, 1 x 140, 4 x 120/140 mm	2 x 120, 6 x 120/140 mm	10 x 120 mm, 2 x 140 mm	4 x 120 mm, 4 x 140 mm
Vorhandene Lüfter	1 x 120, 1 x 140 mm	3 x 120 mm	3 x 120 mm	2 x 120 mm
Frontanschlüsse	2 x USB 3.0, 4 x USB 2.0, Audio	2 x USB 3.0, Firewire, Audio	1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, E-SATA, Audio	1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, Audio
Besonderheiten	Keine Besonderheiten	Keine Besonderheiten	Externes HDD-/SSD-Dock	Externes HDD-/SSD-Dock
Eigenschaften (20 %)	1,69	1,66	1,86	1,57
Material (nicht gewertet)	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik
Gewicht (ohne Lüfter)	10,5 kg	7,2 kg	8,4 kg	7,0 kg
Abmessungen (Höhe x Breite x Tiefe)	51 x 21 x 53 cm	50 x 21 x 53 cm	51 x 21 x 53 cm	47 x 21 x 48 cm
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler	43/17 cm	33/18 cm	44/17 cm	42/17 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifheit	Gut/sehr gut/gut	Befriedigend/sehr gut/gut	Befriedigend/befriedigend/gut	Befriedigend/sehr gut/gut
Zusammenbau	Befriedigend	Gut	Befriedigend	Gut
Besonderheiten beim Zusammenbau	Festplattenkäfige herausnehmbar	Keine Besonderheiten	Festplattenkäfige herausnehmbar	Festplattenkäfige herausnehmbar, Lüftersteuerung (Drehregler, drei Lüfter)
Praxisprobleme	CPU-Kühler kann Lüfter im Deckel blockieren	Keine	CPU-Kühler kann Lüfter im Deckel blockieren	CPU-Kühler kann Lüfter im Deckel blockieren
Leistung (60 %)	2,23	2,45	2,75	2,83
Temperatur CPU/GPU	74/77 Grad Celsius	69/72 Grad Celsius	65/70 Grad Celsius	67/72 Grad Celsius
Temperatur HDD/Mainboard-Northbridge/CPU-Spannungswandler	32/71/81/78 Grad Celsius	29/59/68/65 Grad Celsius	30/59/68/70 Grad Celsius	30/69/79/77 Grad Celsius
Lautester enthaltener Lüfter (12/7/5 Volt)	0,7/0,2/0,1 Sone	0,8/0,2/0,1 Sone	1,1/0,3/0,2 Sone	1,1/0,3/0,2 Sone
Lautheit mit Referenzlüfter frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	3,3/3,1 Sone	4,2/4,2 Sone	4,5/4,8 Sone	4,4/4,4 Sone
Anzahl der verwendeten Referenzlüfter	Front: 2 x 140, Heck: 1 x 120, Deckel: 2 x 140	Front: 2 x 120, Heck: 1 x 140, Deckel: 2 x 140, Seite: 2 x 140	Front: 2 x 140, Heck: 1 x 120, Deckel: 1 x 140, erste Seite: 2 x 120, zweite Seite: 1 x 120 mm	Front: 2 x 120, Heck: 1 x 120, Deckel: 2 x 140, Seite: 1 x 140 mm
Be quiet Silent Wings 2 (nicht gewertet)				
FAZIT	- Relativ leise - Gute Verarbeitung - Etwas teurer als Konkurrenz	- Einfacher Zusammenbau - Platz für viele Lüfter - Dämmt Lärm kaum	- Platz für viele Lüfter - HDD-/SSD-Dock - Verarbeitung nicht optimal	- Einfacher Zusammenbau - HDD-/SSD-Dock - Nur zwei Lüfter dabei
	Wertung: 2,23	Wertung: 2,25	Wertung: 2,31	Wertung: 2,47

aturen zum geringen Preis suchen, ist das Cooler-Master-Gehäuse noch immer eine gute Wahl. Ansonsten ist das Midgard II zum gleichen Preis überlegen.

Hanjung TR 310: Gutes Gehäuse zum günstigen Preis. Für nur 55 Euro verfügt das Hanjung-Gehäuse, welches im PCGH-Preisvergleich noch unter dem alten Namen „TRON310“ aufgelistet wird, gleich über drei 120-mm-Lüfter in Front, Heck und Deckel. Mit maximal 0,7 Sone sind diese angenehm leise. Drei weitere 120-mm-Lüfter lassen sich einbauen, sind aber meistens nicht erforderlich. Sogar eine Lüftersteuerung ist enthalten, bietet aber nur zwei Stufen. Der zugehörige Schieberegler verbirgt sich im Deckel – direkt neben dem externen Dock für Festplatten oder SSDs. Damit ist die Ausstattung umfangreich, wir vermissen jedoch Front-USB-3.0 und

Halterungen für größere Lüfter. Jeweils zwei 5,25-Zoll- oder 3,5-Zoll-Laufwerke lassen sich schraubenlos einbauen. Der Festplattenkäfig kann aber nicht herausgenommen werden. Die Blenden für die Steckkarten müssen herausgebrochen werden. Achtung: Dadurch entstehen scharfe Kanten. Wegen der Luftlöcher sind unsere Standardkomponenten im Hanjung-Gehäuse mit 4,5 Sone deutlich hörbar. Die Temperaturen sind unbedenklich.

Cooltek Timaos: Viel Ausstattung für wenig Geld. Wie das Hanjung-Gehäuse kostet das Cooltek-Modell nur 55 Euro. Für den günstigen Preis sind gleich drei 120er- und ein 140-mm-Lüfter enthalten. Mit den beiden Drehreglern vorne am Gehäuse können Sie zwei Propeller regeln. Auch Front-USB-3.0 ist über externes Kabel enthalten. Damit ist die Ausstattung besser als beim

TR 310 von Hanjung. Beim Zusammenbau fallen jedoch Schwächen auf: Wenn Sie einen großen Turmkühler nutzen möchten, müssen Sie die beiden Lüfter im Deckel entfernen – das war bei dem verwendeten Ice Matrix 400 von Deep Cool der Fall. Dabei muss man aber bedenken, dass der Sockel auf dem verwendeten Mainboard weit oben sitzt. Auffällig: Manche Laufwerkschubladen waren verfärbt. Zudem ist das Verhältnis der Lautheit zur Kühlleistung mit Referenzlüftern deutlich schlechter als bei unserem Spartipp von Hanjung.

Arctic T11 Silentium: Für Zweit-PCs. Für den günstigen Preis von 35 Euro sind nur zwei 120er-Lüfter enthalten. Front-USB-3.0 fehlt. Da das Netzteil oben sitzt und übliche Komfortfunktionen wie Festplattenschubladen oder Kabeldurchführungen fehlen, ist der Einbau zu-

dem unnötig kompliziert. Vorsicht: Die Kanten bei der I/O-Blende sind sehr scharf. Da sich nur zwei 120-mm-Lüfter einbauen lassen, waren die Temperaturen im Test relativ hoch. Durch die dünnen Wände dringt zudem viel Lärm. Für möglichst günstige Zweitrechner reicht das T11; Spiele-PCs fühlen sich hingegen in unserem Spartipp von Hanjung deutlich wohler. (dm)

Fazit

Hardware

Gehäuse

Optik ist Geschmackssache und wird nicht bewertet. Wenn Sie die Gehäuse ausgesucht haben, die Ihnen gefallen, prüfen Sie mit unseren Testwerten, welches Modell zu Ihnen passt: Silent-Fans nehmen das H2, Spärfüchse das TR310, Vielbastler das 400R. Die beste Kühlleistung gibt es beim LPC302. Unser Testsieger ist der beste Allrounder.

GEHÄUSE Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien				
Produkt	HAF912 Plus	TR310	Timaos	T11 Silentium
Hersteller (Webseite)	Cooler Master (www.coolermaster.de)	Hanjung (www.pc-cooling.de)	Cooltek (www.pc-cooling.de)	Arctic (www.arctic.ac/en)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 70,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 55,-/sehr gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 55,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 35,-/gut (kein Seitenfenster, keine Dämmung)
Version mit Seitenfenster	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar
Version mit Dämmung	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	Nicht verfügbar
Ausstattung (20 %)	2,42	3,09	2,22	3,97
Plätze für Laufwerke	6 x 3,5 Zoll, 2 x 2,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	1 x 2,5/3,5 Zoll, 5 x 3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	4 x 2,5/3,5 Zoll, 1 x 3,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	3 x 2,5/3,5 Zoll, 2 x 5,25 Zoll
Erweiterungs-Slots	Sieben	Sieben	Sieben	Sieben
Lüfterplätze	1 x 120, 1 x 140, 2 x 200 mm (abwärtskompatibel)	6 x 120 mm	6 x 120, 1 x 140 mm	2 x 120 mm
Vorhandene Lüfter	1 x 120, 1 x 200 mm	3 x 120 mm	3 x 120, 1 x 140 mm	2 x 120 mm
Frontanschlüsse	2 x USB 2.0, 1 x E-SATA, Audio	2 x USB 2.0, Audio	2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, Audio	2 x USB 2.0, Audio
Besonderheiten	Keine Besonderheiten	Externes HDD-/SSD-Dock	Keine Besonderheiten	Keine Besonderheiten
Eigenschaften (20 %)	1,73	1,94	2,13	2,24
Material (nicht gewertet)	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik	Stahl und Plastik
Gewicht (ohne Lüfter)	8,0 kg	7,1 kg	6,1 kg	5,2 kg
Abmessungen (Höhe x Breite x Tiefe)	50 x 23 x 50 cm	48 x 21 x 49 cm	47 x 19 x 50 cm	43,5 x 19 x 50 cm
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler	39 cm/18 cm	30 cm/16 cm	28 cm/16 cm	40 cm/16 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifigkeit	Gut/sehr gut/gut	Befriedigend/befriedigend/gut	Befriedigend/gut/gut	Ausreichend/mangelhaft/gut
Zusammenbau	Befriedigend	Befriedigend	Ausreichend	Ausreichend
Besonderheiten beim Zusammenbau	Festplattenkäfige herausnehmbar	Lüftersteuerung (2 Stufen)	Lüftersteuerung (zwei Drehregler, zwei Lüfter)	Keine Besonderheiten
Praxisprobleme	Keine	Blenden für Steckkarten müssen herausgebrochen werden	Beim Einsatz großer Turmkühler müssen die Lüfter im Deckel entfernt werden	Schlechte Qualität bei Festplattenrahmen
Leistung (60 %)	2,75	2,90	3,43	3,05
Temperatur CPU/GPU	65/70 Grad Celsius	67/71 Grad Celsius	71/74 Grad Celsius	69/67 Grad Celsius
Temperatur HDD/Mainboard-Northbridge/CPU-Spannungswandler	30/62/70/68 Grad Celsius	30/63/70/71 Grad Celsius	31/70/77/79 Grad Celsius	35/65/71/73 Grad Celsius
Lautester enthaltener Lüfter (12/7/5 Volt)	0,7/0,1/0,1 Sone	0,7/0,1/0,1 Sone	1,2/0,1/0,1 Sone	0,2/0,1/nicht möglich
Lautheit mit Referenzlüfter frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	4,6/4,6 Sone	4,5/4,5 Sone	4,2/4,8 Sone	4,8/4,8 Sone
Anzahl der verwendeten Referenzlüfter Be quiet Silent Wings 2 (nicht gewertet)	Front: 1 x 200, Heck: 1 x 120, Deckel: 2 x 120, Seite: 1 x 140 mm	Front: 1 x 120, Heck: 1 x 120, Deckel: 2 x 120, Seite: 1 x 120 mm	Front: 1 x 140, Heck: 1 x 120, Seite: 1 x 120 mm	Front: 1 x 120, Heck: 1 x 120 mm
FAZIT	200-mm-Lüfter mitgeliefert - Niedrige Temperaturen - Kein Front-USB-3.0	- Sehr günstig - Maximal 120er-Lüfter - Kein Front-USB-3.0	- Vier Lüfter mitgeliefert - Probleme bei großen Kühlern - Mäßige Verarbeitung	- Niedriger Preis - Kein Front-USB-3.0 - Scharfe Kanten
	Wertung: 2,48	Wertung: 2,75	Wertung: 2,93	Wertung: 3,07

System: Core i7-920 @ 3,2 GHz (1,2 Volt CPU-Spannung), Stromsparmodi aus, Gainward GeForce GTX 560 Ti @ 55 °C Lüfterdrehzahl, 3 x 2,048 MiByte DDR3-1280-RAM (8-8-8-24), Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Cooler Master RS-800-80GA-D3 mit 800 Watt (80 Plus Gold), Umgebungstemperatur: 24 Grad Celsius



27 Lüfter von 120 bis 140 Millimeter im Test

Eiskalte Stille

Eine Vielzahl neuer Ventilatoren buhlt um die Gunst der Käufer. In unserem Vergleichstest decken wir die Stärken und Schwächen der Produkte auf – welcher Kandidat macht das Rennen?

So kalt wie auf dem Aufmacher für diesen Artikel wird es zwar auch durch den leistungsstärksten Lüfter nicht, da sich mit einem luft- (oder wasser-)gekühlten System keine Werte unterhalb der Raumtemperatur erreichen lassen, eine schnelle Wärmeabfuhr bei geringer Lautstärke und eine gute Ausstattung ist aber auch bei dieser Marktübersicht wieder der Schlüssel zum Erfolg.

Testmethodik

Zur Ermittlung der Kühlleistung montieren wir die Ventilatoren auf einem ProLimaTech Armageddon, der einen Core i7-870 bei 1,2 Volt vor dem Überhitzen bewahrt, während das Programm Core Damage ausgeführt wird. Als Mainboard dient das Asus Maximus III Gene. Zur Drehzahlregulierung verwenden wir die Lüftersteuerung Zalman ZM-MFC3, die die Dreh-

zahl sowohl über die Spannung (3-Pin-Anschluss) als auch über das schnelle Ein- und Ausschalten (4-Pin-PWM-Anschluss) regulieren kann. Bei jedem Lüfter ermitteln wir zuerst die Maximaldrehzahl (die von der Herstellervorgabe abweichen kann) und testen den Lüfter zusätzlich bei 75 und 50 Prozent dieser Drehzahl, sofern dies möglich ist. Die Lautheit ermitteln wir mit einem geeigneten Messgerät aus 50 cm Entfernung, das Laufgeräusch bestimmen wir durch aufmerksames Hinhören – jeweils in einem schallgedämmten Raum.

Beachten Sie, dass die ermittelten Temperaturwerte trotz gleicher Hardware-Basis nicht direkt mit früheren Lüftertests zu vergleichen sind, da nach dem Sockelbrand bei unserer Sockel-1156-Platine ein neues Mainboard erforderlich wurde und die CPU-Abwärme nicht

exakt gleich ist. Die Testmuster für diese Marktübersicht stammen von den Versandhändlern Caseking, Aquatuning oder dem jeweiligen Hersteller.

Be quiet dominiert

Aufbauend auf der erfolgreichen Silent-Wings-Modellreihe hat der Hersteller vor kurzem zwei neue Produktlinien vorgestellt. Die Shadow-Wings-Reihe beherbergt Lüfter von 10 bis 12 Euro und punktet vor allem durch Vielfalt: Die Ventilatoren gibt es sowohl als 3-Pin- als auch als PWM-Variante mit 1.500 U/min (120 mm) beziehungsweise 1.000 U/min (140 mm). Die 120-mm-Palette umfasst

darüber hinaus 3-Pin-Propeller mit 800 und 2.200 U/min. Gegenüber den Silent-Wings-Lüftern hat Be quiet in zwei Punkten den Rotstift angesetzt: Die Anschlusskabel sind nun nicht mehr ummantelt, es handelt sich lediglich um einen zusammengefassten, schwarzen Kabelstrang. Zudem ist abhängig vom Modell das Laufgeräusch stärker ausgeprägt. Betroffen davon sind unserem Hörempfinden nach das 120-mm-Modell BQT T12025-HR-2 sowie beide 140-mm-Lüfter.

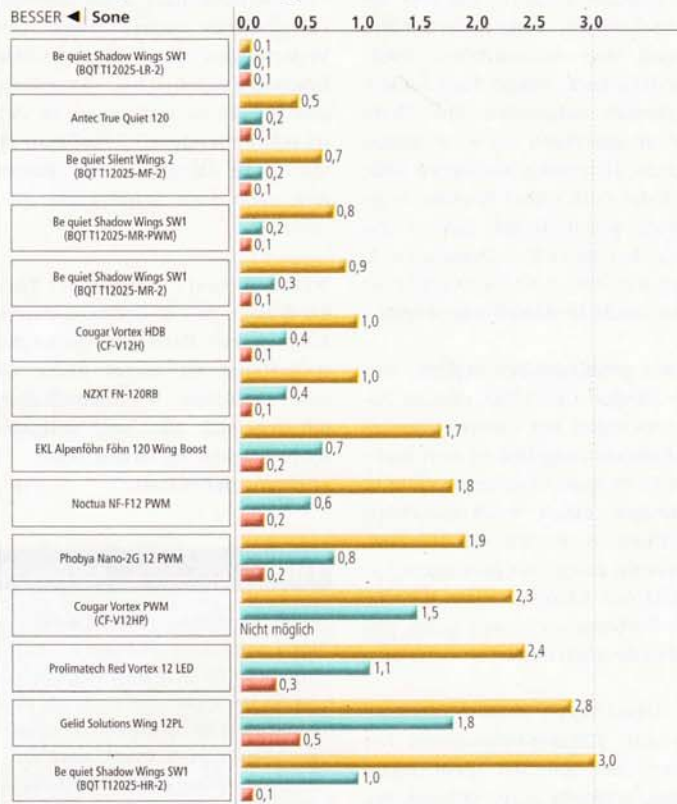
Dennoch handelt es sich bei allen Shadow Wings mit Ausnahme des 2.200-U/min-Modells um waschechte Silent-Lüfter, die bei Maximaldrehzahl knapp unter 1,0 Sone bleiben. Der langsam rotierende BQT T12025-LR-2 ist sogar der erste von uns getestete Ventilator, der bei der Höchstdrehzahl nie über 0,1 Sone hinauskommt – dem niedrigsten

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

120-mm-Lüfter: BQT T12025-LR-2 (fast) unhörbar

Lautheit aus 0,5 Metern Entfernung



System: Offener Aufbau, Messung aus 0,5 Metern Entfernung, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3 **Be-merkungen:** Bei 50 Prozent sind alle Modelle flüsterleise, die meisten Modelle liegen aber bereits bei 75 Prozent unter 1 Sone. Ungedrosselt sind die Modelle mit mehr als 1.500 U/min recht laut.

Wert, das unser Messgerät anzeigt. Da eine Drosselung in diesem Sonderfall also ausschließlich für eine niedrigere Kühlleistung, aber keine (messbar) niedrigere Geräuschkulisse bewirkt, haben wir zur Bewertung nur den 100-Prozent-Wert herangezogen.

Oberhalb der Shadow Wings sortieren sich die beiden Testsieger ein: Die Silent Wings 2 haben ein noch leiseres Lager und sind vor allem besser ausgestattet. Neu für die Silent-Wings-Serie sind die wechselbaren Eckstücke, was mehr Flexibilität bei der Montage bedeutet. Obwohl die Ventilatoren mit gemessenen 0,7 Sone (120 mm) und 0,6 Sone (140 mm) bereits sehr leise sind, liefert Be quiet noch einen Molex-Adapter mit, der neben 12 Volt auch 7 und 5 Volt bereitstellt, wodurch die Lautheit weiter sinkt. Achten Sie dabei aber auf die Temperaturen: Mit Ausnahme des BQT T12025-HR-2 bieten alle Be-quiet-Lüfter nur eine durchschnittliche Kühlleistung (die viele andere Modelle mit mehr Lärm erreichen).

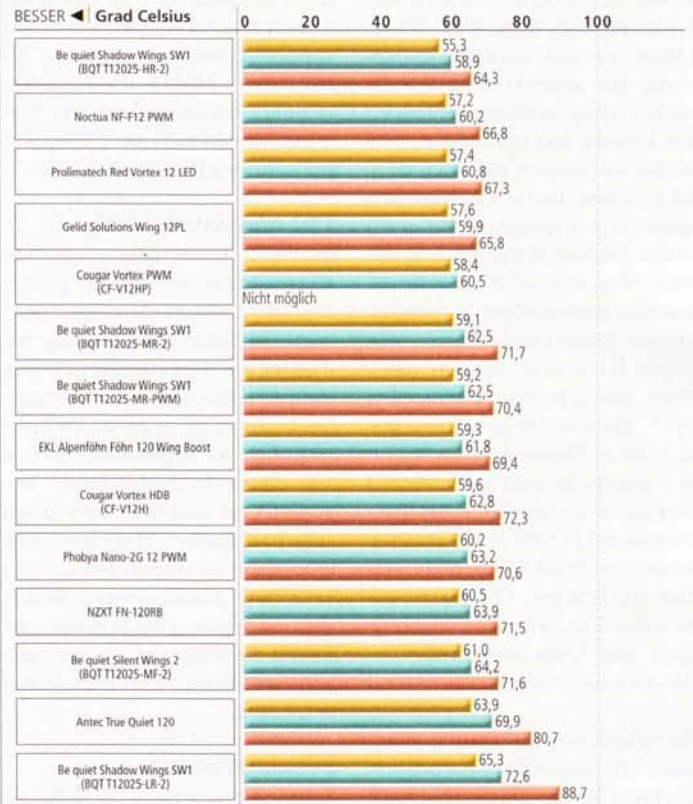
Übrigens: Silent Wings 2 ist der neue Name für die seit kurzem erhältlichen Dark Wings. Falls Sie also bei einem Händler einen als Dark Wings ausgeschrieben Ventilator sehen, handelt es sich dabei um einen Silent Wings 2, der – wie unsere Testmuster – vor der Umbenennungsmaßnahme produziert wurde. Außer dem Namen gibt es laut Be quiet aber keinen Unterschied.

Noctua legt nach

Die Österreicher sind bekannt dafür, jährlich nur wenige neue Produkte herauszubringen und sich dem Oberklasse-Segment zu widmen. Beim NF-F12 PWM geht diese Taktik auf: Der 120-mm-Ventilator bietet eine sehr hohe Kühlleistung und bleibt dabei deutlich leiser als andere Lüfter, die dazu schneller rotieren müssen. Bei vergleichbarer Leistung bringen es der Gelid Solutions Wing 12PL und der Prolimatech Red Vortex 12 LED beispielsweise auf maximal 2,8 beziehungsweise 2,4 Sone, während das Noctua-Modell mit 1,8 Sone deut-

120-mm-Lüfter: BQT T12025-HR-2 kühlt am besten

CPU-Temperatur unter Volllast



System: Core i7-870 (1,2 V), Intel P55, 4 GiByte DDR3, GeForce 6600 GT; Windows 7 x64; offener Teststand, liegende Hauptplatine, einheitliche Wärmeleitpaste (Prolimatech PK-1), Temperatur auf 20 °C normiert **Be-merkungen:** Noctuas NF-F12 PWM ist bärenstark, nur der laute BQT T12025-HR-2 kühlt besser.

lich geräuschärmer zu Werke geht. Ursächlich dafür sind eine Reihe Optimierungen, beispielsweise unterschiedliche Anstellwinkel der Lüfterblätter. Auf diese Weise werden leicht unterschiedliche Druckniveaus erreicht, was den hörbaren Frequenzbereich vergrößert und angenehmer für das menschliche Gehör sein soll. Beim Laufgeräusch handelt es sich zwar um ein sehr leises, angenehmes Brummen, aus wenigen Zentimetern Entfernung ist der BQT T12025-MF-2 allerdings noch etwas leiser und daher Testsieger.

Bei der Ausstattung geht Noctua keine Kompromisse ein und liefert neben einem Verlängerungskabel, einem Y-Kabel zum Anschluss zweier Lüfter an einem 4-Pin-Steckplatz, einem Low-Noise-Adapter und Entkopplungselementen als einziger Hersteller auch eine Anleitung mit. Die Kehrseite: Für Sparfüchse ist der NF-12 PWM uninteressant, da er preislich über 20 Euro liegt.

120-mm-Empfehlungen

Auch wenn die Top-Produkt-Awards und die geringen Wertungsunterschiede den Eindruck erwe-



Der Lieferumfang des Noctua NF-F12 PWM und der Be quiet Dark Wings ist umfangreich und gut gewählt, sorgt aber für einen vergleichsweise hohen Preis.

cken könnten, dass die drei besten Lüfter für alle Aufgaben gleichermaßen gut geeignet sind, stimmt das keineswegs: Beim Silent Wings 2 handelt es sich um einen extrem leisen, gut ausgestatteten Ventilator mit einer zufriedenstellenden Kühlleistung. Der Allrounder ist damit für die meisten auf einen möglichst leisen Betrieb optimierten Spiele-PC gut geeignet. Der noch leisere Shadow Wings SW1 in der 800-U/min-Version ist zwar für Silent-Fans insbesondere in Hinblick auf den fairen Preis attraktiv, sein Einsatz lohnt sich aber nur dann, wenn sämtliche Geräuschquellen im PC eliminiert wurden und keine hohe Kühlleistung erforderlich ist – bereits leichtes Spulenfließen übertönt den Ventilator deutlich. Noctuas NF-F12 PWM ist eine hervorragende Wahl für Besitzer von High-End-PCs und Übertakker, die zwar eine hohe Kühlleistung benötigen, aber keine übermäßige Geräuschkulisse akzeptieren.

Für Sparfüchse, die günstig einen guten Gehäuselüfter nachrüsten möchten, ist der NZXT FN-120RB einen Blick wert: Der Lüfter kostet

lediglich 8 Euro, ist angenehm leise und mit einem langen Anschlusskabel ausgestattet. Auf besondere Ausstattungsmerkmale oder Entkopplungselemente müssen Sie bei diesem Modell allerdings verzichten – falls Sie auf letzteres Wert legen, lohnen sich die 2 Euro Aufpreis für den BQT T12025-MR-2.

140-mm-Empfehlungen

In dieser Größenklasse sind die Wertungsabstände etwas größer, der Silent Wings 2 ist eine gute Wahl für Silent-Fans und alle Anwender, die Wert auf eine gute Ausstattung legen. Viel Lüfter für wenig Geld gibt es beim Antec Twocool 140 Blue, der angenehm leise und mit einem Drehzahlsschalter ausgestattet ist und für Casemodder aufgrund seiner LED-Beleuchtung interessant ist. Ungedrosselt ist der True Quiet 140 das leiseste Modell, auf eine Senkung der Rotationsrate sollten Sie aufgrund des geringen Luftdurchsatzes allerdings besser verzichten.

Besonderheiten

Eines der teuersten Modelle im Testfeld ist der PH-F140TS. Bereits

beim Test des extrem leistungsfähigen Phanteks-Kühlers PH-TC14PE in Ausgabe 12/2011 sind uns die mitgelieferten Lüfter nicht nur aufgrund ihrer farbenfrohen Optik, sondern auch wegen ihrer Schleifgeräusche aufgefallen. Ein Alleinstellungsmerkmal ist eine mitgelieferte Halterung, mit deren Hilfe sich der Lüfter über Erweiterungskarten positionieren lässt – das kann bei speziellen Designs (z. B. GeForce 7950 GX2/7900 GX2) für eine deutliche Abkühlung sorgen.

Etwas problematisch verhielt sich der Cougar CF-V12HP, den im Zusammenspiel mit unserer Zalman-Lüftersteuerung ließ er sich nicht auf 50 Prozent herunterregeln und erzeugte einen hochfrequenten Pfeifton, wenn nicht die Maximaldrehzahl anlag. Der günstigere CF-V12H mit 3-Pin-Anschluss hat dieses Problem nicht und gefiel uns daher deutlich besser.

Im Trend liegen 140-mm-Ventilatoren mit 120-mm-Befestigung, bei denen der Rahmen nicht rechteckig, sondern rund geformt ist. Xigmatek liefert beim XAF-F1451

anschraubbare Eckstücke mit, mit deren Hilfe sich zusätzlich zu den 120-mm-Bohrungen auch 140-mm-Lochabstände nutzen lassen. Um Verletzungen und beispielsweise Beschädigungen bei angesagten Kabeln zu vermeiden, ist der schnelldrehende Prolimatech Vortex 14 Aluminium mit einem abschraubbaren Schutzgitter ausgestattet.

Während rund die Hälfte der Testkandidaten mit mindestens einem Adapter zur Drehzahlregulierung ausgestattet ist, bietet Antec einen einfachen Drehzahlsschalter, mit dem sich die Umdrehungsgeschwindigkeit mit einem Handgriff reduzieren lässt. (su)

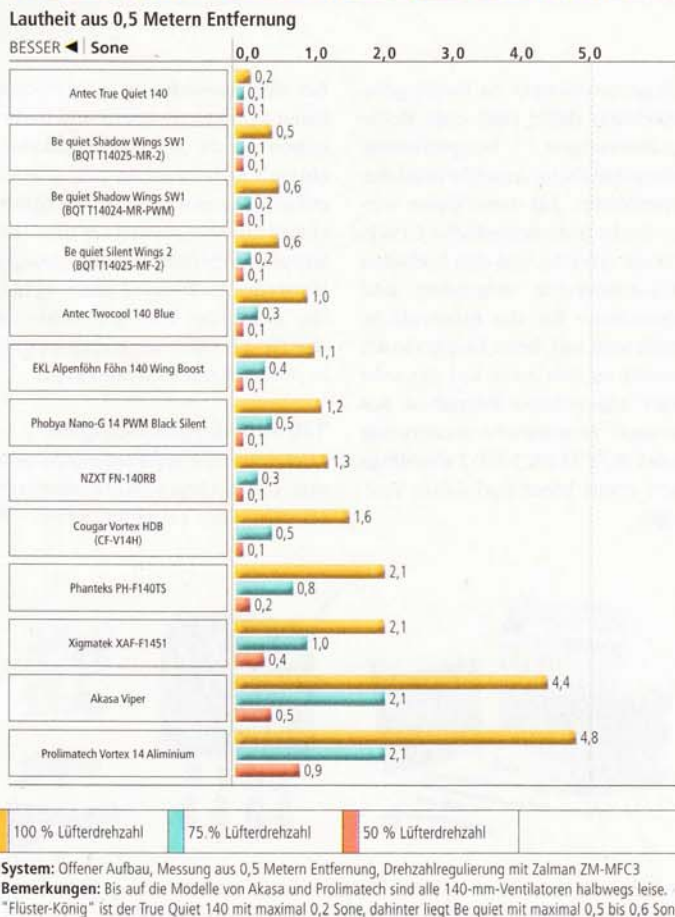
Fazit



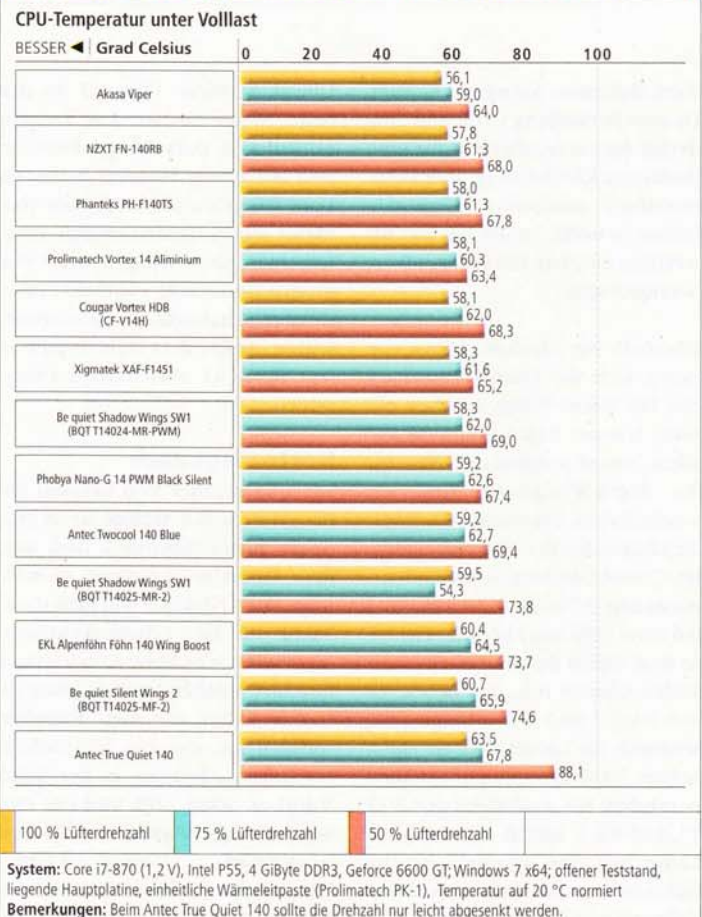
Lüfter von 120 bis 140 Millimeter

Mit den Modellen von Be quiet und Noctua machen Sie kaum etwas falsch: Wählen Sie hier einfach den Lüfter, der am besten zu Ihrem System passt. Richtige Krachmacher sind im Testfeld kaum dabei, lediglich der Akasa Viper und Prolimatech Vortex 14 Aluminium sind extrem laut.

140-mm-Lüfter: Antec und Be quiet flüsterleise



140-mm-Lüfter: Akasa Viper kühlt am besten



140-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

				
Produkt	Silent Wings 2	Shadow Wings SW1	Shadow Wings SW1	Föhn 140 Wing Boost
Modell	BQT T14025-MF-2	BQT T14025-MR-PWM	BQT T14025-MR-2	-
Hersteller, Webseite	Be quiet, be-quiet.net	Be quiet, be-quiet.net	Be quiet, be-quiet.net	EKL Alpenföhn, alpenfoehn.de
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 16,-/gut	Ca. € 12,-/gut	Ca. € 11,-/gut	Ca. € 16,-/befriedigend
Lüfterformat/Höhe	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	3-Pin/46 cm	4-Pin/46 cm	3-Pin/46 cm	4-Pin/42 cm (mit Verlängerung: 85 cm)
Regelung	Adapter (7/5 Volt)	-	Adapter (7 Volt)	Adapter (7 Volt)
Ausstattung/Eigenschaften	NT-Adapter (auf 12/7/5 Volt), ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen, Schrauben, wechselbare Eckstücke	Entkoppler, gummierter Rahmen	NT-Adapter (auf 7 Volt), Entkoppler, gummierter Rahmen	NT-Adapter (auf 7 Volt), 3-Pin-Verlängerung (43 cm), ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.000 U/min/950 U/min	1.000 U/min/1.060 U/min	1.000 U/min/970 U/min	1.100 U/min/1.130 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	60,7/65,9/74,6 °C	58,3/62,0/69,0 °C	59,5/64,3/73,8 °C	60,4/64,5/73,7 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	0,6/0,2/0,1 Sone	0,6/0,2/0,1 Sone	0,5/0,1/0,1 Sone	1,1/0,4/0,1 Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	21,9/18,1/16,2 dB(A)	26,6/20,2/18,5 dB(A)	23,9/18,0/16,4 dB(A)	29,4/23,3/18,2 dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Kein Eigengeräusch, (fast) unhörbar	Rattern, sehr leise	Schleifen, sehr leise	Rattern, sehr leise
FAZIT	- Stets leise, 0,1 Sone möglich - Entkopplung - Ausstattung	- Stets leise 0,1 Sone möglich - Entkopplung	- Stets leise 0,1 Sone möglich - Entkopplung	- Recht leise 0,1 Sone möglich - Ausstattung
	Wertung: 1,75	Wertung: 1,88	Wertung: 1,92	Wertung: 1,93

140-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

				
Produkt	Twocool 140 Blue	Vortex HDB	Nano-G 14 PWM Black Silent	True Quiet 140
Modell	-	CF-V14H	-	-
Hersteller, Webseite	Antec, antec.com	Cougar, cougar-world.de	Phobya, phobya.de	Antec, antec.com
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 10,-/gut	Ca. € 19,-/befriedigend	Ca. € 14,-/gut	Ca. € 11,-/gut
Lüfterformat/Höhe	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	3-Pin/47 cm	3-Pin/46 cm	4-Pin/51 cm	3-Pin/46 cm
Regelung	Drehzahlsschalter	Adapter	-	Drehzahlsschalter
Ausstattung/Eigenschaften	NT-Adapter, Schrauben, blaue LEDs	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen, Schrauben	Ummanteltes Kabel, Schrauben	NT-Adapter (mit Drehzahlkabel), Entkoppler, gummierter Rahmen
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.200 U/min/1.020 U/min	1.200 U/min/1.230 U/min	1.100 U/min/1.230 U/min	800 U/min/760 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	59,2/62,7/69,4 °C	58,1/62,0/68,3 °C	59,2/62,6/67,4 °C	63,5/67,8/88,1 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	1,0/0,3/0,1 Sone	1,6/0,5/0,1 Sone	1,2/0,5/0,1 Sone	0,2/0,1/0,1 Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	28,8/21,9/18,3 dB(A)	33,7/25,0/18,4 dB(A)	31,2/24,3/18,4 dB(A)	20,3/18,1/17,1 dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Rattern, sehr leise	Rattern, leise	Rattern, leise	Kein Eigengeräusch, (fast) unhörbar
FAZIT	- Stets leise - Preiswert - Keine Entkopplung	- Recht leise 0,1 Sone möglich - Ausstattung	- Recht leise - Langes Kabel - Ausstattung	- Extrem leise - Ausstattung - Kühlleistung
	Wertung: 1,96	Wertung: 1,99	Wertung: 2,00	Wertung: 2,08

140-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

					
Produkt	PH-F140TS	FN-140RB	XAF-F1451	Viper	Vortex 14 Aluminium
Modell	PH-F140TS_OR	-	-	AK-FN063	-
Hersteller, Webseite	Phanteks, phanteks.com	NZXT, nzxt.com	Xigmatek, xigmatek.com	Akasa, akasa.co.uk	Prolimatech, prolimitech.com
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 22,-/befriedigend	Ca. € 10,-/gut	Ca. € 15,-/befriedigend	Ca. € 15,-/befriedigend	Ca. € 22,-/ausreichend
Lüfterformat/Höhe	140 mm (Montage: 120 mm)/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm (Montage: 120 mm)/25 mm	140 mm/25 mm	140 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	3-Pin/41 cm	3-Pin/53 cm	4-Pin/31 cm	4-Pin/40 cm	3-Pin/24 cm
Regelung	Adapter (zwei Stück)	-	-	-	Adapter (zwei Stück)
Ausstattung/Eigenschaften	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen (Aufkleben erforderlich), Slot-Halterung	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Schrauben	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Schrauben, anschraubbare Eckstücke für 140-mm-Abstände	Ummanteltes Kabel, Entkoppler	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Schrauben, rote LEDs, abnehmbares Schutzgitter
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.200 U/min/1.200 U/min	1.300 U/min/1.080 U/min	1.300 U/min/1.250 U/min	1.600 U/min/1.600 U/min	1.600 U/min/1.460 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	58,0/61,3/67,8 °C	57,8/61,3/68,0 °C	58,3/61,6/65,2 °C	56,1/59,0/64,0 °C	58,1/60,3/63,4 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	2,1/0,8/0,2 Sone	1,3/0,3/0,1 Sone	2,1/1,0/0,4 Sone	4,4/2,1/0,5 Sone	4,8/2,1/0,9 Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	36,1/27,4/20,4 dB(A)	31,1/22,3/18,1 dB(A)	35,5/28,6/23,9 dB(A)	43,6/36,3/23,4 dB(A)	46,8/36,7/29,7 dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Schleifen, deutlich hörbar (0,2 Sone)	Rattern, deutlich hörbar	Schleifen, deutlich hörbar (0,4 Sone)	Rattern, deutlich hörbar (0,2 Sone)	Summen, deutlich hörbar (0,9 Sone)
FAZIT	- Ausstattung - Preis - Laufgeräusch	- Recht leise - Langes Kabel - Keine Entkopplung	- Ausstattung 0,1 Sone unmöglich - Keine Entkopplung	- Kühlleistung 0,1 Sone unmöglich - Lautstärke, Laufgeräusch	- Kühlleistung, LEDs - Lautstärke - Preis, kurzes Kabel
	Wertung: 2,11	Wertung: 2,13	Wertung: 2,22	Wertung: 2,53	Wertung: 2,59

120-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

Produkt	Silent Wings 2	Shadow Wings SW1	NF-F12 PWM	Shadow Wings SW1
Modell	BQT T12025-MF-2	BQT T12025-LR-2	-	BQT T12025-MR-2
Hersteller, Webseite	Be quiet, be-quiet.net	Be quiet, be-quiet.net	Noctua, noctua.at	Be quiet, be-quiet.net
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 15,-/gut	Ca. € 10,-/gut	Ca. € 23,-/befriedigend	Ca. € 10,-/gut
Lüfterformat/Höhe	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	3-Pin/46 cm	3-Pin/47 cm	4-Pin/21 cm (mit Verlängerung: 54 cm)	3-Pin/47 cm
Regelung	Adapter (7/5 Volt)	Adapter (7 Volt)	Adapter	Adapter (7 Volt)
Ausstattung/Eigenschaften	NT-Adapter (12/7/5 V), ummanteltes K., gummi. Rahmen, Entkoppler, Schrauben, Eckstücke	NT-Adapter (auf 7 Volt), Entkoppler, gummiert-er Rahmen	4-Pin-Verl. (33 cm), 4-Pin-Y-Kabel, ummanteltes K., Schrauben, Entkoppler, gummi. Rahmen	NT-Adapter (auf 7 Volt), Entkoppler, gummiert-er Rahmen
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.500 U/min/1.520 U/min	800 U/min/940 U/min	1.500 U/min/1.450 U/min	1.500 U/min/1.610 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	61,0/64,2/71,6 °C	65,3/72,6/88,7 °C (nur 100 % gewertet)	57,2/60,2/66,8 °C	59,1/62,5/71,7 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	0,7/0,2/0,1 Sone	0,1/0,1/0,1 Sone	1,8/0,6/0,2 Sone	0,9/0,3/0,1 Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	26,4/20,8/16,1 dB(A)	17,1/16,5/16,2 dB(A)	34,8/25,6/19,6 dB(A)	28,0/21,2/16,6 dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Kein Eigengeräusch, (fast) unhörbar	Kein Eigengeräusch, (fast) unhörbar	Brummen, sehr leise	Summen, (fast) unhörbar
FAZIT	- Stets leise, 0,1 Sone möglich - Entkopplung - Ausstattung	- Extrem leise, kein Drosseln erforderlich - Laufgeräusch bei 0,1 Sone - Geringe Kühlleistung	- Recht leise - Kühlleistung - Ausstattung	- Stets leise 0,1 Sone möglich - Laufgeräusch bei 0,1 Sone
Wertung:	1,74	1,79	1,82	1,85

120-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

Produkt	Shadow Wings SW1	Föhn 120 Wing Boost	Vortex HDB	FN-120RB	Shadow Wings SW1
Modell	BQT T12025-MR-PWM	-	CF-V12H	-	BQT T12025-HR-2
Hersteller, Webseite	Be quiet, be-quiet.net	EKL Alpenföhn, alpenfoehn.de	Cougar, cougar-world.de	NZXT, nzxt.com	Be quiet, be-quiet.net
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 11,-/gut	Ca. € 14,-/gut	Ca. € 15,-/befriedigend	Ca. € 8,-/gut	Ca. € 10,-/gut
Lüfterformat/Höhe	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	4-Pin/47 cm	4-Pin/42 cm (mit Verlängerung 85 cm)	3-Pin/46 cm	3-Pin/53 cm	3-Pin/47 cm
Regelung	-	Adapter (7/5 Volt)	-	-	Adapter (7 Volt)
Ausstattung/Eigenschaften	Entkoppler, gummierter Rahmen	NT-Adapter (auf 7/5 Volt), 3-Pin-Verlängerung (43 cm), ummanteltes Kabel, Entkoppler, gum. Rahmen	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen, Schrauben	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Schrauben	NT-Adapter (auf 7 Volt), Entkoppler, gummierter Rahmen
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.500 U/min/1.580 U/min	1.500 U/min/1.570 U/min	1.200 U/min/1.250 U/min	1.300 U/min/1.300 U/min	2.200 U/min/2.150 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	59,2/62,5/70,4 °C	59,3/61,8/69,4 °C	59,6/62,8/72,3 °C	60,5/63,9/71,5 °C	55,3/58,9/64,3 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	0,8/0,2/0,1 Sone	1,7/0,7/0,2 Sone	1,0/0,4/0,1 Sone	1,0/0,4/0,1 Sone	3,0/1,0/0,1 Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	26,8/20,8/16,9 dB(A)	33,3/27,2/19,3 dB(A)	29,0/23,7/18,1 dB(A)	30,1/23,6/17,7 dB(A)	39,1/29,1/18,5 dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Rattern, (fast) unhörbar	Rattern, sehr leise	Rattern, leise	Brummen, sehr leise	Schleifen, sehr leise
FAZIT	- Stets leise 0,1 Sone möglich - Laufgeräusch bei 0,1 Sone	- Recht leise 0,1 Sone möglich - Ausstattung	- Stets leise, 0,1 Sone möglich - Entkopplung - Ausstattung	- Stets leise 0,1 Sone möglich - Günstig	- Hohe Kühlleistung 0,1 Sone möglich - Laut bei 100 %
Wertung:	1,85	1,95	2,00	2,02	2,03

120-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle
mit 50 Wertungskriterien

Produkt	True Quiet 120	Nano-2G 12 PWM	Wing 12PL	Red Vortex 12 LED	Vortex PWM
Modell	-	-	-	-	CF-V12HP
Hersteller, Webseite	Antec, antec.com	Phobya, phobya.de	Gelid Solutions, gelidsolutions.com	Prolimatech, prolimitech.com	Cougar, cougar-world.de
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 8,-/gut	Ca. € 14,-/gut	Ca. € 14,-/gut	Ca. € 9,-/gut	Ca. € 18,-/befriedigend
Lüfterformat/Höhe	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm	120 mm/25 mm
Anschluss/Kabel(länge)	3-Pin/47 cm	4-Pin/52 cm	4-Pin/51 cm	3-Pin/25 cm	4-Pin/46 cm
Regelung	Drehzahlsschalter	-	-	Adapter	-
Ausstattung/Eigenschaften	NT-Adapter (mit Drehzahlkabel), Entkoppler, gummierter Rahmen	Ummanteltes Kabel, Schrauben, rote LEDs	Ummanteltes Kabel, Schrauben, Entkoppler, UV-Reaktivität, blaue LEDs	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Schrauben, rote LEDs	NT-Adapter, ummanteltes Kabel, Entkoppler, gummierter Rahmen, Schrauben
Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.000 U/min/1.060 U/min	1.500 U/min/1.520 U/min	1.800 U/min/1.890 U/min	1.600 U/min/1.570 U/min	1.500 U/min/1.580 U/min
Kühlleistung (°C) 100/75/50 %	63,9/69,9/80,7 °C	60,2/63,2/70,6 °C	57,6/59,9/65,8 °C	57,4/60,8/67,3 °C	58,4/60,5/- °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	0,5/0,2/0,1 Sone	1,9/0,8/0,2 Sone	2,8/1,8/0,5 Sone	2,4/1,1/0,3 Sone	2,3/1,5/- Sone
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	25,3/19,4/17,5 dB(A)	36,0/27,4/19,3 dB(A)	38,2/34,5/25,4 dB(A)	37,5/31,6/21,4 dB(A)	31,2/24,3/- dB(A)
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Rattern, (fast) unhörbar	Rattern, sehr leise	Schleifen, sehr leise	Schleifen, sehr leise	Fiepen, deutlich hörbar (1,1 Sone)
FAZIT	- Stets leise, 0,1 Sone möglich - Entkopplung - Kühlleistung	- LEDs - Recht leise - Langes Kabel	- Kühlleistung - UV-reaktiv, LEDs - Lautstärke	- Günstig, LEDs - Kühlleistung - Lautstärke	- Entkopplung - Ausstattung - Verhalten bei Drosselung
Wertung:	2,06	2,09	2,11	2,18	2,34


Vier Sockel-2011-Platinen mit X79-Chip im Test


Einkaufsführer
auf Seite 137

Sandy-Extreme-Boards

Wer die beste CPU-Leistung will, braucht das passende Mainboard. Die vier Sockel-2011-Platinen in unserem Test bieten individuelle Funktionen für Spieler und Übertakter, die das nötige Budget haben.

190 Euro – so viel müssen Sie derzeit mindestens für ein Mainboard ausgeben, das sich für Intels neue High-End-Prozessoren Sandy Bridge Extreme eignet. Das ist Ihnen zu teuer? Dann sind Sie mit einem Sockel-1155- oder AM3+-Board besser beraten. Sie wollen außergewöhnliche Komponenten für Spiele sowie abgefahrenes Overclocking-Spielzeug und der Preis spielt nur eine untergeordnete Rolle oder Sie wollen von den extravaganten Sonderfunktionen der teuren Boards träumen? Bitte, lesen Sie weiter.

Sockel 2011 und X79

Für Sandy Bridge Extreme sind Mainboards mit dem Sockel 2011 nötig. Für entsprechende Platinen ist nur ein Desktop-Chip verfügbar: Der neue X79. Anders als beim Vorgänger X58 setzt Intel auf ein Single-Chip-Design. Viele klassische Northbridge-Funktionen sitzen ohnehin in der CPU und nicht mehr

im Mainboard-Chip – beispielsweise der PCI-Express- oder der RAM-Controller. Der zuletzt genannte eignet sich für das Quad-Channel-Interface, weshalb Mainboards mit Sockel 2011 entweder über vier oder acht RAM-Bänke verfügen. Diese sind stets links und rechts neben dem großen CPU-Sockel angeordnet. Wenn Sie nur zwei Module einsetzen wollen, sollten Sie jeweils die beiden äußersten Bänke verwenden. Ein weiterer wichtiger Unterschied zu Mainboards mit Sockel 1155 oder AM3+: Da der Sandy Bridge Extreme im Gegensatz zur 1155er-Mittelklasse-Version keine integrierte Grafikeinheit hat, gibt es auch kein Sockel-2011-Mainboard mit entsprechenden Grafikanalysen. Selbst wenn Sie Ihren PC lediglich für Anwendungen und nicht für Spiele nutzen möchten, brauchen Sie daher zwangsläufig eine Grafikkarte. Zudem ist der Sockel 2011 deutlich größer als

die Sockel 1155 oder AM3+. Dennoch gibt es bereits die ersten Micro-ATX-Boards (sechs Zentimeter kürzer als ATX) mit X79-Chip. Mini-ITX-Platinen (17 x 17 cm) mit Sockel 2011 hat aber erwartungsgemäß noch kein Hersteller angekündigt. Kein Wunder: Sandy Bridge Extreme ist natürlich für leistungshungrige Anwender mit einer oder mehreren wuchtigen Grafikkarten und voluminösen Kühlern gedacht. Dementsprechend haben wir mehrere Top-Platinen im ATX-Format für unseren Test ausgewählt.

In den folgenden Absätzen beschreiben wir wie üblich die getesteten Platinen. Sie vermissen das „Standard-Board“ von Intel DX79SI

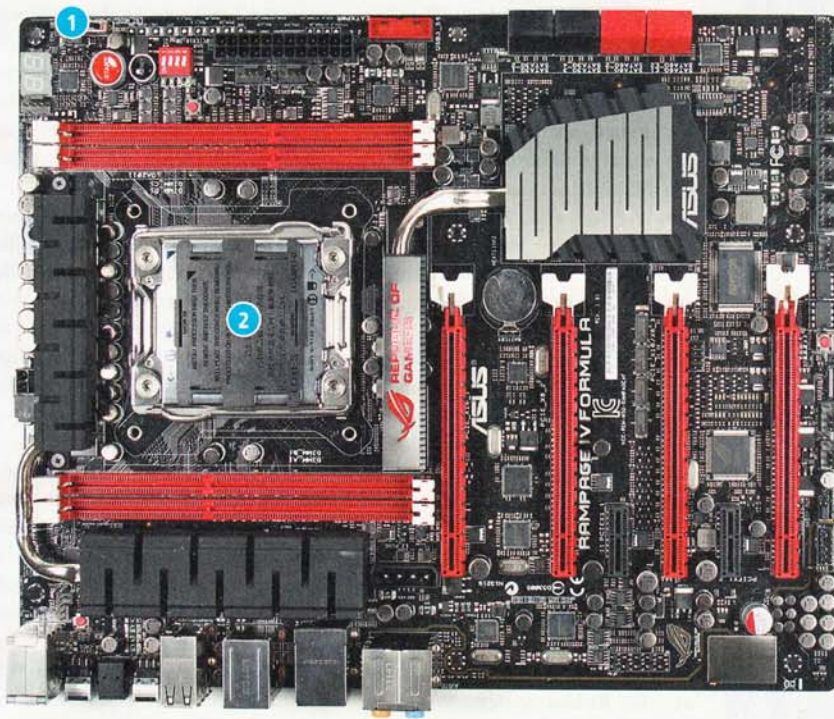
(Codename: Siler)? Die Platine machte beim Ausprobieren noch sehr viele Probleme, weshalb wir auf einen Test verzichteten. Eventuell beheben kommende UEFI-Updates die Fehler. Auch beim Asus Rampage IV Extreme entschieden wir uns gegen einen Test. Die High-End-Platine hat sehr viele neue Overclocking-Funktionen, die den Rahmen des Vergleichstests gesprengt hätten. Stattdessen folgt voraussichtlich ein Overclocking-Special zu Sandy Bridge Extreme, bei dem wir OC-Platinen wie das Rampage IV Extreme im Übertaktungseinsatz ausprobieren.

Asus Rampage IV Formula/Battlefield 3: Sehr gut für Spieler und Übertakter. Die High-End-Reihe ROG (Republic of Gamers) von Asus ist in drei Bereiche aufgeteilt: Die „Extreme“-Varianten sind für erfahrene Übertakter gedacht, die „Gene“-Modelle bieten hingegen gute OC-Funktionen.

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

Asus Rampage IV Formula/Battlefield 3 – Testsieger im Detail



Funktionen für Übertakter

In der oberen Ecke sitzen Diagnose-LEDs, die Statusmeldungen angeben. Daneben: Power- sowie Reset-Schalter für den Einsatz ohne Gehäuse. Mit dem Schieberegler aktivieren Extrem-Übertakter den LN2-Modus. Der „Go Button“ (kleiner roter Knopf neben den RAM-Bänken) lädt zuvor im UEFI ausgewählte Werte. An den Punkten außen können Sie mit einem Multimeter die tatsächlichen anliegenden Spannungen messen.

Wechselbare Backplate

Anders als bei üblichen Sockel-2011-Boards lässt sich hier die Sockelverriegelung abnehmen, um die Backplate zu tauschen und so andere High-End-Kühler anzubringen. Passendes Werkzeug und eine Ersatz-Backplate sind dabei.



Battlefield 3

In der Battlefield-3-Version des Boards ist ein Gutschein enthalten. Wenn Sie den dort abgebildeten Code bei der Download-Plattform Origin von Electronic Arts eingeben, können Sie die Vollversion von Battlefield 3 herunterladen.



nen und viel Ausstattung im Micro-ATX-Format. ROG-Boards mit dem Namenszusatz „Formula“ sollen anspruchsvolle Spieler glücklich machen. Dementsprechend liefert Asus bei dem Rampage IV Formula in der Battlefield-3-Edition einen Code mit, der es ermöglicht, die Vollversion des Edel-Shooters über EAs umstrittene Plattform Origin herunterzuladen. Es gibt auch eine Version des Rampage IV Formula ohne Battlefield 3 – der Preis ist aber lediglich zehn Euro niedriger. Weitere Funktionen, die beim Formula-Board den Spielspaß steigern sollen: Der Onboard-Sound-Chip verfügt angeblich über bessere Wandler als die meisten anderen Boards und unterstützt THX TruStudio Pro sowie EAX 5.0 Advanced HD. Wenn Sie das Tool ROG GameFirst installieren, werden zudem die Datenpakete von Spielen bevorzugt behandelt – diese Technik kann für einen niedrigen Ping sorgen – selbst wenn ein Upload läuft.

Doch auch Übertaktern bietet das Rampage IV Formula sehr viel: So stehen im übersichtlichen und schnellen UEFI-Menü extrem viele Optionen zum Justieren von Spannungen oder Signalstärken bereit. OC-Neulinge freuen sich über die gespeicherten Einstellungsvorla-

gen für „Gaming OC“ oder „Normal OC“ sowie die automatische Übertaktungsfunktion „CPU Level Up“. Wer ein Multimeter besitzt, kann die tatsächlich anliegenden Spannungen an gut erreichbaren Messpunkten ermitteln. Tasten für Power, Reset und Clear-CMOS auf der Platine sind in dieser Preisklasse zudem fast schon Standard. Dank ROG-Connect übertakten Sie bei Bedarf mit einem per USB-Kabel verbundenen Notebook. Praktisch sind auch die beiden gesockelten UEFI-Bausteine – im UEFI-Menü wählen Sie aus, von welchem gestartet werden soll oder kopieren das UEFI von einem Modul zum anderen. Wer zwei GeForce- oder Radeon-Karten einsetzen will, nimmt dazu den ersten und den dritten Grafikk-Slot – diese liegen angenehm weit auseinander (7,4 cm). Wollen Sie drei Grafikkarten einsetzen, stehen (wie beim Sockel 2011 üblich) den ersten beiden 16 und der dritten acht Lanes zur Verfügung. Bei vier Karten sind es einmal 16 und dreimal acht. Bei unseren Leistungsmessungen liegt das Rampage IV Formula auf dem gleichen sehr guten Niveau wie die Konkurrenzmodelle. Die Leistungsaufnahme ist mit 103,4 im Windows-Leerlauf (ganzer PC mit Core i7-3960X und GTX 580) beziehungsweise ▶

Neue UEFI-Eigenheiten

Gigabyte bietet bei allen Sockel-2011-Boards erstmals eine UEFI-Oberfläche an: Sobald Sie das „3D BIOS“ genannte UEFI-Menü aufrufen, werden Sie von einer Schrägsicht der Platine begrüßt. Wenn Sie dort bestimmte Bereiche anklicken, gelangen Sie zu den zugehörigen Einstellungen. So wählen Sie beispielsweise die Spannungswandler aus, um die Overclocking-Optionen zu sehen. Jedoch kennen sich Profis ohnehin in BIOS-/UEFI-Menüs aus und Einsteiger wissen auch bei dem Mainboard-Bild nicht, wohin sie klicken müssen. Wenn Sie die Taste „F1“ drücken, gelangen Sie zu einer klassischeren Ansicht (zweites Bild). Der größte Nachteil: Das 3D-BIOS reagiert derzeit noch recht langsam. Wir hoffen auf ein Update. Mit dem Gigabyte-Tool 3D Power können Sie zudem sehr viele OC-Optionen unter Windows einstellen.



MSI hat hingegen aus der Kritik gelernt: Die neue UEFI-Oberfläche „Click BIOS II“ ist schnell, übersichtlich und nicht mehr so albern bunt wie der Vorgänger. Zudem können Sie mit dem zugehörigen MSI-Tool viele Einstellungen (etwa OC oder Boot-Reihenfolge) aus dem UEFI direkt unter Windows vornehmen (siehe Bild).

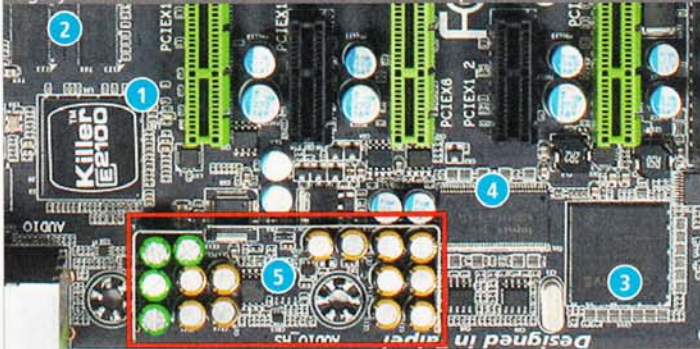


Alternativen zum Testfeld

Asus P9X79 Deluxe

MSI X79A-GD65


Ende November waren bereits 24 Sockel-2011-Boards verfügbar. Daher gibt es natürlich gute Alternativen zum Testfeld. So bietet das Asus P9X79 Deluxe zwar weniger OC-Funktionen als der Testsieger Rampage IV Formula, doch dafür befinden sich acht RAM-Bänke auf der Platine und WLAN sowie Bluetooth werden unterstützt. Mit einem Knopf im I/O-Bereich können Sie direkt das UEFI von einem USB-Stick aktualisieren. Derzeit kostet das Asus P9X79 Deluxe 280 Euro. Auch zum zweitplatzierten Mainboard gibt es eine Alternative: Das X79A-GD65 verfügt im Gegensatz zur 8D-Variante über vier statt acht RAM-Bänke. Ein Preis stand zum Redaktionsschluss leider noch nicht fest. Schreiben Sie uns bitte im Thread „Offenes Ohr“ in unserem Forum, zu welchem Board Sie sich einen Test wünschen.

Gigabyte G1.Assassin 2: Besondere LAN- und Sound-Chips


Dem Netzwerk-Chip Killer E2100 von Bigfoot (1) stehen zwei DDR2-Chips von Samsung mit je 512 MiByte (2) zur Seite. Creatives Sound-Chip CA20K2 (3) wird von 128 MiByte DDR400-RAM (4) und angeblich hochwertigen Wandlern (5) begleitet.

Meinung aus der Redaktion

Nicht für jeden geeignet

Wenn Sie maximal vier RAM-Module einsetzen möchten und eine hohe Leistungsaufnahme Sie nicht stört, ist das Rampage IV Formula die beste Wahl: Kein anderes Board im Test bietet eine so gute Ausstattung und gelungene OC-Funktionen. Falls Sie acht RAM-Bänke und eine geringere Leistungsaufnahme wollen, eignet sich das MSI X79A-GD65 (D8). Das G1.Assassin 2 von Gigabyte bietet hingegen dank des Bigfoot-LAN-Chips eventuell einen Vorteil beim Spiele-Ping. Wer ein möglichst günstiges 2011er-Board will, kauft das Asrock X79 Extreme4.



Daniel Möllendorf, Mainboards

»Zu den schnellsten CPUs bekommen Sie hier beste Ausstattung – zum hohen Preis.«

322,4 Watt (Mittelwert im PCGH-Stabilitätstest) die höchste im Test. Das X79A-GD65 (8D) von MSI verbraucht jeweils rund 20 Watt weniger.

MSI X79A-GD65 (8D): Acht RAM-Bänke und sparsam im Verbrauch.

Als einziges Board im Test bietet die MSI-Platine mit dem Namenszusatz (8D) acht RAM-Bänke. Da DDR3-Speicher derzeit extrem günstig ist, kann sich das lohnen, sofern Sie sehr viele RAM-hungrige Anwendungen gleichzeitig laufen lassen oder mehrere Systeme virtualisieren möchten. Wenn Sie vorerst „nur“ vier Module einbauen, verwenden Sie am besten die schwarzen Bänke. Trotz der guten Ausstattung (viermal SATA-6Gb/s, jeweils zwei interne und externe USB-3.0-Ports, Diagnose-LEDs) ist die Leistungsaufnahme sehr gering: Mit 80,5/294 Watt (Leerlauf/Stabilitätstest, ganzer PC) verbraucht das MSI-Board 10 bis 20 Watt weniger als die Konkurrenten. Wenn Ihr Sandy-Extreme-System viele Stunden täglich läuft, kann sich das lohnen. Natürlich sind Sockel-1155-PCs grundsätzlich sparsamer. Wer noch mehr Leistung will, findet im flotten und übersichtlichen UEFI-Menü viele detaillierte Overclocking-Funktionen. Zudem können Sie mit Tasten auf der Platine im laufenden Betrieb den Referenztakt anheben oder senken und per Schieberegler wählen Sie zwischen dem ersten und dem zweiten UEFI-Baustein. Die aktuelle Version der MSI-Lüftersteuerung fiel mit der Intel-Wasserkühlung nicht negativ auf. Bei manchen wichtigen CPU-Kühlern kann es zu Kompatibilitätsproblemen kommen, da der Spannungswandlerkühler sehr hoch ist und nah am Sockel liegt. In unseren Leistungstests leistet sich das MSI-Board keine Schwächen. Wie beim Rampage IV Formula gibt es auch beim X79A-GD65 (D8) keine PCI-Slots.

Gigabyte G1.Assassin 2: Tolle Funktionen für Spieler.

Mit der G1-Reihe will Gigabyte Spieler ansprechen und gibt den Kühler daher wie eine Pistole – inklusive Totenkopflöge. Nützlicher für Spieler sind die beiden hochwertigen Zusatz-Chips: Der Onboard-Sound CA20K2 von Creative unterstützt EAX Advanced HD 5.0 und wird laut Hersteller von hochwertigen Wandlern unterstützt. Der LAN-Chip E2100 stammt von Bigfoot und kann den Spiele-Ping unter Umständen ver-

bessern. Eine separate Netzwerkkarte mit dem Bigfoot-Chip kostet bereits 70 Euro – wenn Sie ohnehin eine Bigfoot-Karte kaufen wollten, wird der hohe Preis des 310 Euro teuren Gigabyte-Boards somit ein wenig relativiert. Zudem liegt eine WLAN-Karte samt Antenne im Karton. Die reine Übertragungsgeschwindigkeit des Bigfoot-LAN-Chips ist abseits von Spielen aber nicht optimal, was wertvolle Punkte in der Leistungsnote kostet. Die übrigen Benchmarkergebnisse sind sehr gut. Das gilt jedoch nicht für das langsame „3D-BIOS“, Gigabytes ersten UEFI-Entwurf. Details hierzu finden Sie auf der vorherigen Seite.

Asrock X79 Extreme4: Günstiger als die Konkurrenz und dennoch gut.

Natürlich kann man bei einem Preis von 190 Euro nicht von einem günstigen Mainboard sprechen, allerdings ist das X79 Extreme4 das derzeit billigste ATX-Board mit Sockel 2011. Gegenüber den teureren Boards müssen Sie kaum Kompromisse eingehen: Die Asrock-Platine bietet fünf SATA-6Gb/s- und zwei interne sowie zwei externe USB-3.0-Ports. Sogar Diagnose-LEDs und Power-, Reset- sowie Clear-CMOS-Schalter sitzen auf der Platine. SLI und Crossfire werden ebenfalls unterstützt. Die Benchmark-Ergebnisse sind sehr gut, lediglich der eher unübliche USB-3.0-Controller von Fresco bietet eine niedrigere Übertragungsrate als die Chips von NEC/Renesas oder Asmedia. Das UEFI-Menü lässt sich (im Gegensatz zu Gigabytes 3D-BIOS) schnell bedienen; gegenüber vorherigen UEFI-Versionen hat Asrock jedoch die Icons geändert, was der Übersicht schadet. Wie üblich ist die Lüftersteuerung beim Asrock-Board serienmäßig abgeschaltet – wenn Sie CPU-Kühler mit hoher Maximaldrehzahl (wie die Intel-Wasserkühlung) verwenden sollten Sie die Steuerung unbedingt aktivieren und „Level 1“ wählen. Doch auch dann arbeitet die Regelung nicht optimal: Im Test wurde eine hohe Drehzahl sehr lange beibehalten, obwohl die CPU-Temperatur schon längst wieder gesunken war. Im aktuellen UEFI fehlt zudem eine Option für die Takt-Strap – eventuell liefert Asrock diese für Übertakter interessante Funktion mit einem UEFI-Update nach. Der kleine Lüfter im Chipkühler fängt erst bei hoher Temperatur an zu rotieren – in unserem Test blieb er daher stets stumm. (dm)

MAINBOARDS

Auszug aus Testtabelle
mit 78 Wertungskriterien



Mainboard	Rampage IV Formula/Battlefield 3	X79A-GD65 (8D)	G1.Assassin 2	X79 Extreme4
Hersteller (Webseite)	Asus (www.asus.de)	MSI (www.msi-computer.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Asrock (www.asrock.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 310,-/ausreichend	Ca. € 250,-/befriedigend	Ca. € 330,-/mangelhaft	Ca. € 190,-/befriedigend
Chip, Format	X79, ATX	X79, ATX	X79, ATX	X79, ATX
UEFI-Version/UEFI-Typ/Board-Revision	0502/grafisches UEFI/1.01	1.186/grafisches UEFI/1.1	F4/grafisches „3D-BIOS“/1.0	1.4/grafisches UEFI/1.03
Typberatung, Overclocking-Tauglichkeit	Spieler und Übertakter, 1,25	Übertakter, 1,50	Spieler und Übertakter, 1,50	Preisbewusste X79-Käufer, 2,00
Ausstattung (20 %)	1,55	1,61	1,90	1,88
Speichersteckplätze	4 x DDR3	8 x DDR3	4 x DDR3	4 x DDR3
Erweiterungs-Slots	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	x16 (3), x1 (2), PCI (1)	x16 (3), x1 (2), PCI (2)
Onboard-LAN	1 Port (Intel 82579)	1 Port (Intel 82579)	1 Port (Bigfoot Killer E2100)	1 Port (Broadcom BCM57781)
USB und Firewire (max. Anzahl per interner Anschlüsse auf der Platine)	4 x (6 x) USB 3.0, 6 x (12 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 8 x (12 x) USB 2.0, 1 x (2 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 6 x (12 x) USB 2.0, 0 x (0 x) Firewire	2 x (4 x) USB 3.0, 6 x (12 x) USB 2.0, 1 x (2 x) Firewire
SATA	4 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 2 x E-SATA 6Gb/s	4 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 2 x E-SATA 6Gb/s (per Blende)	4 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 2 x E-SATA 6Gb/s	5 x 6Gb/s, 4 x 3Gb/s, 1 x E-SATA 6Gb/s
Onboard-Sound/Soundkarte	7.1, HD-Audio („Supreme FX III“) mit THX TruStudio Pro und EAX Advanced HD 5.0	7.1, HD-Audio (Realtek ALC892) mit THX TruStudio Pro	7.1, HD-Audio (Creative CA20K2) mit EAX Advanced HD 5.0 und hochwertigen Wandlern	7.1, HD-Audio (Realtek ALC892) mit THX TruStudio Pro
Sound-Anschlüsse	Optisch, analog	Optisch, koaxial, analog	Optisch, analog	Optisch, koaxial, analog
Lüfteranschlüsse	Acht Anschlüsse	Fünf Anschlüsse	Fünf Anschlüsse	Fünf Anschlüsse
SATA-/PATA-Kabel	8 x SATA	4 x SATA, 1 x E-SATA	4 x SATA	4 x SATA
Sonstige Ausstattung	Dual-UEFI, Diagnose-LEDs, Sockelrahmen abnehmbar, Spannungsmesspunkte, Power-Reset- und Clear-CMOS-Schalter, SLI- und Triple-SLI-Brücke, ROG Connect	Dual-UEFI, USB-3.0-Blende, Diagnose-LEDs, Power-, Reset- und Clear-CMOS-Schalter, OC-Tasten, SLI-Brücke	Dual-UEFI, WLAN (Karte mit Mini-PCI-Express-Slot), Front-USB-3.0-Rahmen, SLI- und Crossfire-Brücke	Diagnose-LEDs, Power-Reset- und Clear-CMOS-Schalter, SLI-Brücke
Software	Battlefield 3 (Origin-Key), Kaspersky Anti-Virus 2011, Asus Ai Suite II (OC & Diagnose), ROG Connect (OC per Notebook), ROG Gamefirst (kann eventuell Spiele-Ping verbessern), Mem Tweakit (RAM-Tuning)	Norton Internet Security, Norton Online Backup, Click BIOS II (UEFI-Menü unter Windows), MSI Control Center (Tuning & Diagnose), Live Update 5	Norton Internet Security, Gigabyte @BIOS (BIOS-Update), Easy Tune 6 (OC & Diagnose), Smart 6 (u.a. Auto-OC, Datenrettung), Touch BIOS (BIOS-Menü unter Windows), 3D Power (Tuning)	Norton Internet Security, Asrock Extreme Tuning Utility (OC & Diagnose), Instant Boot
Eigenschaften (20 %)	1,60	1,57	1,80	2,33
Multi-GPU: PCI-E-Lane-Aufteilung	2 x 16 und 1 x 8 Lanes	2 x 16 und 1 x 8 Lanes	2 x 16 und 1 x 8 Lanes	2 x 16 und 1 x 8 Lanes
Multi-GPU: Unterstützte Techniken	SLI und Crossfire	SLI und Crossfire	SLI und Crossfire	SLI und Crossfire
Referenztakt (OC)	80 bis 300 MHz	90 bis 200 MHz	80 bis 133,3 MHz	90 bis 300 MHz
Strap	100, 125, 166, 250 MHz	100, 125, 166 MHz	100, 125, 166, 250 MHz	Nicht einstellbar
Speichertimings	Hauptlatenzen, Command-Rate, 50 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 11 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 11 weitere	Hauptlatenzen, Command-Rate, 15 weitere
Speicherteiler	DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133, -2400, -2666	DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133, -2400	DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133, -2400, -2666, -2933, -3200	DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133, -2400
CPU-Spannung (I7-3960X: 1,2 Volt)	0,8 bis 2,1 Volt, 0,005-V-Schritte	0,8 bis 1,8 Volt, 0,005-V-Schritte	0,8 bis 1,735 Volt, 0,005-V-Schritte	0,6 bis 1,7 Volt, 0,005-V-Schritte
Option gegen Vdroop	Loadline Calibration	Vdroop Control	Loadline Calibration	CPU Load-Line Calibration
CPU-PLL-Spannung (Standard: 1,8 Volt)	1,25 bis 2,5 Volt, 0,006-V-Schritte	1,4 bis 2,5 Volt, 0,02-V-Schritte	1,2 bis 1,99 Volt, 0,005-V-Schritte	1,47 bis 2,54 Volt, 0,013-V-Schritte
CPU-IO/VT-Spannung	0,8 bis 1,7 Volt, 0,006-V-Schritte	0,85 bis 1,69 Volt, 0,02-V-Schritte	0,7 bis 1,61 Volt, 0,005-V-Schritte	0,95 bis 1,49 Volt, 0,007-V-Schritte
IMC-/System-Agent-Spannung	0,8 bis 1,7 Volt, 0,005-V-Schritte	0,85 bis 1,8 Volt, 0,005-V-Schritte	0,8 bis 1,6 Volt, 0,01-V-Schritte	0,6 bis 1,7 Volt, 0,005-V-Schritte
RAM-Spannung (DDR3: 1,5 Volt)	1,2 bis 2,1 Volt, 0,005-V-Schritte	1,05 bis 2,45 Volt, 0,015-V-Schritte	1,1 bis 2,1 Volt, 0,005-V-Schritte	1,2 bis 1,8 Volt, 0,013-V-Schritte
Chipspannung (X79: 1,1 Volt)	0,8 bis 1,6 Volt, 0,006-V-Schritte	0,9 bis 1,9 Volt, 0,02-V-Schritte	0,83 bis 1,51 Volt, 0,005-V-Schritte	0,73 bis 1,91 Volt, 0,013-V-Schritte
Weitere Spannungen	DRAM-Reference, -Termination und weitere	DRAM-Reference	DRAM-Reference und -Termination	Nicht vorhanden
Dynamische Übertaktung: Prozessor	CPU Level Up	OC Genie	Nicht vorhanden	CPU EZ OC Setting
Lüftersteuerung (siehe auch Diagramm unten)	Sechs Lüfter automatisch in feinen Stufen	CPU-Lüfter automatisch in feinen Stufen, zwei weitere manuell in Prozentstufen	CPU-Lüfter und zwei weitere automatisch in feinen Stufen	Vier Lüfter automatisch in feinen Stufen, zwei weitere manuell in Prozentstufen
Besondere UEFI/BIOS-Optionen	UEFI-Savegames, EZ Flash, Go Button	UEFI-Savegames, M-Flash	UEFI-Savegames, Q-Flash	UEFI-Savegames, Instant Flash
Boot (Win.-Ladebalken/Willkommen)	28/41 Sekunden	39/52 Sekunden	14/27 Sekunden	17/30 Sekunden
Probleme beim Board-Layout	Grafikkarte verdeckt UEFI-Batterie	Keine Probleme	Grafikkarte verdeckt UEFI-Batterie	Keine Probleme
Abstände auf der Platine*	1,8/2,8/3,2/1,5/2,9/7,4 cm	1,8/2,8/3,8/0,8/3,9/5,6 cm	2,2/3,2/5,0/2,3/3,5/7,0 cm	2,1/3,1/3,2/1,1/2,9/5,4 cm
Temperatur: X79/CPU-Spannungswandler (gemessen auf Rückseite)**	39,0/45,0 Grad Celsius	39,0/50,0 Grad Celsius	41,0/52,5 Grad Celsius	39,0/71,0 Grad Celsius
Stromverbr: Win.-Leerlauf/Stabilitätstest	103,4/322,4 Watt	80,5/294,8 Watt	90,7/321,3 Watt	91,0/318,5 Watt
Praxisprobleme	Keine Probleme im Test	Keine Probleme im Test	Keine Probleme im Test	Keine Probleme im Test
Leistung (60 %)	1,53	1,53	1,65	1,54
Anno 1404 Durchschnitts-/Min-Fps x264 HD	48,7 Fps (39 Min-Fps) – sehr gut	48,8 Fps (39 Min-Fps) – sehr gut	49,0 Fps (38 Min-Fps) – sehr gut	50,0 Fps (40 Min-Fps) – sehr gut
Super Pi Mod 1.5 (4M)	50,56 Fps – sehr gut	50,62 Fps – sehr gut	50,53 Fps – sehr gut	50,59 Fps – sehr gut
USB-2.0-Leistung (Burst-Test)	55,754 Sekunden – sehr gut	55,863 Sekunden – sehr gut	55,957 Sekunden – sehr gut	55,957 Sekunden – sehr gut
USB-3.0-Leistung (Burst-Test)	35,0 MiByte/s – sehr gut	37,5 MiByte/s – sehr gut	37,6 MiByte/s – sehr gut	35,1 MiByte/s – sehr gut
LAN-Leistung (senden/empfangen)	212,7 MiByte/s – sehr gut	212,0 MiByte/s – sehr gut	213,6 MiByte/s – sehr gut	183,3 MiByte/s – gut
PCGH-Stabilitätstest	101/116 MiByte/s – gut	102/116 MiByte/s – gut	76/108 MiByte/s – befriedigend	102/116 MiByte/s – gut
Lüftersteuerung CPU-Kühler	Wir entfernen den Lüfter der Intel-Wasserkühlung, um einen Lastanstieg zu simulieren. Alle zehn Sekunden ermitteln wir CPU-Temperatur und Lüfterdrehzahl. Nach 150 Sekunden (erster Trennschritt) setzen wir den Lüfter wieder auf den Kühler. Eine gute Lüftersteuerung passt die Drehzahl in feinen Stufen der Temperatur an. Links: CPU-Temperatur in °C, rechts: Lüfterdrehzahl in U/min, unten: Zeit in Sekunden			
	✓ Tolle OC-Funktionen ✓ Vollversion von Battlefield 3 ○ Keine PCI-Slots	✓ Acht RAM-Bänke ✓ Relativ niedrige Leistungsaufnahme ○ Keine PCI-Slots	✓ Sound- und LAN-Chip für Spieler ✓ OC-BIOS ○ Sehr teuer	✓ Günstiger als Konkurrenz ✓ Gute Ausstattung ○ Strap nicht einstellbar
	Wertung: 1,55	Wertung: 1,55	Wertung: 1,73	Wertung: 1,76

FAZIT



Typischen Benchmarks – nicht nur für SSDs – auf den Zahn gefühlt.

SSD-Praxis: Benchmarks

Dass die Hersteller ihre SSDs mit den größtmöglichen Zahlen bewerben, ist naheliegend. Welche Aussagekraft diese und andere Benchmarks haben, zeigen wir in diesem Artikel auf.

Eine SSD verleiht dem PC Flügel – der Wahrheitsgehalt dieser Behauptung ist unbestritten. Auch in vielen PCGH-Tests und -Praxisartikeln finden Sie Beschreibungen des „SSD-Gefühls“, eines PCs fast ohne Wartezeiten. Schwieriger wird es jedoch, in belastbaren Benchmarks dieses Gefühl in harte Zahlen umzusetzen. Viele der verfügbaren Tools testen entweder Extreme oder sind eher an Server-Anwendungen orientiert, sodass sich die dort gemessenen Qualitäten im Heim-PC kaum niederschlagen.

In diesem Artikel schaut PC Games Hardware einigen populären Benchmarks unters Gebälk und hilft Ihnen so, die gewonnenen Ergebnisse zu interpretieren. Zum Vergleich haben wir auch drei typische Festplatten mitanalysiert, um das Verhältnis von Magnet-HDDs selbst zu langsameren SSD-Modellen zu illustrieren.

Transferrate: Marketinglüge oder Wahrheitsauswahl

Das Marketing hat die Aufgabe, die entsprechenden Firmen oder Produkte im bestmöglichen Licht darzustellen (und wir bei PC Games Hardware helfen Ihnen dabei, das ganze Bild zu sehen). Vor diesem Hintergrund ist es einleuchtend, dass Packungsaufdrucke oder Werbetexte immer die höchstmöglichen Zahlen und größten Superlative versprechen.

Meistens stimmt das aus einer gewissen Perspektive auch. Zum Beispiel wird der Atto Diskmark gern von Herstellern Sandforce-basierter SSDs herangezogen, weil dieser in der Voreinstellung hochkomprimierbare Daten nutzt und damit die Stärke des Sandforce-Controllers in den Vordergrund rückt. Dabei werden selbst bei Modellen mit geringer Kapazität und damit auch niedrigerer Leistungsfähig-

keit Übertragungsgeschwindigkeiten von 500 bis 550 Megabyte pro Sekunde erreicht – der Idealfall eben. Benchmarks wie der AS-SSD-Test zeichnen hier ein anderes Bild, einer typische 60-GB-Byte-SSD mit Sandforce-2281-Controller wird darin eine Schreibgeschwindigkeit von 75 MByte pro Sekunde anstelle von über 500 MByte zugesprochen. Das ist für den unbedarften Leser erst einmal verwirrend und es überrascht wenig, wenn die Frage nach der Gültigkeit des einen oder anderen Ergebnisses auftritt. Tatsächlich sind beide Resultate richtig und aussagekräftig, beleuchten in diesem speziellen Falle aber eben zwei Extreme des Leistungsspektrums: Eine Crucial m4 mit

64 GByte, welche nicht auf einen komprimierenden Controller setzt, schreibt laut AS-SSD circa 25 Prozent schneller als die Sandforce-SSD, während Atto's Diskmark hier noch einen extremen Rückstand diagnostizierte.

Aber auch der Atto-Benchmark kann mehr, als nur Marketing-Instrument mancher Hersteller zu sein, man muss ihn nur lassen. Zum Beispiel gibt es die Option, statt „Overlapped I/O“ eine „I/O-Comparison“ zu nutzen und dort ein „Random“-Test-Pattern, also zufällige Daten, auszuwählen (s. Kasten auf der nächsten Doppelseite) – dann sind die Ergebnisse beinahe mit denen des AS-SSD-Benchmarks vergleichbar und die Sandforce-basierten SSDs zeigen je nach verwendetem Flash-Typ zum Teil starke Einbrüche in der Schreibrate, wie PC Games Hardware bereits in Ausgabe 12/2011 (S. 102) verdeutlichte.

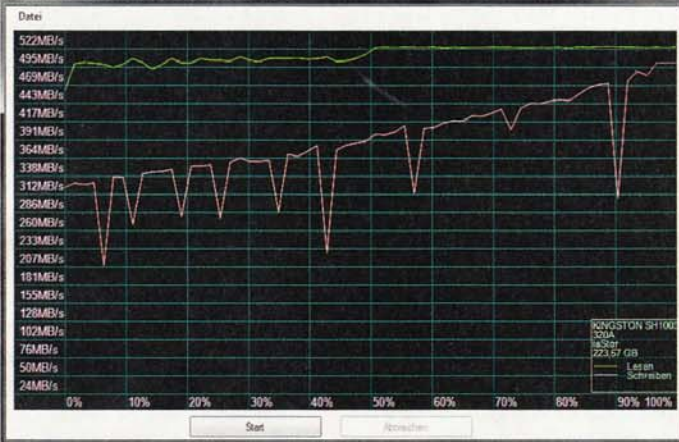
Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

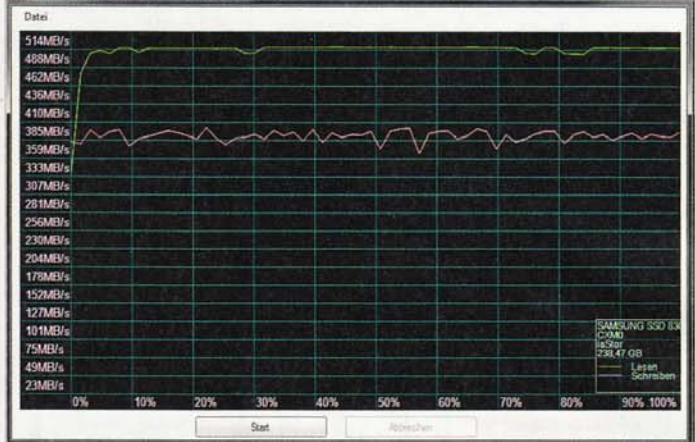


AS-SSD-Benchmark: Komprimierungswerkzeug

Beispiel-SSD 1: OCZ Vertex 3 Max IO



Beispiel-SSD 2: Samsung SSD 830



Der AS-SSD-Benchmark bietet außer seinem Standard-Durchlauf ein hochinteressantes Tool, den „Kompression-Benchmark“. Hier wird die erreichte Transferrate in Abhängigkeit von der Komprimierbarkeit der Daten über die x-Achse aufgetragen. Im rechten Bild gut zu erkennen ist der deutliche Anstieg der Übertragungsrates, welchen Sandforce-Controller bei gut komprimierbaren Daten erreichen. Die im rechten Bild beispielhaft gezeigte Samsung SSD 830 ist nahezu unbeeindruckt von der Komprimierbarkeit der Daten.

AS-SSD-Benchmark

Einer der im User-Umfeld beliebtesten Benchmarks ist der AS-SSD-Benchmark des Chemnitzer Programmierers Alexej Schepeljanski. Wie der Programmname schon sagt, ist dies ein rein auf die SSD-Performance ausgerichteter Benchmark. Er führt im Standarddurchlauf acht verschiedene Messungen durch: Sequenzielle, in großen Blöcken am Stück ermittelte Transferate, Geschwindigkeit bei zufällig ausgewählten, 4 KiB großen Datenblöcken, dasselbe noch einmal mit 64 Threads und eine Messung der Zugriffszeiten – jeweils im Schreib- und Lesemodus. Aus diesen Werten werden drei Punktzahlen gebildet, die Lese-, Schreib- und Gesamtleistung darstellen. Dabei wird die Performance bei den zufälligen 4k-Zugriffen am stärksten gewichtet, während sequenzielle Übertragungsraten und die Zugriffszeiten kaum eine Rolle spielen. Herkömmliche Festplatten sind dadurch mit einem Abstand von Faktor 20 komplett chancenlos, wie unser Benchmark auf der nächsten Seite zeigt. Eines gilt es bei der Interpretation der AS-SSD-Benchmarks jedoch besonders zu beachten: Alle Messungen werden mit zufällig generierten Daten in 16-MB-Blöcken durchgeführt. So zeigt zum Beispiel die Komprimierung der Sandforce-Controller hier fast keine Vorteile und die Werte fallen gegenüber anderen Tests stark ab. Da „normale“ Daten weder zu 0 noch zu 100 Prozent komprimierbar sind, liegt die Wahrheit wie so oft irgendwo

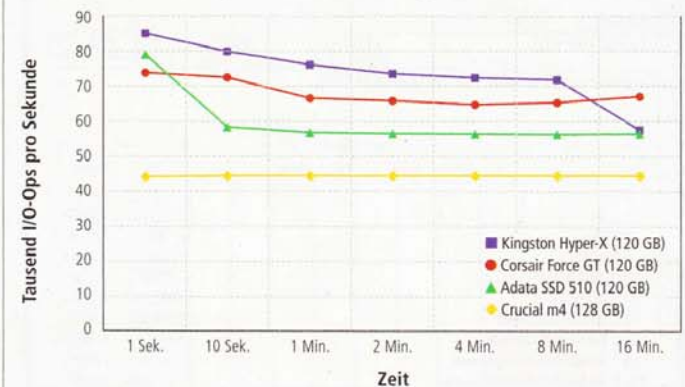
zwischen den Extremen. Einen guten Anhaltspunkt liefert Schepeljanski dabei aber gleich mit: Unter „Werkzeug“ finden Sie das Kompressionstool, welches wir im Kasten oben näher erläutern.

IO-Meter

Ein weiterer im SSD-Bereich sehr beliebter Benchmark ist das sogenannte IO-Meter. Das Programm selbst ist extrem flexibel konfigurierbar, sodass unter anderem Blockgrößen, die Anteile von Lese- und Schreibzugriffen sowie von sequenziellen und zufälligen Zugriffen und die Ausrichtung an bestimmten Blockgrenzen frei bestimmt werden können. Prinzipiell ließe sich damit also durchaus ein recht detailliertes Profil erstellen, welches einzelne Anwendungsfälle abbildet – entsprechend einem einzelnen Spiele-Benchmark in CPU- oder VGA-Tests. Die ersten SSDs stammten aufgrund ihrer Performance-Charakteristik und auch ihres Preises aus dem Server-Umfeld. Dort sind andere Tugenden als eine hohe Dauertransferrate gefragt. Zum Beispiel ein möglichst schnelles Bereitstellen vieler kleiner, oft verstreuter Datenblöcke, wie es bei Datenbank-Webservern vorkommt, die entweder nicht oder unzureichend per Cache abgefangen werden. Daraus hat sich der sogenannte „4k-aligned random write Test“ entwickelt – aufgrund der nötigen Bewegungen des Lesearms gewissermaßen die Höchststrafe für herkömmliche Festplatten, sodass selbst ältere, langsame SSDs

Benchmark-Varianz

IO-Meter 1.1.0 RC1 (IO-Ops, Random Writes, 4k aligned)



System: Core i7-2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die IOPS können je nach SSD mit zunehmender Laufzeit stark absinken.

Ladezeiten von Windows und 3D-Spielen

„Windows wird gestartet“ bis Ausführung eines Autostart-Programms

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
SSD - Kingston Hyper-X (120 GB)										
SSD - Intel SSD 510 (128 GB)										
SSD - Crucial m4 (128 GB)										
SSD - Corsair Force F60 (60 GB, 34 nm)										
HDD 7.200 U/Min										
HDD 10.000 U/Min										
HDD 5.400 U/Min										

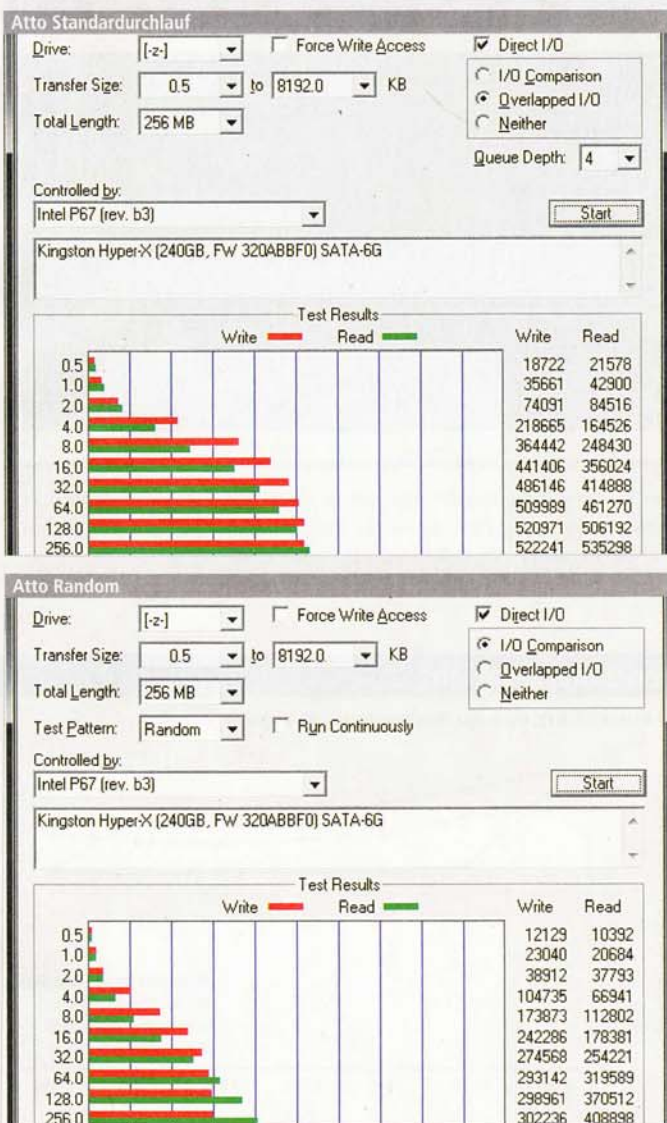
Duke Nukem Forever „Lift zum Zyklopen“ bis „Leertaste zum Fortfahren“

BESSER ◀ Sekunden	0	5	10	15	20	25
SSD - Crucial m4 (128 GB)						
SSD - Kingston Hyper-X (120 GB)						
SSD - Intel SSD 510 (128 GB)						
SSD - Corsair Force F60 (60 GB, 34 nm)						
HDD 10.000 U/Min						
HDD 7.200 U/Min						
HDD 5.400 U/Min						

System: Core i7-2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Während die Unterschiede zwischen HDDs und SSDs sehr groß sind, bestehen in der Performance zwischen den einzelnen Flash-Flitzern nur noch vergleichsweise kleine Differenzen.



Benchmark-Nutzung: Atto Diskmark 2.46



Der Atto Diskmark misst per Voreinstellung die sequenzielle Transferrate in Blockgrößen von 512 Byte bis 8 MiByte – dabei nutzt er hochkomprimierbare Daten, sodass Cache- und Controller-Optimierungen hier voll durchschlagen. Damit stellt er den „Best Case“, also das Idealbild, her und wird entsprechend häufig als Referenz für Werbeaussagen wie „Bis zu 550 MByte/Sek.“ genutzt. Doch Atto kann mehr. Wählen Sie (wie im unteren Bild) „I/O Comparison“ und ein „Random“-Test-Pattern aus, werden zufällige Folgen von Nullen und Einsen genutzt und die Ergebnisse sind grob vergleichbar mit den sequenziellen Transferraten aus dem AS-SSD-Benchmark.

sich hier um mehrere Größenordnungen absetzen können. Selbst sehr schnelle Festplatten wie Western Digitals Velociraptor kommen hier lediglich auf Werte von unter 300 sogenannter IOPS (Ein- oder Ausgabe-Operationen pro Sekunde). Typische aktuelle SSDs erreichen zwischen 10.000 und 60.000.

Praxistests

Für diesen Artikel haben wir mehrere Praxistests durchgeführt, die des Öfteren von unseren Lesern gewünscht werden. Neben den Ladezeiten im Spiel *Duke Nukem Forever*, das im SSD-Premium in Ausgabe 09/2011 den größten Gewinn aus dem Einsatz einer SSD zog, haben wir auch die Bootzeit eines voll gepatchten Windows 7 SP1 (x64) samt Microsoft Security Essentials und Co. gemessen. Während Boot- und Spiele-Ladezeiten zwar den Unterschied zwischen HDD und SSD sehr gut verdeutlichen, sind die Unterschiede selbst zwischen verschiedenen SSD-Typen samt Schnittstellengenerationen nur gering. Auch andere, nicht abgedruckte Spiele zeigen ein ähnliches Bild, oft gar in noch geringerem Maße. Manche Kandidaten wie das lange ladende *Anno 1404* erwiesen sich im Ladezeiten-Test auch haupt-

sächlich CPU-limitiert. Weitere Details finden Sie im Artikel „Spiele schneller starten“ weiter hinten in dieser Ausgabe.

Fazit: Was bleibt?

Traditionell schreibt PC Games Hardware die Praxisleistung groß. Bei Festplatten- und SSD-Tests vertrauen wir seit Jahren auf wiederholt aktualisierte, per Skript angepasste Datenbewegungen – unsere Kopiertests. Diese berücksichtigen sowohl Lese- als auch Schreibvorgänge und geben durch die praxisnahe Mischung von Dateigrößen und Datentypen einen guten Durchschnitt der zu erwartenden Leistungsfähigkeit wieder. Dazu gesellt sich die vergleichsweise niedrig gewichtete Messung diverser Transfer- und Zugriffszeiten.

Die Ergebnisse unserer Ladezeiten-Messung in diesem Artikel zeigen zu geringe Unterschiede zwischen verschiedenen SSD-Generationen, um dauerhaft eine sinnvolle Ergänzung unseres Testparcours zu bilden. Jedoch prüfen und bewerten wir regelmäßig weitere neue Benchmarks, um zu entscheiden, ob wir mit deren Hilfe die Aussagekraft unserer Tests verbessern können. (cs)

Benchmark: AS-SSD-Punkte

Gesamtpunktzahl AS-SSD-Benchmark



System: Core i7-2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die Ergebnisse des mit komplett zufälligen und daher kaum komprimierbaren Daten arbeitenden AS-SSD-Tests zeigen die starke Gewichtung der 4k-Elemente, HDDs sind hier natürlich chancenlos.

* Kurioserweise erreicht die 128-GB-Version (FW: jeweils 0009) hier mit 828 Punkten einen höheren Wert.

SSD-Controller in der Übersicht

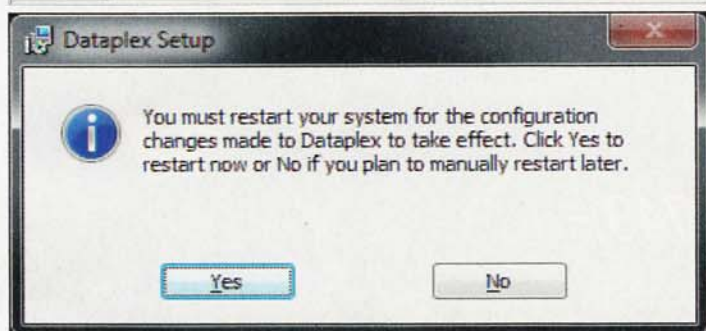
Controller	Indilinx Barefoot	Intel PC29AS21BA0	Marvell 88SS9174	Samsung MAX	Samsung MCX	Sandforce 12xx	Sandforce 22xx
Unterstützt SATA ... (Gb/s)	1,5; 3,0	1,5; 3,0	1,5; 3,0; 6,0	1,5; 3,0	1,5; 3,0; 6,0	1,5; 3,0	1,5; 3,0; 6,0
Prinzipielle Merkmale	– Mittlerweile veraltet – Performance stark abhängig vom Cache	– Sehr niedrige Zugriffszeiten – Peak-Performance eher durchschnittlich	– Einer der ersten SATA-6Gb/s-Controller – Gute Allround-Performance	– Hauseigenes Samsung-Modell – Keine gravierenden Schwächen	– Deutlich verbesserter Controller der dritten Generation – Durchweg sehr gute Leistungen	– Spitzenleistung basiert auf Datenkomprimierung – Schwächen bei nicht komprimierbaren Daten	– Sehr hohe Spitzenleistung, basierend auf Datenkomprimierung – Schwächen bei nicht komprimierbaren Daten
Eingesetzt in SSDs von	Diverse Hersteller, u. a. Adata, Corsair, Extrememory, G.Skill, Kingston, Mushkin, OCZ, Patriot	Intel, selten als OEM-Produkt	Hauptsächlich Crucial und Intel, auch Plextor	Samsung 470-Serie	Samsung 830-Serie	Diverse Hersteller, u. a.: Adata, Corsair, Extrememory, G.Skill, Kingston, Mushkin, OCZ, Patriot, Plextor	Diverse Hersteller, u. a.: Adata, Corsair, Extrememory, G.Skill, Kingston, Mushkin, OCZ, Patriot, Plextor



Volume	Layout	Type	Datensystem	Status	Kapazität	Freier Speicher
System (C:)	Einfach	Basic	NTFS	Fehlerfrei (Primäre Partition)	160,34 GB	148,04 GB
System (D:)	Einfach	Basic	NTFS	Fehlerfrei (System, Startpartition, Auslagerungsdatei, Aktiv, Abstraktsymbol, Primäre Partition)	30,88 GB	13,98 GB

Datenträger 0 Unbekannt 29,82 GB Nicht initialisiert	29,82 GB Nicht zugeordnet
--	------------------------------

Datenträger 1 Basic 160,34 GB Online	System (C:) 30,88 GB NTFS Fehlerfrei (System, Startpartition, Auslagerungsdatei, Aktiv, Abstraktsymbol, Primäre Partition)	Daten (D:) 160,34 GB NTFS Fehlerfrei (Primäre Partition)
--	---	---



Der Synapse-Cache wird mit 29,8 GiByte erkannt, der Rest geht zur Leistungserhaltung drauf (oben). Nach der Dataplex-Installation ist ein Neustart fällig – das war's.

Windows lädt viermal flotter

Ladezeit Windows-Autostart-Programm (ab „Windows wird gestartet“)

BESSER ◀ Sekunden	0	20	40	60	80	100
Magnetfestplatte (2 TByte, 5.400 U/Min.)						88 (Basis)
1. Durchlauf						99 (+13 %)
Durchschnitt 2. bis 4. Lauf						17 (-81 %)
1. Lauf nach 30 GB Datenbewegung						68 (-23 %)
2. Lauf nach 30 GB Datenbewegung						21 (-76 %)

OCZ Synapse
Cache 64 GB

Magnetfestplatte

System: Core i7-2600K, GBT Z68X-UD7-B3, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Die Benchmarks sind chronologisch sortiert. Ab dem zweiten Lauf tritt der Cache-Effekt zutage und reduziert die Boot-Zeit um über 80 Prozent. Nachdem wir eine große Menge Daten bewegt haben, bricht die Leistung zunächst ein.

Battlefield 3 startet mehr als dreimal so schnell

Ladezeit Operation Swordbreaker (ab Kampagnenmenü)

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30	40	50	60
Magnetfestplatte (2 TByte, 5.400 U/Min.)							57 (Basis)
1. Durchlauf							52 (-9 %)
Durchschnitt 2. bis 4. Lauf							16 (-72 %)
1. Lauf nach 30 GB Datenbewegung							53 (-7 %)
2. Lauf nach 30 GB Datenbewegung							18 (-68 %)

OCZ Synapse
Cache 64 GB

Magnetfestplatte

System: Core i7-2600K, GBT Z68X-UD7-B3, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Die Benchmarks sind chronologisch sortiert. Die Ladezeiten verkürzen sich in den Durchläufen zwei bis vier auf echtes SSD-Niveau und erreichen dieses nach dem unterbrochenen Cache-Effekt auch schnell wieder.

Der neue Caching-King im Ring?

OCZ Synapse

Mit Synapse Cache möchte OCZ den Speed einer SSD und die Kapazität einer HDD vereinen.

OCZs Synapse Cache ist ein Bündel aus einer SATA-6Gb/s-SSD mit Sandforce-2-Controller und 64 bis 128 Gigabyte Flash-Speicher sowie der Dataplex-Software von Nvelo. Dieses etwa 130 beziehungsweise 190 Euro teure Paket soll SSD-Caching plattformunabhängig, performant und günstig machen. Wir prüfen, welche der Versprechen OCZs Synapse halten kann.

Synapse-Cache: SSD

Die Hardware besteht aus einer 2,5-Zoll-SSD mit 64 oder 128 Gigabyte Flash-Speicher für das SATA-6Gb/s-Interface. Im Inneren stecken ein Sandforce-SF-2281-Controller und im Falle unseres Testmusters acht asynchrone 64-GByte-Speicherchips (64 GByte, Micron, 25 nm). Damit die SSD auch über lange Zeit ihre Leistung beibehalten kann, hat OCZ sich dafür entschieden, den Anteil des frei verfügbaren Speichers auf 50 Prozent der Gesamtkapazität zu beschränken. Durch dieses hohe Maß an Overprovisioning stehen bei der Synapse mit 64 GByte also 32 GByte Cache zur Verfügung, beim größeren Modell 64 GByte.

Synapse-Cache: Dataplex

Das neben der SSD zweite Herz der Synapse schlägt in Form der Dataplex-Software von Nvelo. Diese ist für das Vorhalten wichtiger Daten im Flash-Speicher zuständig und intelligente Algorithmen sollen dafür sorgen, dem Nutzer die angeforder-

ten Daten zügig zur Verfügung zu stellen. Derzeit läuft die Software lediglich unter Windows 7.

Praxiseinsatz und Test

Die Einrichtung der Synapse ist selbst für PC-Laien ein Kinderspiel:

- Strom/SATA anschließen
- Booten
- Dataplex-Software mittels des beiliegenden Lizenzschlüssels über die OCZ-Webseite herunterladen
- Dataplex-Software installieren
- Neu starten, fertig

Nach diesen Schritten nimmt der Cache der Synapse die Arbeit auf und beschleunigt das Ansprechverhalten des gesamten Systems drastisch. Für die Benchmarks haben wir mehrmals dieselbe Prozedur wiederholt: Windows, *Battlefield 3* und *Starcraft 2* starten. Nachdem wir im fünften Durchlauf zusätzlich unsere Kopiertests durchführten, waren die 30 GByte Cache-Volumen überlastet und – leider wenig intelligent – auch der nachfolgende Windowstart zog sich hin. Einen weiteren Neustart später wirkte der Cache-Effekt jedoch aufs Neue und die Performance kletterte schnell wieder in SSD-Regionen.

Fazit: Empfehlenswert

Trotz Schwäche bei großen Datenbewegungen ist OCZs Synapse Cache die einfachste Methode, bestehende Windows-7-PCs mit SATA-Anschluss zu beschleunigen. (cs)

Starcraft 2: Laden fast ohne Warten

Ladezeit PCGH-Replay „2-on-2 MP“ (ab Windows)

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30	40	50
Magnetfestplatte (2 TByte, 5.400 U/Min.)						51 (Basis)
1. Durchlauf						44 (-14 %)
Durchschnitt 2. bis 4. Lauf						14 (-73 %)
1. Lauf nach 30 GB Datenbewegung						49 (-4 %)
2. Lauf nach 30 GB Datenbewegung						16 (-69 %)

OCZ Synapse
Cache 64 GB

Magnetfestplatte

System: Core i7-2600K, GBT Z68X-UD7-B3, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Die Benchmarks sind chronologisch sortiert. Unsere Kopieraktion mit 30 GByte Datenaufkommen unterbricht den Cache-Effekt, aber die Synapse erholt sich bereits nach dem zweiten Neustart wieder und steigert die Leistung.



Bild: Acer

Eine neue Generation Subnotebooks soll den Tablet-PCs Konkurrenz machen.

Ultrabooks im Test

Intel hat mit den sogenannten Ultrabooks eine neue Art Notebooks kreiert. Diese tragbaren Computer sollen leicht, schnell und ausdauernd sein. PCGH testet die ersten Geräte von Asus und Acer.

Falls Sie mit der Anschaffung eines Notebooks liebäugeln, sich aber mit der Entscheidung zwischen einem leistungsfähigen Notebook und einem handlichen Netbook schwertun, könnte Ihnen Intels neue Geschäftsidee namens Ultrabook eine Alternative bieten. Diese sogenannten Ultrabooks sollen Mobilität mit einer passablen Leistung kombinieren, die weit höher als der Standard aktueller Notebooks ist. In diesem Artikel zeigt PC Games Hardware die Vor- und Nachteile der Ultrabooks auf.

Kuriosum Ultrabook

Der Begriff Ultrabook wurde auf der diesjährigen Computex-Messe publik – dort kündigte Intel die Ultrabook-Linie an. Die Ultrabooks wurden als leichte, kompakte Notebooks mit einer hohen Akkulaufzeit und zudem einer bemerkenswerten Leistung beschrieben.

Mittlerweile sind die Spezifikationen wesentlich differenzierter festgelegt: Intel wird die Eingliederung der Ultrabooks in den Notebook-Markt in drei Stufen durchführen und jeweils mit den Einführungen der Low-Voltage-Prozessoren Sandy Bridge (4. Quartal 2011), Ivy Bridge (2012) und Haswell (2013) zusammenlegen. Neben einem Sandy-Bridge-Prozessor müssen Ultrabooks der ersten Generation mit einem kompakten Design aufwarten, das ein Gewicht von 1,4 Kilogramm und eine Dicke von 2,1 Zentimetern nicht überschreitet. Weiterhin sind eine integrierte Grafikkarte, meist in Form des Intel HD-3000-Grafikchips, und eine SSD als Datenträger obligatorisch. Außerdem muss eine Technologie geboten werden, die es ermöglicht, das Ultrabook binnen Sekunden aus jeglichen Energiesparmodi zu wecken, um Zeit und Akkulaufzeit zu sparen. Diese

soll bei den Modellen der ersten Generation übrigens zwischen fünf und acht Stunden aufwärts betragen. Des Weiteren werden viele Ultrabooks Intels Sicherheitstechnologien namens Anti-Theft und Identity Protection unterstützen. In Form des Acer Aspire S3 sowie des Zenbook aus dem Hause Asus sind bereits erste Geräte erhältlich, die wir in unserem Test erfasst haben. Weitere Ultrabooks wie das Lenovo IdeaPad U300 und das Toshiba Portégé Z830 folgen in naher Zukunft. Intel gibt sich in Bezug auf die Analyse keinesfalls bescheiden – bis Ende 2012 wird ein Marktanteil von 40 Prozent des Notebook-Segments erwartet.

Asus Zenbook UX31E: Starke Leistung, hoher Preis. Asus gehört zu den ersten Herstellern, die Intels Konzept für ein leichtes und kompaktes Notebook umsetzen. Das Zenbook arbeitet mit einem Core i7-2677M (1,8 GHz), der in beispielsweise Cinebench R10 mit 8.590 Punkten eine sehr gute Leistung zeigt. Damit werden Intels Atom- oder AMDs Fusion-Prozessoren um Längen geschlagen. Für Grafikberechnungen ist der Intel-Chip HD 3000 zuständig, sodass Sie in *Anno 1404* oder *Crysis Warhead* in 720p nicht mehr als 7 Fps erwarten können. Spiele wie *Starcraft 2* oder *Portal 2* sind mit Einschränkungen der Darstellungsqualität gerade so spielbar.

Doch die Stärken des Zenbook liegen bei der Mobilität: Das Ultrabook von Asus bietet kompakte Maße (32,5 x 22,3 x 0,3 bis 1,7 cm)

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

Peripherie

Eingabegeräte, Monitore, Sound, USB-Sticks, externe Speicher

www.pcgameshardware.de/hardware



Lars Craemer
Fachbereich Mobile
E-Mail: lc@pcgh.de

Kommentar

In-Ear-Kopfhörer mit Bluetooth-Schnittstelle – die Erlösung vom nervigen Kabel-Gedöns.

MP3-Player, Smartphones und Tablets eignen sich für den Musikgenuss auf Reisen. Egal ob in der U-Bahn, im Zug oder im Flieger: Mit Mucke im Ohr kann man fast jede nervige Situation ausblenden. Doch viele Anwender stört die Kabelverbindung zwischen Wiedergabegerät und Kopfhörer.

Doch zumindest für Besitzer moderner Smartphones oder MP3-Player mit Bluetooth samt A2DP-Technik (Advanced Audio Distribution Profile) gibt es eine brauchbare Alternative in Form von Kopfhörern, welche mit besagter A2DP-Technik kompatibel sind. Dabei muss der Kunde allerdings unterscheiden zwischen Modellen wie dem Sony Ericsson HBH-IS800, bei dem alle Bauteile im Kabel untergebracht sind, und Geräten, bei denen die Kabel in einer kleinen Box zusammenlaufen.

In der Praxis haben wir bislang mit dem HBH-IS800 gute Erfahrungen gemacht. Das Gerät kostet im Handel derzeit rund 60 Euro. Die Klangqualität ist für Telefonate völlig akzeptabel, Musikliebhaber werden jedoch einen Unterschied zu hochwertigen Kopfhörern samt Kabel feststellen – die Musikqualität würden wir mit der Schulnote 3+ bewerten. Für die Heimfahrt in der Bahn nehmen wir dies aber in Anbetracht des Praxisnutzens gerne in Kauf.

In-Ear-Kopfhörer mit kabelloser Verbindung zu mobilen Endgeräten sind die Zukunft, kommende Modelle werden vor allem in puncto Soundqualität noch deutlich zulegen. Falls Sie bislang noch keinen Bluetooth-Kopfhörer näher angeschaut haben, sollten Sie dieses Versäumnis unbedingt nachholen.



Hardware
Das Hardware-Magazin für PC-Spieler



Steelseries Simraceway SRW-S1

Steelseries' innovativer, platzsparender Gamepad-Lenkrad-Mix besitzt weder Pedaleinheit noch Basisstation. Kommt damit echter Rennspaß auf?

Das Simraceway SRW-S1 ist zwar kein reinrassiges Lenkrad, hat aber einiges mit den konventionellen Lenkhilfen gemein, die einen Aufbau besitzen. Zum einen erinnern die Form, die gummierten Griffzonen sowie die LED-Drehzahl- und Gangwechselanzeige an das Volant eines F1-Boliden. Zum anderen befinden sich die Schaltwippen für den Zeigefinger gut erreichbar an der Hinterseite des 24 Zentimeter breiten Geräts. Dass bei der Entwicklung der primär für die Rennplattform *Simraceway* konzipierten Steuerhilfe auch ein Gamepad Pate gestanden hat, erkennt man an der großen Vielfalt an Knöpfen und Drehreglern, die sich vorne auf der Prallplatte befinden. Mit 15 voll programmierbaren Tasten, einem D-Pad sowie Drehreglern zum Einstellen der Lenk-Sensitivität und zum An- und Abschalten der Fahrhilfen (ABS, Bremsen, Traktionskontrolle) hat das SRW-S1 hier sogar mehr Ausstattung zu bieten als manches Profi-Lenkrad.

Was das Simraceway SRW-S1 von den „großen“ Lenkrädern unterscheidet, ist einerseits die Platzierung des analogen und präzise reagierenden

Gas- und Bremspedals auf der Rückseite unterhalb der dank Microschalter sehr direkt ansprechenden Schaltwippen. Andererseits setzt das Gerät Lenkbewegungen quasi in der Luft über integrierte Sensoren, also ohne direkte Verbindung mit einer starren Drehachse um, was für Rennspielern gewöhnungsbedürftig ist. Dazu kommt, dass keine automatische Rücksetzung auf die neutrale Stellung vorhanden ist. Für ein realitätsnahes Fahrgefühl vermisst man weiterhin den Widerstand der Force-Feedback-Kräfte. So bleibt das für stolze 120 Euro erhältliche Simraceway SRW-S1 eher ein sehr gut ausgestattetes Gamepad mit Lenkrad-Form, das sich gut für Action-Racer wie *Need for Speed* oder *Burnout* eignet. (fs)



Test: Soundblaster Recon 3D

Mit der Recon3D SB1300 erreichte der erste Ableger der neuen Creative-Soundkarten-Serie unsere Hallen. Wie schlägt er sich?

Die Recon 3D ist nicht nur für den Einsatz am PC geeignet, sondern lässt sich außerdem wahlweise zur Zusammenarbeit mit einer Playstation 3, Xbox 360 oder mit einem Mac überreden. Außerdem wirbt Creative mit speziellen klangverbessernden Technologien. Dass diese jedoch nicht in jedem Fall ein Garant für akustischen Erfolg sein müssen, zeigt der Klangtest. Was in Spielen im ersten Augenblick gar nicht so auffällig erscheint, wird spätestens im Test mit bekannten Musikstücken

deutlich: Der Mittel- und Hochtonbereich klingt künstlich bis verfremdend, Stimmen zischeln unangenehm und sonst angenehme Schlagzeugaufnahmen erhalten einen unangenehmen Biss. Der Tieftonbereich liefert hingegen wenig Anlass zur Kritik. Dieser Abschnitt des Frequenzspektrums ist recht voluminös und besitzt eine ausreichende Präzision. Auch die Räumlichkeit ist gelungen: Klanggeschehnisse werden anhand ihrer Position auf der virtuellen Bühne einwandfrei abgebildet – eine gute akustische Ortung gelingt.

Fazit: Das Highlight der Recon 3D SB1300 ist das breite Einsatzspektrum an verschiedenen Geräten der Unterhaltungselektronik. Das sinnvolle Design kann aber nicht über den schlechten Klang im Mittel- und Hochton hinwegtrösten. Immerhin überzeugt die räumliche Abbildung und somit die Möglichkeit, Gegner zu orten. (dar)

SOUNDKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 20 Wertungskriterien



Produktname	Creative Soundblaster Recon3D SB1300
Preis	Ca. € 100,-
Preis-/Leistungsverhältnis	Befriedigend
Ausstattung (20%)	3,25
Anschlüsse	Micro-USB-Buchse, Opto-/Line-In Kombibuchse, Kopfhörerausgang, Mikrofoneingang (2,5)
Adapter	USB-Kabel, Toslink-Kabel, „Breakout-Box“ für Kopfhörer-/Mikrofonanschluss an Spielekonsole (2,25)
Besonderheiten	Geeignet für PC, Mac, Xbox 360 und PS3
Sonstiges	Nicht vorhanden (5,0)
Eigenschaften (20%)	2,25
Treiberabstürze aufgetreten?	Nein (1,0)
Einstellungselemente im Treiber logisch angeordnet?	Windowstreiber werden genutzt (3,0)
Ressourcenverbrauch	Gering (2,0)
Dolby Digital Live/DTS Connect	Ja / Nein (3,0)
Leistung (60%)	3,15
Tieftonbereich	Durchaus brauchbar, ausreichend Volumen vorhanden (3,0)
Mitteltonbereich und Stimmwiedergabe	Zischelnde Stimmen, zum Teil blechern (4,0)
Hochtonbereich	In manchen Situationen zu bissig und undefiniert (3,75)
Räumlichkeit	Gute Ortbarkeit von Elementen im Klanggeschehen (2,5)
Spieleleistung	(Geringe) Messbare CPU-Belastung, gute Rundumdarstellung (2,5)
Druckpunkte Schalter/Bedienelemente	Sehr gut/nicht vorhanden
Druckpunkte Funktionstasten	Sehr gut
FAZIT - Vielfältig einsetzbar - Ergonomisch geformtes Gehäuse - Schlechter Klang in Mittel- und Hochtonbereich	
Wertung: 2,99	



LC-POWER

www.lc-power.com

LC7300 V2.3

Mit dem LC7300 V2.3 - Silver Shield bietet Ihnen LC-Power ein 80 PLUS® SILBER-zertifiziertes 300-Watt-Netzteil für den gehobenen Anspruch!

Das Netzteil bietet Ihnen neben einem 120mm-Lüfter, Aktiv-PFC und umfangreichen Sicherheitsschaltkreisen, wie OVP, OCP, OPP, OTP, SCP & UVP, eine sehr hohe Effizienz von bis zu 89,20% sowie einen geringen Standby-Verbrauch bei massiver Kühlleistung für Ihr System!

Weitere Ausstattung:

1x 20+4-Pin, 1x 4+4-Pin Mainboard 12V, 1x PCI-E 6-Pin, 4x SATA, 3x PATA, 1x FDD, schwarzes Kabel-Sleaving, weißer Lüfter und weiße Anschlüsse, zwei unabhängige 12V-Leitungen



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

Silver Shield




Neue 120-Hertz-Monitore und preiswerte Polfilter-3D-LCDs

120-Hertz- und 3D-LCDs

Zahlreiche neue Displays mit 23 bis 27 Zoll Bildschirmdiagonale und Unterstützung für 120 Hertz oder Polfilter sind auf den Markt gekommen. PCGH testet neun nagelneue Modelle.

Mit Nvidias Update für Geforce 3D Vision sind auch neue 120-Hertz-LCDs von Viewsonic, Benq und Asus verfügbar. Zudem kommen immer mehr preiswerte 3D-Monitore mit Polfilter-Technik auf den Markt. PC Games Hardware beleuchtet in diesem Artikel die verschiedenen 3D-Techniken und testet neun neue Displays auf 2D- und auch 3D-Leistung.

Stand der Dinge: 120 Hertz

Der 120-Hertz-Vorteil: Während die Bewegungen einer Figur im Spiel auf dem 60-Hertz-Display beispielsweise nur zweimal dargestellt werden, zeigt der 120-Hertz-Bildschirm doppelt so viel Bildveränderungen in der gleichen Zeit an, sodass Sie mehr Bewegungen der Figur erkennen – ein taktischer Vorteil. Die ersten 120-Hertz-LCDs gab es schon 2009, teilweise sind diese 22-Zöller auch noch erhältlich. Die ersten Displays wurden bald um 24- und

inzwischen auch um 27-Zoll-LCDs erweitert. Obwohl im PCGH-Preisvergleich (siehe auch Bonusmaterial) rund 30 120-Hertz-Monitore angezeigt werden, sind nur 13 Geräte dabei, die Sie tatsächlich per DVI-D (DL) mit 120 Hertz über den Grafikkartentreiber ansteuern können.

3D: Polfilter vs. Shutter

Aktuell gibt es zwei verbreitete Techniken für 3D-Monitore: Die in 3D-Kinos angewandte Polfilter- sowie die 3D-Vision-Technik von Nvidia mit den dazugehörigen Shutterbrillen. Um Ihnen einen Überblick der Vor- und Nachteile der jeweiligen Technik zu bieten, haben wir in einem 3D-Praxistest mit *Crysis 2* zehn aktuelle 3D-Monitore auf Her(t)z und Nieren geprüft.

Für den Praxistest der Polfilter-Monitore haben wir mit der Software Tridef gearbeitet, weil diese außer bei Acer von allen Monitorherstel-

lern mitgeliefert wurde. Tridef ist eine Software zur Umrechnung der Bildinformationen von 2D in 3D. Es unterstützt zurzeit offiziell circa 450 zeitgemäße Spiele. Zunächst fiel uns auf, dass bei jeglichen Polfilter-Monitoren ein exakter Betrachtungswinkel notwendig ist, um den 3D-Effekt einwandfrei wahrzunehmen. Daher raten wir von der Benutzung eines Monitors durch mehrere Personen ab. Der 3D-Effekt der Polfilter-Technik überzeugt uns nur bedingt: Wir können die Tiefenwirkung zwar gut wahrnehmen und bekommen dadurch einen klaren

Eindruck, welche Objekte sich in unserer Nähe respektive in der Ferne befinden, aber es fehlt den Objekten an Plastizität. Sie kennen diesen Effekt aus gefalteten Kinderbüchern mit dreidimensionalem Effekt oder wenn Sie *Paper Mario* auf der Nintendo Wii beziehungsweise dem 3DS gespielt haben. Sie befinden sich zwar in einer dreidimensionalen Spielwelt, jedoch wirken die Objekte zweidimensional.

Weiterhin hatten wir diverse Probleme mit der Tridef-Software: In *Crysis 2* kam es zu verschiedenen Fehlberechnungen der Texturen, die es äußerst unangenehm machen, die betroffenen Bildteile zu betrachten. Darüber hinaus stört unter anderem die Darstellung von Händen und der Waffe. Dies führt zu einem unruhigen Bild und verringert den Spielspaß. Zudem wird die Fps-Rate durch Tridef, wie im Benchmark ersichtlich ist, stark

Bonusmaterial



Heft-DVD: Weiterführende Artikel im PDF-Format und ein Video finden Sie auf dem Datenträger.

www.pcgh.de/go/01-12

Vergleich der Brillentechniken Geforce 3D Vision 1, 3D Vision 2 und Polfilter

3D Vision (Shutter)

Bei der Shutter-Technik werden die Bildinformationen für das jeweilige Auge in schneller Folge nacheinander angezeigt. Damit nur die gewünschten Bildinformationen weitergeleitet werden, blendet die Brille durch Abdunkeln eines Brillenglases, bestehend aus großen Flüssigkristallen, die für das jeweilige Auge unerwünschten Bilder aus. Großer Vorteil dieser Technik ist, dass die volle HD-Auflösung dargestellt werden kann. Allerdings kann es zu Flimmern bei niedrigen Bildwiederholraten kommen und das Bild verliert durch das Tragen der Brille an Helligkeit und Farbsättigung. Darüber hinaus ist die Anschaffung einer Shutterbrille sehr preisintensiv.

3D Vision 2 (Shutter)

Die neue Generation der Shutter-Technik funktioniert im Grunde wie die erste Generation. Verbesserungen fanden vor allem bei den Monitoren statt, welche nun mit der sogenannten Lightboost-Technologie und einer verbesserten Panel-Technik aufwarten. Dadurch soll die Helligkeit steigen und weniger Ghosting auftreten. Die Shutterbrillen der neuen Generation bieten hinsichtlich der Technik lediglich aufgehellte Gläser. Ansonsten sind die Änderungen ergonomischer Art: Die Gläser wurden vergrößert, das Gestell ist nun matt, die Bügel sind flacher und eine Leiste wurde hinzugefügt, um den Lichteinfall zu reduzieren.

Polfilter

Polfilter-Monitore teilen das Display in zwei minimal in der Perspektive verschobene Halbbilder auf. Anschließend sorgen Polfilter auf dem Display für eine unterschiedliche Polarisation der beiden Halbbilder. Durch eine spezielle Brille werden nur die gewünschten Bildinformationen für das jeweilige Auge herausgefiltert. Vorteil dieser Technik sind die einfachen und daher günstigen Brillen, die es auch mit Sehhilfe gibt. Außerdem ist ein Flimmern des Bildes aufgrund der Technik mit den Halbbildern ausgeschlossen. Nachteile bestehen in der halbierten Auflösung sowie den sichtbaren Trennungslinien zwischen beiden Halbbildern.



reduziert. Des Weiteren wird der Bildschirm bei der Polfilter-Technik in zwei Halbbilder geteilt, um einen 3D-Effekt zu erzeugen. Dies hat zur Folge, dass die Auflösung halbiert wird und – besonders bei geringem Abstand zum Bildschirm – die Trennungslinien der Halbbilder wahrgenommen werden. Nichtsdestotrotz ist die Anschaffung eines Polfilter-Monitors mit Polfilter-Brille wesentlich günstiger als ein Set, das auf die 3D-Vision-Technik von Nvidia setzt.

Interne Umrechnung: Acer ist der einzige Monitorhersteller, der darauf verzichtet, dem Polfilter-Monitor eine Software zur Umrechnung des Bildes von 2D in 3D beizulegen. Daher sind wir zunächst verwundert. Anschließend greifen wir notgedrungen auf die monitorinterne Umrechnung von 2D in 3D zurück und starten unseren Praxistest in *Crysis 2*. Wir sind erstaunt: In *Crysis 2* ist die monitorinterne Berechnung mindestens auf dem Niveau von Tridef, indes gab es keinerlei Fehlberechnungen oder störende Effekte. Ein weiterer Test mit *Battlefield 3* folgte und auch in diesem lieferte die interne Berechnung anscheinliche 3D-Bilder.

Bei der 3D-Vision-Technik von Nvidia hingegen gibt es bereits bei der

Schnittstelle eine Besonderheit: Gegenwärtig unterstützt Nvidia nur die Dual-Link-DVI-Schnittstelle, weil die HDMI-Schnittstelle in 1.080p technisch bedingt lediglich 25 Bilder pro Sekunde ermöglicht – nur in 720p erreichen Sie 60 Bilder pro Sekunde. Sollten Sie nicht auf die Vorzüge der HDMI-Schnittstelle verzichten wollen, bietet Samsung eine passende Shutterbrille an, jedoch müssen Sie dann entweder die 25 Bilder pro Sekunde oder die geringere Auflösung in Kauf nehmen.

Zunächst fällt auf, dass der Betrachtungswinkel der 120-Hertz-LCDs vergleichsweise groß ist, sodass die Benutzung eines Monitors durch mehrere Personen denkbar ist. Der 3D-Effekt besteht durch sehr gute Tiefenwirkung und einen hohen Grad an Plastizität. Es fühlt sich für uns im Spiel tatsächlich so an, als seien wir mitten im Geschehen. Die Shutterbrillen rauben dem Display allerdings einen Teil der Helligkeit und auch die Sättigung der Farben verblasst um ein paar Nuancen, was auch durch die neue 3D-Vision-2-Technik nicht komplett kompensiert werden kann. Dafür stimmt, zumindest in *Crysis 2*, die Leistung, die lediglich um 10 Prozent verringert wird – dies mag allerdings auch daran liegen, dass *Crysis 2* ▶

3D-Leistung im Vergleich

Crysis 2 – „Lebender Toter“ – Ultra

BESSER ▶	Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50	
								BEDEUTEND SPIELBAR FLÜSSIG SPIELBAR
2D-Modus								51 (Basis)
Acer G8235H								50 (-1 %)
Benq XL2420T								45 (-12 %)
Viewsonic V30245								45 (-12 %)
Asus VG278H								45 (-12 %)
LG Flatron DM2350D								20 (-61 %)
LG Flatron DM2780D								20 (-61 %)
AOC E2352PHZ								20 (-61 %)
Viewsonic V30231								19 (-62 %)

1.920 x 1.080 kein AA/AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600, Geforce GTX 580; Windows 7 x64, GF 280.26 WHQL. **Bemerkungen:** Während Nvidias Treiber im 3D-optimierten Spiel *Crysis 2* verhältnismäßig wenig Leistung verliert, läuft das Spiel mit Tridef (LG, AOC, Viewsonic) mit bis zu 62 Prozent weniger Fps.



Nvidia bietet unter www.3dvisionlive.com sehr viele 3D-Inhalte wie Bilder, Videos und auch Software an. Die Inhalte können auch per Farbfilterbrille betrachtet werden.

Polfilter-Technik für Split-Gaming auf der Konsole



Philips bietet für alle neuen 3D-Fernseher eine spezielle Split-Gaming-Technik an.

Egal ob Polfilter- oder Shutter-Fernseher: Es werden immer zwei Bilder voneinander getrennt, sodass jedes Auge eine andere Information erhält. Diese Technik kann man auch nutzen, um 2D-Bilder für zwei verschiedene Personen zu trennen. Gerade Konsolenspiele erlauben das gemeinsame Spielen per geteiltem Bildschirm. Dies nutzt Philips bereits für viele Fernsehgeräte und blendet per Brille ein Bild pro Spieler aus. Zudem werden die Halbbilder auf volle Bildschirmgröße skaliert. Sie können also nebeneinander und vor allem gegeneinander spielen, ohne das Bild des Gegners zu sehen.

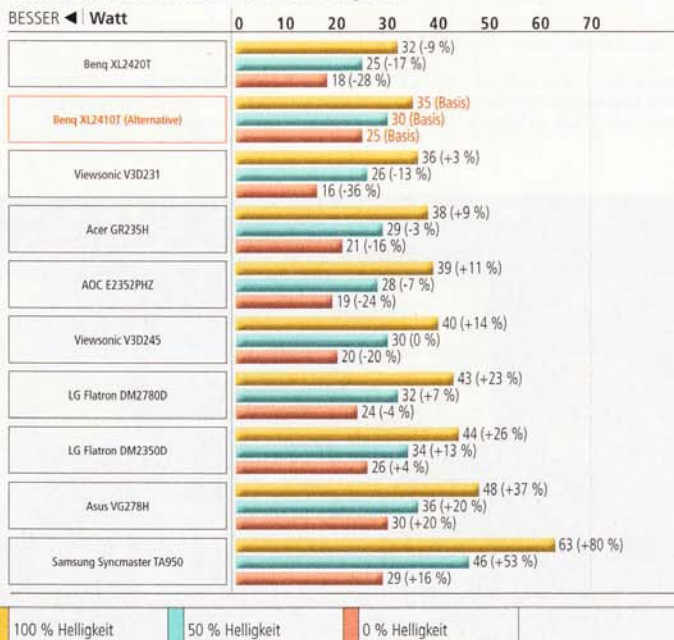
Benq XL2420T: USB-Hub und komfortable Steuereinheit für OSD



Ein USB-Hub am Monitor ist nichts Besonderes, doch Benq bietet zusätzlich eine sehr nützliche Steuereinheit, mit dieser rufen Sie unter anderem verschiedene Profile ab.

Energieaufnahme: LCDs

Stromverbrauch bei unterschiedlicher Helligkeit



System: Watts Up? Pro **Bemerkungen:** Das Benq XL2420T kommt mit nur 32 Watt aus und nimmt damit 9 Prozent weniger elektrische Energie auf als das Vorgängermodell XL2410T. Die 27-Zoll-Displays benötigen mit 43 bis 63 Watt teilweise 80 Prozent mehr Energie als das XL2410T.

für 3D Vision optimiert wurde. Die offizielle Anzahl der 3D Vision unterstützenden Spiele liegt momentan bei über 400 Titeln.

Im direkten Vergleich bekommen Sie mit der 3D-Vision-Technik dank Plastizität den deutlich realistischen 3D-Effekt, dafür bleibt ein Teil der Helligkeit und Farbsättigung auf der Strecke. Zudem ist die Shutter-Lösung subjektiv weniger angenehm als die Polfilter-Technik. Unser Test zeigt aber deutlich, dass die Tridef-Software für Polfilter-Monitore noch nicht ausgereift ist. Fehlberechnungen, Bildstörungen und Leistungshunger trüben das 3D-Bild. Das kann sich natürlich in anderen Spielen – mit der zukünftigen Entwicklung und alternativer Software, wie sie mit IZ3D bereits zur Verfügung steht – abweichend verhalten. Außerdem bieten viele Polfilter-Monitore wie der GR235H von Acer eine interne Umrechnung von 2D in 3D an, die zu keinerlei Verlustleistung führt und in unserem Praxistest (zumindest bei dem GR235H von Acer) ein durchweg beachtliches Bild kreiert. Diese Option deklarieren wir daher zum Geheimtipp, falls Sie für vergleichsweise wenig Geld ein ansehnliches 3D-Bild in Spielen erleben möchten. Sofern Sie bereit sind, dass nötige Geld auszugeben, greifen Sie hingegen zu Monitoren mit 3D-Vision-Technik, die aktuell das beste 3D-Erlebnis in Spielen bieten.

3D: Nvidia 3D Vision 2

Mit der neuen 3D-Generation namens 3D Vision 2 hat sich Nvidia den bekannten Schwächen der ersten Generation gewidmet und die Technik konsequent weiterentwickelt. Die Zielsetzung von Nvidia war die Verbesserung der Bildqualität sowie des Tragekomforts der Brille.

Zunächst sei gesagt, dass 3D Vision in jeder Form auf- und abwärtskompatibel ist. Es ist möglich, die alten Brillen an die neuen Monitore anzuschließen oder die neuen Brillen über den alten Sender mit dem PC zu verbinden. Die wichtigste Neuerung der 120-Hertz-Monitore mit 3D-Vision-2-Unterstützung bildet die Lightboost-Technologie, welche die Lichtprobleme der ersten Generation in den Griff bekommen soll. Durch den abdunkelnden Effekt der Shutterbrillen wirkten die Bilder bei 3D-Vision der ersten Generation vergleichsweise dü-

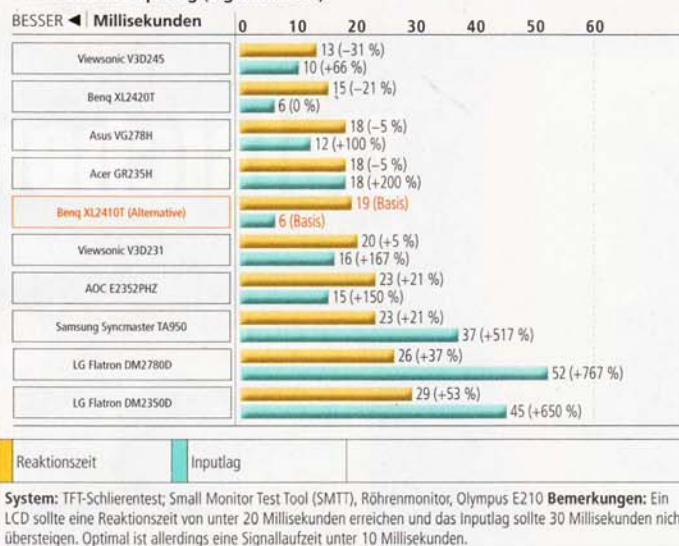
ter. Die Lightboost-Technologie soll Abhilfe schaffen, indem sie die Leuchtkraft der Monitore im 3D-Betrieb stark erhöht – in unserem Praxistest konnten wir tatsächlich eine deutliche Verbesserung feststellen.

Neben der Lightboost-Technologie soll eine weitere Funktion der neuen Monitorgeneration die Helligkeit des Bildes im 3D-Betrieb verbessern. Dazu zunächst eine kleine Erläuterung: Bei der 3D-Vision-Technik werden die Bildinformationen in schneller Folge nacheinander angezeigt. Dabei wird durch abwechselndes Abdunkeln des rechten und linken Brillenglases gewährleistet, dass nur die gewünschten Informationen zum jeweiligen Auge gelangen – diese Funktionsweise wird als „shutter“ (deutsch Verschluss) bezeichnet. Deswegen benötigen Sie ein 120-Hertz-Display, um 60 Fps darstellen zu können. Nur so werden jedem Auge 60 Bilder pro Sekunde gezeigt. Laut Nvidia benötigen Monitore der ersten 3D-Vision-Generation eine kurze Pause, um die 120 Hertz stabil halten zu können. Bei dem 60. Bild werden dafür beide Brillengläser verschlossen – dies nehmen Sie dann als leicht verdunkeltes Bild wahr. Die Displays der neuen Generation kommen ohne diese Pause aus und hellen das Bild dadurch zusätzlich auf. Des Weiteren sollte der Ghosting-Effekt durch eine verbesserte Panel-Technik reduziert werden. In unserem Praxistest nehmen wir diese Verbesserung zwar wahr, allerdings sind nach wie vor Ghosting-Effekte sichtbar.

Die neuen Shutterbrillen besitzen in technischer Hinsicht lediglich hellere Gläser, um dem bekannten Lichtproblem entgegenzuwirken. Die weiteren Neuerungen sind ergonomischer Art: Die Brillengläser haben eine um 20 Prozent vergrößerte Fläche und der gesamte Rahmen der Brille ist matt gehalten, um Spiegelungen entgegenzuwirken. Weiterhin befindet sich am oberen Rahmen der Brille eine Leiste, die an Ihrer Stirn anliegt und damit möglichen Lichteinfall von oben abschwächt. Außerdem sind die Bügel flacher, damit es ohne Weiteres möglich ist, neben der Brille auch ein Headset zu tragen. Das 3D-Vision-2-Wireless-Kit mit der Shutterbrille und dem Sender ist momentan für rund 125 Euro im Handel erhältlich. Das 3D-Visi- ▶

Anzeigeverzögerungen: LCDs

Schaltzeit und Inputlag (Signallaufzeit)



Asus VG278H: Sender für Geforce 3D Vision bereits eingebaut



Asus bietet für den VG278H eine Höhenverstellung an und der bereits eingebaute Sender für die mitgelieferte 3D-Brille erleichtert die Konfiguration des LCDs.

Neue 3D-Notebooks



Nvidias neue 3D-Vision-2-Technik soll es auch in Notebooks von Toshiba und Asus geben. Doch auch alternative Systeme sind im Kommen.

Wie im Desktop-Bereich werden auch für Notebooks unterschiedliche 3D-Techniken angeboten. Während Asus und Dell auf Shutter-Technik setzen, bietet Acer auch Polfilter-Systeme an. Toshiba hat neben 3D-Notebooks mit Geforce-3D-Vision-Unterstützung auch ein brillenloses System im Angebot. Das Qosmio F750-10L arbeitet mit einem Barrierefilter und Eye-Tracking über die Webcam, um für eine Person ein 3D-Bild zu erzeugen.

on-Kit der ersten Generation ist ab rund 105 Euro gelistet.

Test der neuen 3D-LCDs

Dank des aktuellen Booms von 3D-Bildschirmen und Nvidias überarbeiteter Shutter-Technik haben einige Hersteller neue 120-Hertz-Bildschirme auf den Markt gebracht. Wir haben die neuen Displays von Benq, Viewsonic und Asus im Test. Zudem sind zahlreiche neue 3D-Monitore mit Polfilter von Acer, LG, AOC und Viewsonic erhältlich.

Viewsonic V3D245: Guter 120-Hertz-Monitor, mäßige 3D-Wiedergabe.

Viewsonic gehörte 2009 zu den ersten Display-Herstellern, die ein 120-Hertz-LCD für Nvidias Geforce-3D-Vision-Technik angeboten haben. Mit dem V3D245 bringt Viewsonic nun endlich ein neues Display für Spieler, das vor allem durch seine 2D-Darstellung überzeugt: Wir messen im Farbkombinationstest nur 13 Millisekunden, dies ist ein Spitzenwert. Zusammen mit dem praktisch nicht wahrnehmbaren Inputlag von 10 Millisekunden ist das V3D245 sehr gut für schnelle Action-Spiele geeignet. Hinzu kommen eine gute Farbbrillanz sowie ein statisches Kontrastverhältnis von 810:1 und eine ordentliche Leuchtkraft von 243 Candela pro Quadratmeter.

Allerdings fehlt dem LCD eine Höhenverstellung und Interpolation sowie Helligkeitsverteilung sind nur befriedigend. Im 3D-Praxistest konnte das V3D245 nicht begeistern: Viele Dopplungseffekte und ein daraus resultierendes verschwommenes Bild mit blassen Farben vermiesen den Spielspaß. Fazit: Mit dem V3D245 bietet Viewsonic ein wirklich schnell reagierendes Display an, das wir 2D-Spielern empfehlen.

Benq XL2420T: Der Nachfolger des Referenzmodells XL2410T enttäuscht ein wenig.

Zugegeben: Als Benq uns ein Testmuster des XL2420T (Nachfolger des Referenzmodells XL2410T) zugesagt hat, waren unsere Erwartungen sehr hoch und wurden zunächst auch erfüllt: Die Ausstattung des 24-Zöllers XL2420T ist bemerkenswert, denn er ist höhenverstellbar und bietet eine zusätzliche Steuereinheit, mit der Sie einen Schnellzugriff auf verschiedene Einstellungen (Profile) erlangen. Im Farbkombinati-

onstest und mit 120 Hertz kommt das XL2420T auf 15 Millisekunden Reaktionszeit – ein guter bis sehr guter Wert. Bei der Messung des Inputlags kommen wir allerdings auf nur 20 Millisekunden, auch andere Einstellungen im OSD verbessern den Wert nicht. Viele Spieler stört eine Signallaufzeit von 20 Millisekunden nicht. Doch Profispieler nehmen solche Verzögerungen durch den Inputlag wahr. Daher sollte die Signallaufzeit im optimalen Fall unter 10 Millisekunden liegen. Nach Rücksprache mit Benq wurde uns ein zweiter Testmonitor zugesendet, welcher nur 6 Millisekunden Inputlag aufweist.

3D-Modus: Der Monitor bringt die 3D-Vision-2-Technik mit einem scharfen, klaren Bild und recht saten Farben zur Geltung. Besonders in dunklen Umgebungen hat uns der Kontrast überzeugt. Dennoch sind Ghosting-Effekte wahrnehmbar. Fazit: Das XL2420T von Benq bietet eine umfangreiche Ausstattung und gute 3D-Wiedergabe, zudem sind Reaktionszeit und Inputlag sehr gut, nur die schlechte Helligkeitsverteilung stört.

Viewsonic V3D231: Bestes Polfilter-Display im Test.

Das V3D231 von Viewsonic ist ein 23-Zoll-LCD mit 1.920 x 1.080 Bildpunkten. Mit dem PC wird der Monitor per DVI-D oder HDMI verbunden. Zur Darstellung räumlicher Tiefe setzt der Hersteller einen Polfilter und zwei dazugehörige Brillen ein. Das V3D231 zeigte im Praxistest ein ansehnliches Bild: Bis auf leichte Ghosting-Effekte und geringe Schlierenbildung fiel wenig Negatives auf. Stattdessen konnte das V3D231 mit satten Farben überzeugen. Die Bilddarstellung ohne Tiefeneffekt ist ebenfalls gut, eine noch akzeptable Reaktionszeit und Signalverzögerungen von 20 beziehungsweise 16 Millisekunden reichen für den Gelegenheitsspieler. Farbbrillanz und Interpolation sind gut. Zudem bietet das LCD einen tiefen Schwarzwert, was in einem guten statischen Kontrastverhältnis von 915:1 resultiert. Fazit: Das Viewsonic V3D231 ist das beste Polfilter-3D-LCD im Test, aber mit 270 Euro im Vergleich zu den Geräten von AOC und Acer sehr teuer.

AOC E2352PHZ: Nur bedingt für Spieler geeignet.

Das AOC E2352PHZ erreicht nur ein statisches Kontrastverhältnis von 240:1, dies ▶

liegt an einem hohen Schwarzwert von über einem Candela pro Quadratmeter. Die Interpolation der Auflösungen 1.680 x 1.050 und 1.280 x 1.024 auf die native (1.920 x 1.080) ist gut, Text wird scharf und gut lesbar dargestellt. Im Bildschirmenü können Sie nicht (!) einstellen, ob Auflösungen unterhalb der nativen auf Vollbild oder im richtigen Seitenverhältnis dargestellt werden sollen.

Während der Inputlag (Signallaufzeit) mit 15 Millisekunden noch akzeptabel ist, ist die Reaktionszeit mit 23 Millisekunden schon zu lang. Damit ist das LC-Display nur bedingt spieletauglich. Auch etwas hoch sind die Abweichungen von maximal 11 Prozent in der Helligkeitsverteilung des Monitors. Die 3D-Darstellung ist besonders in der Schrift- und Symboldarstellung unscharf. Schlierenbildung sowie Ghosting-Effekte lassen zudem wenig Spaß im 3D-Betrieb aufkommen. Fazit: Das AOC E2352PHZ ist kein besonders herausragendes 3D-LCD, doch rund 215 Euro sind ein fairer Preis.

Acer GR235H: Preiswertester 3D-Monitor im Test. Wie AOC und Viewsonic setzt Acer im GR235H einen Polfilter mit entsprechenden Brillen zur 3D-Darstellung ein. Mit dem Rechner wird das 23-Zoll-Display per HDMI oder D-Sub (VGA) verbunden, DVI-D steht allerdings nicht zur Verfügung. Vorbildlich ist die Reaktionszeit von 18 Millisekunden, leider fällt der Inputlag mit ebenfalls 18 Millisekunden recht lang aus. Gute Arbeit hat Acer bei der Hintergrundbeleuchtung geleistet, denn die Verteilung der Leuchtkraft unterscheidet sich maximal um 9 Prozent. Befriedigend ist die Interpolation von Auflösungen, die kleiner sind als die native des LCDs. Im 3D-Betrieb liefert Acer mit dem GR235H über die monitorinterne Umrechnung ein sehenswertes, klares Bild. Lediglich geringe Schlierenbildung und leichte Ghosting-Effekte lassen sich bemängeln. Fazit: Für das Acer GR235H sprechen die gute 3D-Darstellung und die kurze Reaktionszeit, dagegen das schlechte Kontrastverhältnis und keine Unterstützung für Downsampling.

LG Flatron DM2350D: Kleines Fernsehgerät mit Schwächen. Das LG Flatron DM2350D ist ein kleiner Fernseher mit PC-Anschlüssen, der sich nicht zum Spielen eignet. Reaktionszeit und vor allem Inputlag sind viel zu hoch: Wir messen 29 beziehungsweise 45 Millisekunden und es ist eine deutliche Schlierenbildung erkennbar. Das Ergebnis des DM2350D von LG im 3D-Praxistest ist ebenfalls nicht überzeugend: Die Farben sind recht blass und besonders in dunklen Umgebungen enttäuscht der Kontrast. Zudem kommt es zu deutlich wahrnehmbarer Schlierenbildung sowie Ghosting-Effekten. Die Leistung des TV-Tuners haben wir nicht getestet. Fazit: Das taugt vielleicht als LCD-TV mit 3D-Funktion, PC-Spieler sollten die Finger davon lassen.

Asus VG278H: Sehr gute 2D- sowie 3D-Darstellung. Das Asus VG278H hat eine Auflösung von 1.920 x 1.080 auf 27 Zoll, für einige Spieler könnte die Pixeldichte damit zu gering sein. Wie es sich für ein gutes Gamer-LCD gehört, lässt sich das VG278H in der Höhe verstellen

und bietet neben HDMI und D-Sub auch DVI-D (Dualink). Eine kurze Reaktionszeit von 18 Millisekunden und ein praktisch kaum wahrnehmbarer Inputlag von 12 Millisekunden machen das VG278H zum optimalen Zocker-Display. Hinzu kommen eine sehr hohe Leuchtkraft und eine gute bis sehr gute Farbbrillanz. Mit einer maximalen Abweichung von 15 Prozent ist die Hintergrundbeleuchtung leicht unregelmäßig. Im 3D-Betrieb überzeugt das VG278H von Asus mit einem hellen und scharfen Bild. Der gute Kontrast sorgt für satte Farben und glänzt auch in dunklen Umgebungen ohne überzubelichten. Schlierenbildung ist kaum wahrnehmbar, aber Ghosting-Effekte sind vorhanden. Dennoch: So haben wir uns Nvidia 3D Vision 2 vorgestellt. Fazit: Das Asus VG278H bietet das beste 3D-Bild, das wir bisher in der Redaktion gesehen haben. Auch die 2D-Leistung ist gut bis sehr gut.

Samsung Syncmaster TA950: Stylisher Fernseher mit Shutter-Technik. Das Samsung Syncmaster TA950

LC-DISPLAYS Auszug aus Testtabelle mit 40 Wertungskriterien		23/24 Zoll – Referenzmodell	23/24 Zoll	23/24 Zoll	23/24 Zoll	23/24 Zoll
Produkt		XL2410T	V3D245	XL2420T	V3D231	E2352PHZ
Hersteller		Benq (www.benq.de)	Viewsonic	Benq	Viewsonic	AOC
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis		Ca. € 330,-/befriedigend	Ca. € 400,-/befriedigend	Ca. € 370,-/befriedigend	Ca. € 270,-/befriedigend	Ca. € 215,-/gut
Ausstattung (20 %)		1,75	1,98	1,57	1,93	1,93
Diagonale/Anschlüsse		59 cm (23,6 Zoll)/DVI-D (DL), HDMI (HDCP), D-Sub	59 cm (23,6 Zoll)/DVI-D (DL), HDMI (HDCP), D-Sub	61 cm (24 Zoll)/DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, HDMI (HDCP)	58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, HDMI (HDCP), D-Sub
Max. Auflösung/Pixelabstand		1.920 x 1.080/0,2715 mm	1.920 x 1.080/0,2715 mm	1.920 x 1.080/0,276 mm	1.920 x 1.080/0,265 mm	1.920 x 1.080/0,265 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung		TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil		2 ms/extern	2 ms/extern	2 ms/ intern	2 ms/extern	5 ms/extern
Gewicht/Maße		6,4 kg/35 x 57 x 18 cm	4,37 kg/57 x 44 x 24 cm	6,1 kg/52 x 57 x 15 cm	3,58 kg/ 55 x 39 x 19 cm	4,22 kg/55 x 40 x 19 cm
Drehbar/neigbar/höhenverst.		90 Grad/25 Grad/130 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm	45 Grad/25 Grad/230 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm
TCO/Garantie		5,0/3 Jahre	-/3 Jahre	-/2 Jahre	-/3 Jahre	-/3 Jahre
Sonstiges		Lautsprecher, 120-Hertz-Technik	Lautsprecher, 120-Hertz-Technik	USB-Hub, 120-Hertz-Technik	Lautsprecher, Polfilter	Lautsprecher, Polfilter
Eigenschaften (20 %)		2,38	2,40	2,37	2,42	2,64
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal		160/160 Grad	160/160 Grad	160/160 Grad	155/155 Grad	160/155 Grad
Downsampling (50 %/100 %)		2.880 x 1.620/3.840 x 2.160	2.880 x 1.620/nicht möglich*	2.880 x 1.620/nicht möglich*	2.880 x 1.620/nicht möglich*	2.880 x 1.620/nicht möglich*
Kontrastverhältnis (statisch)		1.150:1	810:1	750:1	915:1	240:1
Leistungsaufnahme**/Stand-by		35/<1 Watt	40/<1 Watt	32/<1 Watt	36/<1 Watt	39/<1 Watt
Leistung (60 %)		1,87	1,83	1,99	2,12	2,20
Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung		19 ms/gering/sichtbar	13 ms/sehr gering/gering	15 ms/gering/gering	20 ms/sichtbar/gering	23 ms/sichtbar/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag		Ja/6 ms	Ja/10 ms	Ja/6 ms	Ja/16 ms	Bedingt/15 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)		83, 156, 230 cd/m²	46, 132, 243 cd/m²	72, 134, 235 cd/m²	57, 159, 274 cd/m²	43, 100, 188 cd/m²
Interpolation***		Vollbild, 4:3/gut	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/gut	Vollbild, 4:3/gut	Vollbild/gut
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)		Max. 10 %	Max. 15 %	Max. 20 %	Max. 13 %	Max. 11 %
Farbbrillanz/Farbtiefe		Gut	Gut	Gut	Gut	Gut
FAZIT		- Reaktionszeit - Inputlag - Höhenverstellbar	- Reaktionszeit 120-Hertz-Technik - Helligkeitsverteilung	- Reaktionszeit - Höhenverstellbar - Helligkeitsverteilung	- Interpolation - Farbbrillanz - Einblickswinkel	- Interpolation - Preis - Hoher Schwarzwert
		Wertung: 1,94	Wertung: 1,97	Wertung: 1,98	Wertung: 2,14	Wertung: 2,23

* Von Treiberversion abhängig ** Helligkeit auf 100 Prozent *** 1.280 x 1.024/1.680 x 1.050

arbeitet mit eigener Shutter-Technik und unterstützt 3D Vision 2 von Nvidia nicht. Dennoch wird das LCD im Geforce-Treiber als 3D-Wiedergabegerät erkannt und kann Spiele in 3D mit 60 Hertz und maximal 1.280 x 720 Bildpunkten ausgeben. Während wir für ein LCD-TV eine gute Reaktionszeit von 23 Millisekunden messen, ist der Inputlag mit 37 Millisekunden praktisch spürbar. Damit ist das 27-Zoll-LCD-TV nur bedingt zum Spielen geeignet. Hinzu kommt, dass das Display leicht spiegelt und ein niedriges statisches Kontrastverhältnis hat. Insgesamt ist die Interpolationsleistung befriedigend, besonders ist aber, dass die Skalierung sich automatisch dem Seitenverhältnis anpasst. Fazit: Das Syncmaster TA950 eignet sich als Fernseher oder Wiedergabegerät für Konsolen, für PC-Spieler gibt es bessere Alternativen.

LG Flatron DM2780D: Preiswerter 27-Zöller mit 3D-Technik. Auch der dritte LCD-TV im Testfeld ist nicht unbedingt für PC-Spieler geeignet. Das Gegenteil ist der

Fall: Das LC-Display schliert und hat eine deutlich fühlbare Signallaufverzögerung. Zudem messen wir einen zu hohen Schwarzwert, was das statische Kontrastverhältnis einschränkt. Die Interpolationsleistung ist nur befriedigend und die Helligkeitsverteilung ist ungleichmäßig. Gut hingegen sind Farbbrillanz und Leistungsaufnahme. Fazit: Das Flatron DM2780D ist sehr preiswert, eignet sich aber nicht für PC-Spieler. (ma/fas)

Fazit



Neue 120-Hz- und 3D-LCDs

Die neuen 120-Hertz-LCDs von Viewsonic und Asus hinterlassen einen sehr guten Eindruck. In Sachen 3D-Darstellung gibt es allerdings große Qualitätsunterschiede selbst zwischen den 120-Hertz-Geräten. Während das Asus VG278H alle anderen 3D-LCDs hinter sich lässt, bieten die Polfilter-Geräte Acer GR235H und Viewsonic V3D231 ein besseres 3D-Bild als das 120-Hertz-Display des Viewsonic V3D245. Die Shutter-Technik ist also nicht immer besser als das Polfilter-System.

Meinung aus der Redaktion

Qualität der 3D-Bilder

Dieser Vergleichstest zeigt mir sehr eindrucksvoll, wie toll ein Spiel mit räumlicher Ansicht doch sein kann, und gleichzeitig wundert mich nicht mehr, dass einige Anwender 3D ziemlich unsinnig finden. Der Grund ist einfach: 3D ist nicht gleich 3D. Das Asus VG278H beweist zusammen mit Nvidias Geforce 3D Vision 2 eindrucksvoll, wie imposant eine 3D-Darstellung von geeigneten Spielen wie *Crysis 2* sein kann. Schau ich mir das Spiel hingegen auf dem Viewsonic V3D245 oder LG Flatron DM2350D an, habe ich sofort keine Lust mehr auf 3D.



Natürlich liegen zwischen der Wiedergabequalität des VG278H und des DM2350D noch viele Zwischenstufen und auch das Polfilter-Display des Viewsonic V3D231 bietet ein gutes 3D-Bild. Doch wirklich plastisch und nicht wie in einem Pop-up-Buch wirken Spiele eben nur bei den Monitoren mit Shutter-Technik. Wer also wirklich 3D-Wiedergabe braucht, dem empfehle ich das Nvidia-Produkt Geforce 3D Vision 2 und das Asus VG278H (27 Zoll) oder das Benq XL2420T (24 Zoll).

»Auf dem richtigen Display kann 3D sehr beeindruckend sein.«

Marco Albert, Fachbereich Monitore

LC-DISPLAYS Auszug aus Testtabelle mit 40 Wertungskriterien		23/24 Zoll	23/24 Zoll	27 Zoll	27 Zoll	27 Zoll
Produkt		GR235H	Flatron DM2350D	VG278H	Syncmaster TA950	Flatron DM2780D
Hersteller		Acer	LG	Asus	Samsung	LG
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis		Ca. € 200,-/gut	Ca. € 300,-/befriedigend	Ca. € 600,-/befriedigend	Ca. € 590,-/befriedigend	Ca. € 390,-/befriedigend
Ausstattung (20 %)		2,22	2,31	1,88	2,10	2,26
Diagonale/Anschlüsse		58,4 cm (23 Zoll)/HDMI (HDCP), VGA	58,4 cm (23 Zoll)/HDMI (HDCP), D-Sub, Scart, Component, USB	68,6 cm (27 Zoll)/DVI-D (DL), HDMI (HDCP), D-Sub	68,6 cm (27 Zoll)/HDMI (HDCP), Scart, Component, Composite Video	68,6 cm (27 Zoll)/HDMI (HDCP), D-Sub, Scart, Component, USB
Max. Auflösung/Pixelabstand		1.920 x 1.080/0,265 mm	1.920 x 1.080/0,265 mm	1.920 x 1.080/0,311 mm	1.920 x 1.080/0,311 mm	1.920 x 1.080/0,311 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung		TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED	TN (Twisted Nematic)/LED
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil		2 ms/extern	5 ms/extern	2 ms/ intern	3 ms/extern	5 ms/extern
Gewicht/Maße		4,1 kg/55 x 41 x 19 cm	3,86 kg/55 x 42 x 18 cm	8 kg/ 64 x 46x 22 cm	6,2 kg/62 x 47 x 19 cm	6 kg/64 x 48 x 22 cm
Drehbar/neigbar/höhenverst.		0 Grad/20 Grad/0 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm	0 Grad/20 Grad/120 mm	0 Grad/0 Grad/0 mm	0 Grad/20 Grad/0 mm
TCO/Garantie		-/3 Jahre	-/2 Jahre	-/3 Jahre	-/2 Jahre	-/2 Jahre
Sonstiges		Lautsprecher, Polfilter	HDTV-Tuner, Lautsprecher, Polfilter	Lautsprecher, 120-Hertz-Technik	HDTV-Tuner, Lautsprecher, Polfilter	HDTV-Tuner, Lautsprecher, Polfilter
Eigenschaften (20 %)		2,64	2,67	2,34	2,82	2,67
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal		160/160 Grad	160/160 Grad	160/160 Grad	155/145 Grad	160/160 Grad
Downsampling (50 %/100 %)		Nicht möglich/nicht möglich	2.880 x 1.620/nicht möglich*	2880 x 1620/nicht möglich*	2.880 x 1.620/nicht möglich*	2.880 x 1.620/nicht möglich*
Kontrastverhältnis (statisch)		250:1	250:1	1080:1	250:1	250:1
Leistungsaufnahme**/Stand-by		38/<1 Watt	44/<1 Watt	46/<1 Watt	63/<1 Watt	43/<1 Watt
Leistung (60 %)		2,28	3,09	1,88	2,78	2,97
Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung		18 ms/sichtbar/sichtbar	29 ms/stark/gering	18 ms/gering/keine	23 ms/sichtbar/gering	26 ms/stark/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag		Ja/18 ms	Nein/45 ms	Ja/12 ms	Bedingt/37 ms	Nein/52 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)		55, 118, 177 cd/m²	75, 141, 270 cd/m²	131, 287, 442 cd/m²	16, 114, 207 cd/m²	79, 152, 252 cd/m²
Interpolation***		Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)		Max. 9 %	Max. 13 %	Max. 15 %	Max. 16 %	Max. 18 %
Farbbrillanz/Farbechtheit		Gut	Befriedigend	Gut bis sehr gut	Gut	Gut
FAZIT		- Reaktionszeit - Preis - Hoher Schwarzwert	- Korona-Bildung - Hoher Schwarzwert - Nicht spieletauglich	- Reaktionszeit 120-Hertz-Technik - Interpolation	- Ausstattung - Leicht spiegelnd - Inputlag	- Preis - Hoher Schwarzwert - Nicht spieletauglich
		Wertung: 2,34	Wertung: 2,85	Wertung: 1,97	Wertung: 2,65	Wertung: 2,77

Spiele & Software

Spiele, Software, Tools, Windows, Freeware, Praxistipps

www.pcgameshardware.de/spiele



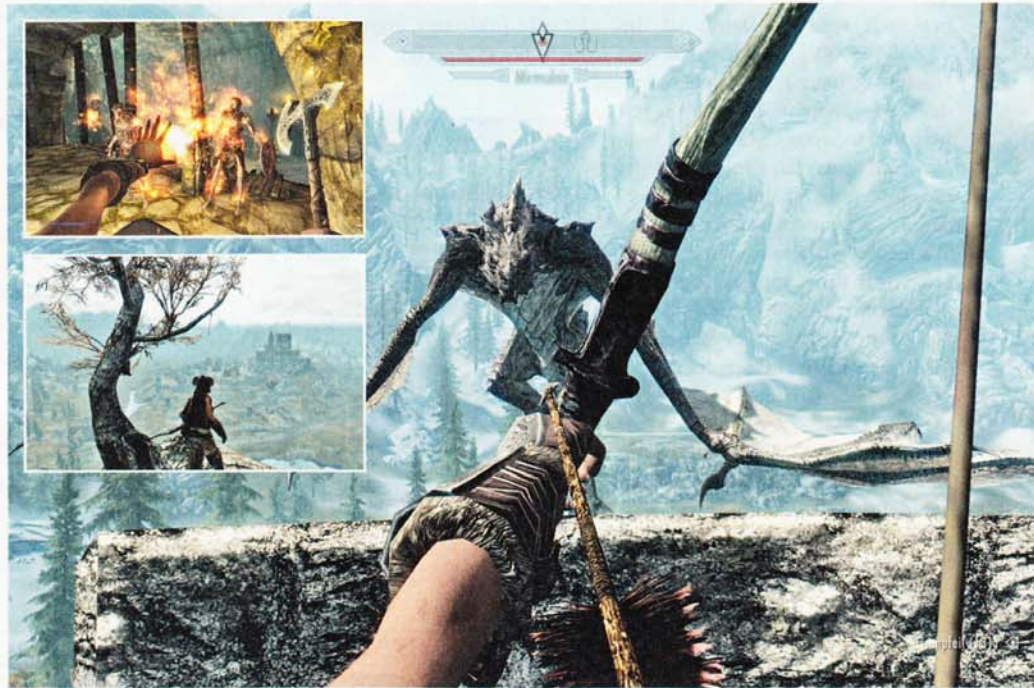
Frank Stöwer
Fachbereich Spiele
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Der Verkaufsstart von Battlefield 3 – erlebt der PC hier eine Renaissance als Spieleplattform?

Dass der PC bei *Battlefield 3* dank seines Technik-Vorteils die im Vergleich zur Konsole imposantere Optik sowie den besseren Mehrspieler-Part liefert, war für mich bei der Veröffentlichung des Titel bereits ein alter Hut. Trotzdem hat mich die Häufigkeit, mit der mich Kollegen, Freunde sowie sonst eher zur Konsole tendierende Zocker um Rat baten, überrascht. Gefragt wurde vor allem, mit welcher Hardware man denn den altersschwachen PC aufrüsten solle, um *Battlefield 3* flüssig und möglichst mit allen Details zu spielen, da nur hier das optimale Spielvergnügen garantiert sei. Das zeigt, das Vorhaben von Entwickler DICE, den PC als Lead Plattform für *Battlefield 3* zu etablieren, ist voll gelungen. Erlebt die Spieleplattform hier sogar so etwas wie eine Wiederauferstehung?

In Zeiten, in denen bevorzugt Cross-Platform-Produkte entwickelt werden, sind PC-Spieler über jeden Titel dankbar, der die technischen Möglichkeiten der Plattform nutzt, um sich vor allem grafisch von der Konsolenfassung abzuheben. Kommen dann wie im Falle von *Battlefield 3* auch noch spielerische Vorteile hinzu, ist das besonders erfreulich. Dieses Beispiel, das zeigt, dass der PC noch lange nicht zum alten Eisen gehört, sollte Schule machen!



The Elder Scrolls 5: Skyrim

Der fünfte Teil der Elder-Scrolls-Reihe übertrifft nicht nur die Erwartungen aller Rollenspieler, mit Skyrim erreicht die Serie auch ihren Höhepunkt.

Als „echter“ *The Elder Scrolls*-Titel lässt auch *Skyrim* Ihnen die völlige spielerische Freiheit. Es gibt keine festen Levelgrenzen und Sie können in der Welt von Himmelsrand, einem Fantasy-Sandkasten voll mit hübsch inszenierten Aufgaben und fantastischer Atmosphäre, Ihre eigenen Wege gehen. Sie entscheiden, ob Sie lieber dem roten Faden der Hauptquest folgen oder sich den zahlreichen, originellen Nebenaufgaben widmen. Auch die Charakterentwicklung ist offen gestaltet und bietet viele spielerische Möglichkeiten, Nebenbeschäftigungen wie Gilden, Bürgerkrieg und Schatzsuche sind ebenfalls reichlich vorhanden. Wer bei *Skyrim* alles sehen und meistern will, kann schon mal locker 150 bis 200 Spielstunden einplanen.

Dabei beeindruckt die glaubwürdige Spielwelt mit atemberaubenden Landschaften und flüssigen Tag-und-Nacht-Wechseln. Der Grafikstil ist schön und fällt erwachsen aus. Von manch matschiger Textur abgesehen bietet die PC-Fassung im Vergleich mit dem Konsolen-Pendant eine höhere Weitsicht, die detailliertere Darstellung von Schatten und Zaubereffekten sowie eine

realistischere Beleuchtung. Ebenfalls positiv auf den Spielfluss wirken sich auch die kurzen Ladezeiten am PC aus. Einen Haken hat die PC-Fassung dennoch: Wer *Skyrim* mit Maus und Tastatur spielt, muss einige Steuerungsmängel ertragen und wird sich über die „konsoligen“ Menüs, wie etwa ein umständliches Listeninventar mit Bedienungsdefiziten, ärgern. Dafür sind die Drachen brillant umgesetzt und sehen toll aus, das Design der vielen Dungeons ist gut, die Kämpfe fallen actionreich aus und vermitteln ein echtes „Mittendrin-Gefühl“. Weiteres Lob gibt es für die fabelhafte akustische Untermalung. Kritik muss *Skyrim* dagegen für die zu unpersönliche, spannungsarme Hauptquest und die zu wenigen moralischen Entscheidungen einstecken. (fs)

The Elder Scrolls 5: Skyrim

FAZIT: Der riesige Umfang, die Atmosphäre, die totale Freiheit, die gelungene grafische Umsetzung und die tolle Inszenierung der Drachen, das alles macht *Skyrim* zum besten *The Elder Scrolls*-Titel. So viel Motivation und Unterhaltung findet man nur selten im Genre. Ein klarer Kauf Tipp!

Genre: Rollenspiel | Web: <http://www.elderscrolls.com/>
Technik: Creation-Engine mit exzellentem Stil, sehr schöne Lichtstimmung PCGH-Hardware-Empfehlung: Ph. II X4 980 BE/Core i5-2500K, GTX 460/HD 5770, 4 GiB RAM.

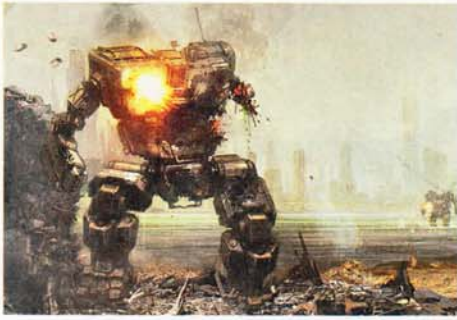
WERTUNG

1,40

Verkaufs-CHARTS*

Platz	Titel	Hersteller
1.	Call of Duty: Modern Warfare 3	Activision
2.	TES 5: Skyrim (Exklusiv Saturn)	Bethesda
3.	Battlefield 3 (Limited Edition)	Ubisoft
4.	The Elder Scrolls 5: Skyrim	Bethesda
5.	Anno 2070 Limited Edition	Ubisoft
6.	Football Manager 12	Electronic Arts
7.	Die Sims 3: Einfach tierisch	Electronic Arts
8.	Die Sims 3	Electronic Arts
9.	FIFA 12	Electronic Arts
10.	Might & Magic: Heroes 6	Ubisoft

* Quelle: Saturn Top 20 vom 19.11.2011



Mechwarrior Online

Das neue Mechwarrior-Spiel erscheint als kostenloser Free-to-Play-Online-Titel nicht nur exklusiv für den PC, es nutzt auch Cryteks Cryengine 3.

Inhaltlich hält sich *Mechwarrior Online* streng an die Vorgaben des *Battletech*-Universums. Das Spiel steckt Sie in das Cockpit tonnen-schwerer und stark bewaffneter Kampfläufer, wo Sie via Internet menschliche Kontrahenten mit Laserstrahlen und Raketen beharken. Dabei sorgt ein Klassensystem für taktische Tiefe. Um die Mech-Schlachten mit einer ansprechenden Optik zu inszenieren, nutzt Entwickler Piranha Games Cryteks Cryengine 3, die sich vor allem durch ihre sehr realistische Beleuchtungsdarstellung sowie ihre DX11-Unterstützung auszeichnet und ihr Können bereits in *Crysis 2* eindrucksvoll demonstrierte.

Da *Mechwarrior Online* als reiner Free-to-Play-Titel veröffentlicht werden soll, entstehen generell keine Kosten. Trotzdem sollen Spieler, wie die Macher uns versichern, die Möglichkeit haben, ihrem Mech durch die Investition echten Geldes bessere Upgrades und Waffen zu verpassen. Auf die Spielbalance soll sich dieses Aufrüsten jedoch nicht auswirken, da auch Spieler ohne dickes Portemonnaie mit genügend Zeit alle Ausrüstungsgegenstände erspielen können. Ob das fertige Spiel dieses Versprechen wirklich hält, wird sich bei der geplanten Veröffentlichung 2012 zeigen.

(fs)

Spieleneuheiten

Das Weihnachtsgeschäft ist in vollem Gange und viele Publisher präsentierten im November ihre Blockbuster für das Jahr 2011. So wundert es nicht, dass diesen Monat fünf hochkarätige sowie sechs Spiele mit Vier-Sterne-Wertung in der Tabelle zu finden sind. Das neue *Herr der Ringe*-Spiel bleibt jedoch hinter den Erwartungen zurück und *Stronghold 3* enttäuscht. (fs)

Wertung	Titel	Hersteller	Erscheinungstermin
*****	The Elder Scrolls 5: Skyrim (Spiel des Monats)	Bethesda Softworks	11. November 2011
*****	Anno 2070	Ubisoft	17. November 2011
*****	Call of Duty: Modern Warfare 3	Activision	8. November 2011
*****	Battlefield 3	Electronic Arts	28. Oktober 2011
*****	Batman: Arkham City (PC)	Warner Bros. Interactive	25. November 2011
*****	Assassin's Creed: Revelations	Ubisoft	1. Dezember 2011
*****	L.A. Noire: The Complete Edition (PC)	Rockstar Games	11. November 2011
*****	Saints Row: The Third	THQ	15. November 2011
*****	Need for Speed: The Run	Electronic Arts	17. November 2011
*****	Renegade Ops	Sega	27. Oktober 2011
*****	Sonic Generations	Sega	25. November 2011
****	Der Herr der Ringe: Der Krieg im Norden	Warner Bros. Interactive	9. November 2011
****	Grotesque Tactics 2: Dungeons & Donuts	Headup Games	17. November 2011
***	Stronghold 3	THQ	25. Oktober 2011

Star Wars: The Old Republic

Welche Hardware-Anforderungen stellt das neue *Star Wars-Online*-Rollenspiel? Die Antwort liefert unser Technik-Check mit der geschlossenen Beta.

Obwohl die aktuelle Version von *Star Wars: The Old Republic* lediglich Beta-Status besitzt und die Performance bei der ab dem 20. Dezember erhältlichen Verkaufsversion durchaus noch höher ausfallen kann, läuft das epische Online-Rollenspiel bereits in der aktuellen Beta-Fassung sehr flott: Mit unserem Core i5-750 und einer GeForce GTX 580 lag die durchschnittliche Fps-Rate bei mehr als 100 Fps. Diese Messwerte mit unserem sehr leistungsstarken Rechner lassen darauf schließen, dass Sie auch mit schwächeren PCs zumindest die 40-Fps-Marke stemmen können. Da die vier Kerne des Core i5-750 während des Spielens meistens nur zu 40 Prozent ausgelastet sind, dürfte tatsächlich – wie auch in den minimalen Hardware-Anforderun-

gen vom Hersteller empfohlen – ein Zweikern-Prozessor für spielbare Ergebnisse reichen. Wie wir weiterhin bei unserer ersten Optik-Analyse feststellten, sieht *The Old Republic* bereits in mittlerer Detailstufe ganz ordentlich aus. Im Gegenzug funktioniert die Kantenglättung in der Beta noch nicht, der Schalter dafür ist im Grafikmenü aktuell noch ausgegraut. (fs)



* Als Download-Version

Gewinnspiel

PC Games Hardware und Kaspersky verlosen zusammen 10x das Sicherheitspaket Internet Security 2012 im Gesamtwert von rund 400 Euro. Im Test der Ausgabe 12/2011 wurde die Software als Top-Produkt ausgezeichnet. Sie können an dem Gewinnspiel teilnehmen, indem Sie uns eine E-Mail mit dem Betreff Kaspersky schicken und die Antwort auf folgende Frage angeben: Welche Endnote erreichte Kaspersky Internet Security 2012 in PCGH 12/2011?

gewinnspiel@pcgameshardware.de

Teilnahmeschluss ist der 03.01.2012. 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.



Der Einfluss von Hardware-Komponenten auf die Ladezeiten von Spielen

Geht's auch fixer?

SSD statt HDD, mehr Arbeitsspeicher, hohe CPU-Taktraten oder viele Prozessorkerne: Was beschleunigt den Start eines Spiels wirklich? Das haben wir für Sie mit zehn populären Titeln überprüft.

Lange Ladezeiten sind etwas, was wohl jeden PC-Spieler neben einer schlechten Performance am meisten nervt. Egal ob die Wiederaufnahme des Spiels nach dem virtuellen Ableben in schwierigen Abschnitten zu lange dauert oder sich der Spielbeginn durch das ewige Laden eines Speicherstands übermäßig hinauszögert – das Spielvergnügen wird durch beides massiv getrübt. Von der manuellen Deaktivierung bestimmter Intro-Videos zum Spielstart abgesehen, gibt es auch kaum probate Mittel, um diesen Misstand zu beheben.

Mit der Einführung von SSDs, die mit Flashspeicher bestückt sind und Daten vier- bis fünfmal schneller lesen und schreiben als ihre mechanischen Pendanten, hat sich die Lage – wie wir unter anderem in diesem Artikel feststellen – deutlich verbessert. Trotzdem bleibt die Frage, ob die gute alte HDD wirklich der

limitierende Faktor ist, wenn es um die Ladezeiten von Spielen geht? Sorgen nicht auch der Takt sowie die Kernzahl eines Prozessors dafür, dass I/O-Prozesse schneller durchgeführt werden respektive das Datenstreaming komplett auf einem CPU-Kern ausgeführt werden kann? Und was ist mit dem Arbeitsspeicher? Gilt hier wirklich die Faustregel „Je mehr RAM, desto kürzer die Wartezeit“? Um diese Frage zu beantworten, analysieren wir den Einfluss verschiedener Hardware-Konfigurationen auf die Ladevorgänge mit zehn aktuellen Spielen.

Das Test-Verfahren

Um bei unseren Messungen sowohl die Grafikkarte als auch den Prozessor als limitierenden Faktor auszuschließen, kommen eine GeForce GTX 580 sowie ein Phenom II X6 1090T auf einem Mainboard mit AMD-890-Chipsatz zum Einsatz –

beide Komponenten verfügen über ausreichend Leistung für aktuelle Spiele in der höchstmöglichen Detailstufe inklusive Kantenglättung und Full-HD-Auflösung. Um die Auswirkungen von Prozessortakt und Kernzahl auf die Ladezeiten zu messen, setzen wir einerseits den Takt des X6 1090T von 3,2 GHz auf 2,0 GHz herab. Andererseits schalten wir vier der sechs CPU-Kerne ab. Um zu überprüfen, ob Speicher- und -takt den Ladevorgang beeinflussen, testen wir mit zwei und vier Gigabyte DDR3-1600-Hauptspeicher und verringern außerdem den RAM-Takt von bei Spielern derzeit beliebten 800 MHz auf 533 MHz (DDR3-1066). Zusätzlich installieren wir nicht nur das Betriebssystem (Windows 7 64 Bit) – im Benutzerordner werden in der Regel Profile und Speicherstände der Spiele angelegt –, sondern auch die zehn Testtitel auf einer 256 Gigabyte großen SSD von Samsung.

Das garantiert, dass die Lese- und Schreibvorgänge mit maximaler Geschwindigkeit ausgeführt werden und der Datenträger nicht bremst.

In einem letzten Schritt tauschen wir die SSD gegen eine Samsung-Magnetfestplatte mit 500 Gigabyte Kapazität, auf die wir die gesamten Daten der SSD klonen. Per Stoppuhr messen wir dann die Zeit, die benötigt wird, um einen Spielstand zu laden und vergleichen diese mit der Länge des Ladevorgangs von der SSD (siehe Tabelle auf übernächster Seite). Dabei starten wir bei allen Benchmarks den Rechner vor dem zweiten Ladedurchlauf neu und bilden einen Durchschnittswert, wobei wir auf die volle Sekundenzahl auf beziehungsweise abrunden.

Der Prozessor: Überraschend einflussreich

Das erste sehr interessante Ergebnis unseres Vergleichsbenchmarks



ist die Beobachtung, dass die Zeit, die benötigt wird, um einen Spielstand bei allen zehn getesteten Titeln zu laden, von der Megahertz-Leistung des Prozessors abhängt. Mit Ausnahme von *Battlefield 3* und *Deus Ex: Human Revolution*, bei denen die Ladezeit beim Heruntertakten des X6 1090T auf 2,0 GHz gerade einmal um sechs respektive acht Prozent zunimmt, verlängert sich die Zeit bis zum Spielstart von 30 Prozent bei *Duke Nukem: Forever* über 42 Prozent bei *GTA IV* bis zu 50 Prozent (*Anno 1404*, *Crysis 2*). Bei *Shogun 2: Total War* sind es sogar 55 Prozent.

Im Gegenzug macht sich das Abschalten von vier der sechs Rechenzentralen des X6 1090T bei der Länge des Ladevorgangs weniger oder wie im Fall von *Battlefield 3*, *Deus Ex: Human Revolution*, *Dragon Age 2* und *Duke Nukem: Forever* sogar gar nicht bemerkbar. Lediglich bei *Die Sims 3* und *GTA IV* verlängert sich das Warten auf den Start des Spiels mit 23 Prozent beziehungsweise 21 Prozent deutlich. Bei *Anno 1404*, *Crysis 2*, *Shogun 2: Total War* und *Starcraft 2* fallen die Messwerte dagegen mit drei bis 13 Prozent wesentlich geringer aus.

PC-Spieler, die mit dem Gedanken spielen, durch ein Aufrüsten des Prozessors die Ladezeiten zu verbessern, sollten also auf jeden Fall ein Modell wählen, das – wie beispielsweise der Phenom II X6 1100 BE oder Core i7-2600K – mit einem sehr hohen Takt rechnet und sich zusätzlich noch sehr gut übertakten lässt; 4 GHz sind bei beiden CPUs mit entsprechender Kühlung auf jeden Fall möglich. Ein Wechsel von einem Zwei- auf einen Vier- oder Sechskerner wirkt sich dagegen auf die Länge des Ladevorgangs kaum aus. Ein weiterer Tipp: Aktivieren Sie im BIOS Ihres Mainboards unbedingt die Turbo-Core-(AMD)/Turbo-Boost-Funktion (Intel), da hier der Prozessortakt bei Mehrkern-CPU's dynamisch erhöht wird, wenn mehrere Kerne nicht genutzt werden.

Speichermenge und -takt: Kaum Ladetuning möglich

Wie unsere Benchmarks rechts demonstrieren, ist die Größe des Arbeitsspeichers ein weiterer Faktor, der sich auf die Wartezeit bis zum Start Ihres Lieblingstitels auswirkt. Allerdings variieren die Messwerte hier beim Wechsel von vier GiBy-

te auf zwei GiByte stark und sind längst nicht so hoch wie bei der Reduzierung der Prozessorleistung. Einzige *Starcraft 2* fällt hier mit 30 Prozent Ladezeitverlängerung aus dem Rahmen, alle anderen Werte liegen zwischen kaum wahrnehmbaren 2/6 Prozent bei *Die Sims 3*/*Battlefield 3* und 13/16 Prozent bei *Dragon Age 2*/*GTA IV*. Wer trotz aktuell sehr günstiger Speicherpreise noch mit zwei GiByte RAM spielt, kann durch das Aufrüsten auf die doppelte Speichermenge bei einigen Titeln dafür sorgen, dass er weniger lange auf den Ladebildschirm starren muss. Generell empfehlen wir, den PC gleich mit acht GiByte RAM (2x 4-GiByte-Kit) zu bestücken. Das garantiert stabile und minimale Ladezeiten, auch wenn neben dem eigentlichen Spiel noch viele zusätzliche Tasks geöffnet sind.

Noch weniger Einfluss auf das Ladeverhalten bei Spielen hat der Speichertakt. Lediglich *Starcraft 2*, *Crysis 2* sowie *GTA IV* quittieren das Heruntertakten des RAM von 800 MHz (DDR3-1600) auf 533 MHz (DDR3-1066) mit einer um 4, 5 respektive 11 Prozent längeren Wartezeit. Die restlichen Spiele zeigten sich von dieser Maßnahme unbeeindruckt.

Ladeturbo SSD

Trotz des von uns nachgewiesenen starken Einflusses des Prozessortakts auf die Ladezeiten ist das wohl probateste Mittel, diese zu minimieren, der Wechsel von einer HDD auf eine SSD, das geht aus unserer Vergleichsmessung (siehe Tabelle auf der nächsten Seite) ganz klar hervor. Während bei *Anno 1404* und *Shogun 2: Total War* – beide Spiele profitieren in puncto Ladevorgang schon enorm von einer hohen Prozessorleistung – der Unterschied bei den Ladezeiten von HDD und SSD mit 5 Prozent beziehungsweise 13 Prozent eher gering ist, werden Spielstände bei *Battlefield 3*, *Duke Nukem: Forever*, *GTA IV* und *Starcraft 2* von der SSD wesentlich flotter geladen als vom mechanischen Pendant. Im Falle von *Starcraft 2* und *Battlefield 3* ist die SSD sogar (fast) dreimal so schnell wie die HDD. Auf der SSD installiert starten *Duke Nukem: Forever* sowie *GTA IV* schon nach 10 statt nach 21 Sekunden (Unterschied: 110 Prozent) respektive 19 statt 45 Sekunden (Unterschied: 137 Prozent), das ist immer noch mehr als doppelt so zügig als bei der Installation auf unserer

Ladezeiten: Einfluss von CPU-Leistung und RAM

Anno 1404, Endlosspiel: PCGH-Benchmark „Große Stadt“

BESSER ◀ Sekunden	0	60	120	180
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				117 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600				117 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066				117 (0 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				120 (+3 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				176 (+50 %)

Battlefield 3, Spielstand: Operation Swordbreaker

BESSER ◀ Sekunden	0	6	12	18
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				17 (Basis)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				17 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066				17 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600				18 (+6 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				18 (+6 %)

Crysis 2 (Patch 1.9 + DX11 + hochauflösende Texturen), Spielstand: Treue oder Tod

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30	40
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					22 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					23 (+5 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					24 (+9 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					24 (+9 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					33 (+50 %)

Deus Ex: Human Revolution, Spielstand: Detroit – Straßen

BESSER ◀ Sekunden	0	4	8	12	16
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					13 (Basis)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					13 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					13 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					14 (+8 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					14 (+8 %)

Die Sims 3, Ladevorgang: Große Familie

BESSER ◀ Sekunden	0	30	60	90	120
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					91 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					91 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					93 (+2 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					112 (+23 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					123 (+35 %)

Dragon Age 2, Spielstand: PCGH-Benchmark „Kirkwall“

BESSER ◀ Sekunden	0	3	6	9	12
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					8 (Basis)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					8 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					8 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					9 (+13 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					12 (+50 %)

Duke Nukem Forever, Spielstand: Duke lebt

BESSER ◀ Sekunden	0	4	8	12	16
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					10 (Basis)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					10 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					10 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					11 (+10 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					13 (+30 %)

GTA IV, Spielstand: The Cousins Bellic

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				19 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066				21 (+11 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600				22 (+16 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				23 (+21 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				27 (+42 %)

Shogun 2: Total War, Ladevorgang: Historische Schlacht Okehazama

BESSER ◀ Sekunden	0	30	60	90
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				55 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066				55 (0 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600				58 (+5 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				60 (+9 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600				85 (+55 %)

Starcraft 2, Spielstand: Mission Sondermeldung

BESSER ◀ Sekunden	0	10	20	30	40
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					23 (Basis)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1066					24 (+4 %)
X6 1090T (2x 3,2 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					26 (+13 %)
X6 1090T (6x 3,2 GHz), 2 GiByte DDR3-1600					30 (+30 %)
X6 1090T (6x 2,0 GHz), 4 GiByte DDR3-1600					35 (+52 %)

Sekunden

System: AMD 890GX, Samsung 470 Series SSD 256 GByte/Samsung HD502HJ 500 GByte, GeForce GTX580, Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Die Verringerung des Prozessortakts sorgt für eine Verlängerung der Ladezeiten um bis zu 55 Prozent. Die Anzahl der Prozessorkerne sowie die Speichermenge beeinflussen den Ladevorgang ebenfalls.



Vergleich SSD mit HDD: Die Ladezeiten von 10 Spielen im Überblick

Spiel	Test-Szenario	Ladezeit HDD*	Ladezeit SSD*	Unterschied
 Anno 1404	Endlosspiel: PCGH-Benchmark „Große Stadt“	123	117	5 %
 Battlefield 3	Spielstand: Operation Swordbreaker	49	17	188 %
 Crysis 2 (Patch 1.9 + DX11 + hochauflösende Texturen)	Spielstand: Treue oder Tod	35	22	59 %
 Deus Ex: Human Revolution	Spielstand: Detroit – Straßen	17	13	31 %
 Die Sims 3	Ladevorgang: Große Familie	133	91	46 %
 Dragon Age 2	Spielstand: PCGH-Benchmark „Kirkwall“	12	8	50 %
 Duke Nukem Forever	Spielstand: Duke lebt	21	10	110 %
 GTA IV	Spielstand: The Cousins Bellic	45	19	137 %
 Shogun 2: Total War	Ladevorgang: Historische Schlacht Okehazama	62	55	13 %
 Starcraft 2	Spielstand: Mission Sondermeldung	69	23	200 %

* in Sekunden

500-GiByte-Festplatte von Samsung mit 7.200 U/min. Selbst die Reduzierung der Ladezeit um 59 Prozent bei *Crysis 2* sowie 50 Prozent bei *Dragon Age 2* ist noch ein triftiger Grund, die alte mechanische Festplatte in Rente zu schicken und auf das Flash-basierte Speichermedium umzusteigen. Wichtig dabei ist, dass Sie sowohl das Betriebssystem als auch Ihr(e) Lieblingsspiel(e) auf der SSD installieren. Von Steam-Titeln abgesehen, werden mittlerweile Speicherstände und Profile zum größten Teil im Benutzerordner abgelegt. In unserem Fall belegten Windows 7 64 Bit sowie die zehn installierten Titel rund 133 Gigabyte; eine SSD mit 120 Gigabyte sollte jedoch im Normalfall ausreichen, zumal diese bereits für 130 bis 140 Euro zu haben ist. (fs)

Fazit

Hardware

Spiele schneller starten

Anders als angenommen, beeinflusst die MHz-Leistung der CPU die Länge des Ladevorgangs wesentlich stärker als die Kernzahl, die Speichermenge oder der RAM-Takt. Das wirkungsvollste Mittel, den Spielstart zu beschleunigen, ist jedoch die SSD. Ungeduldige Spieler müssen sich allerdings auf einen hohen Euro-Preis pro Gigabyte einstellen.

Warum wirkt sich die Taktfrequenz des Prozessors so massiv auf die Ladezeiten aus?



Burkhard Ratheiser, Related Designs

PCGH: Was ist der technische Hintergrund dafür, dass sich die Ladezeit in *Anno 1404* bei geringem Prozessortakt signifikant erhöht? Gibt es eine Erklärung dafür, die auch für Spiele allgemein gilt?

Burkhard Ratheiser: Die Ladezeiten hängen allgemein von zwei Faktoren ab: erstens von der Zugriffs- und Lesegeschwindigkeit der Speichermedien und zweitens

von der Prozessorleistung zum Verarbeiten der geladenen Daten. Letzteres ist bei *Anno* für die Dauer der Ladezeit hauptsächlich relevant. Um die Festplattensuchzugriffe möglichst gering zu halten, verwenden die meisten Spiele sogenannte Archivdateien. Sie bestehen in der Regel aus einem Header mit Informationen zu den enthaltenen Dateiblöcken (Position, Länge und eventuell noch zusätzliche Infos). Der Vorteil solcher Archivdateien besteht in der Reduktion der relativ langsamen Datei-Suchzugriffe. Dateizugriffe bestehen dann größtenteils nur noch aus der Suche in einer Tabelle („Map“), um die Position und Länge innerhalb der Archivdatei zu finden. Diese Suche ist jedoch abhängig von der Prozessorgeschwindigkeit. Nach dem Laden des Datenblocks müssen die Daten vom Prozessor weiterverarbeitet werden. Im einfachsten Fall werden diese in den Speicher kopiert (z. B. Texturen und Geometrie),

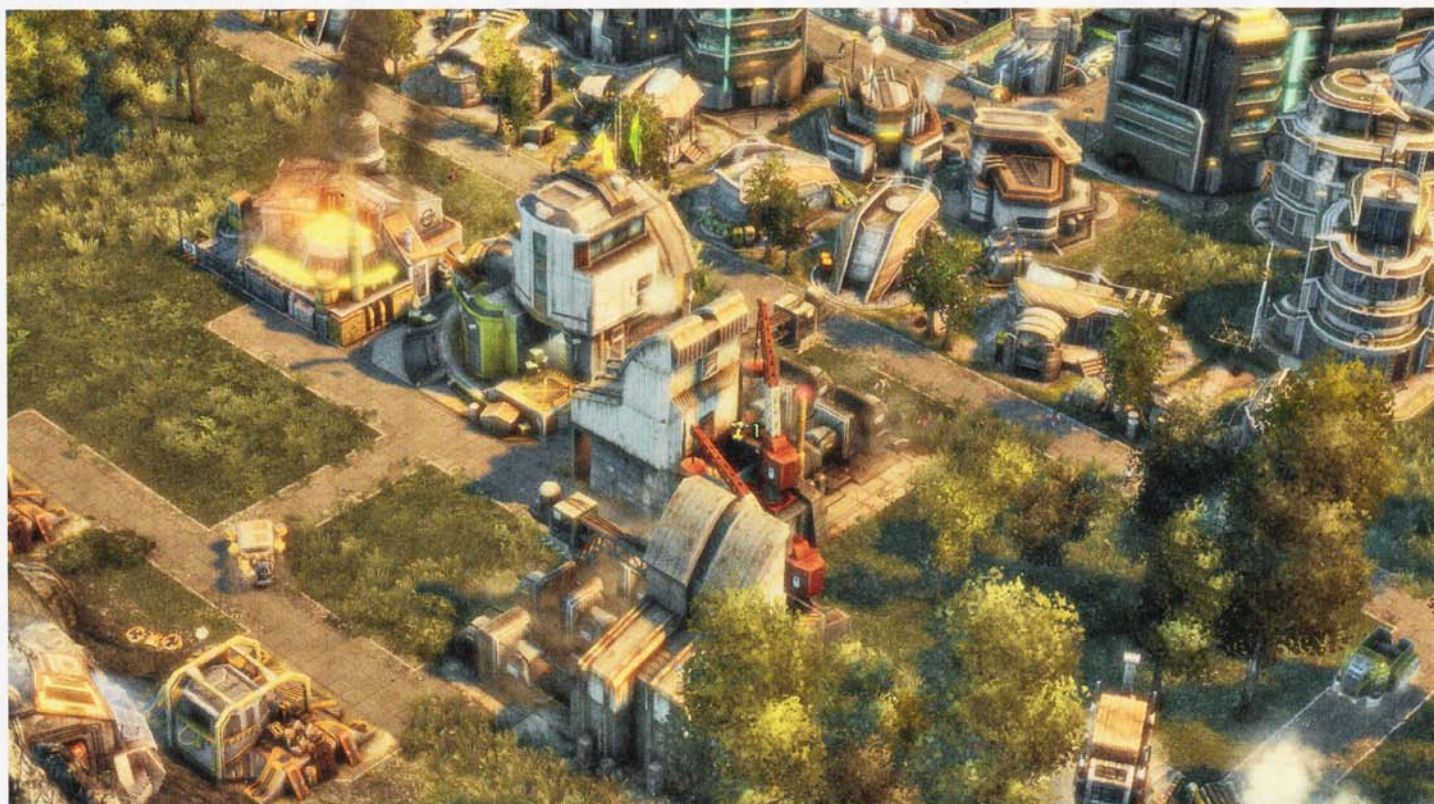
gepackte Dateien dekomprimiert, XML Dateien verarbeitet, mehr oder weniger komplexe Datenstrukturen aufgebaut oder komplizierte Berechnungen durchgeführt (z. B. Erstellung von Geländedaten samt Navigationsdaten).

PCGH: Werden die Ladezeiten bei *Anno 2070* im Vergleich zu *Anno 1404* deutlich geringer ausfallen? Wenn ja, wie habt ihr das Ganze technisch gelöst?

Burkhard Ratheiser: Wir haben bei *Anno 2070* die Ladezeiten gegenüber *Anno 1404* deutlich optimiert. Dies erreichten wir durch mehrere Maßnahmen: Als Erstes implementierten wir einen sogenannten „Preprocess“ in die Engine, bei dem die Shader sowie die GUI-Elemente vorkompiliert werden. Dieser Prozess wird beim erstmaligen Start von *Anno 2070* ausgeführt und sorgt dafür, dass diese Elemente in eine binäre, opti-

mierte Struktur überführt werden, was die nachfolgenden Ladezeiten erheblich beschleunigt. Weiterhin bauten wir ein asynchrones Thread-Loading in unsere Basistechnik ein, welches schon innerhalb des Hauptmenüs im Hintergrund alle Grafikdaten (Konfigurationsdateien, Animationen, Texturen und Objekte in den kleinsten Detailstufen) lädt.

Eine weitere Optimierung besteht darin, alle grafischen Daten in der geringsten LOD-Stufe nicht mehr freizugeben. Somit müssen sie beim Wechsel zwischen Spielabschnitten nicht erneut geladen werden und verringern zudem noch die Fragmentierung des Speichers. Zusätzlich implementierten wir im Detail etliche weitere Optimierungen. So werden beispielsweise nicht mehr die einzelnen Gräser serialisiert (geladen, bzw. gespeichert) sondern prozedural generiert, die Speicherstände um ein Zigfaches verkleinert sowie vieles mehr.



Der neueste Anno-Teil bei uns auf dem Leistungsprüfstand

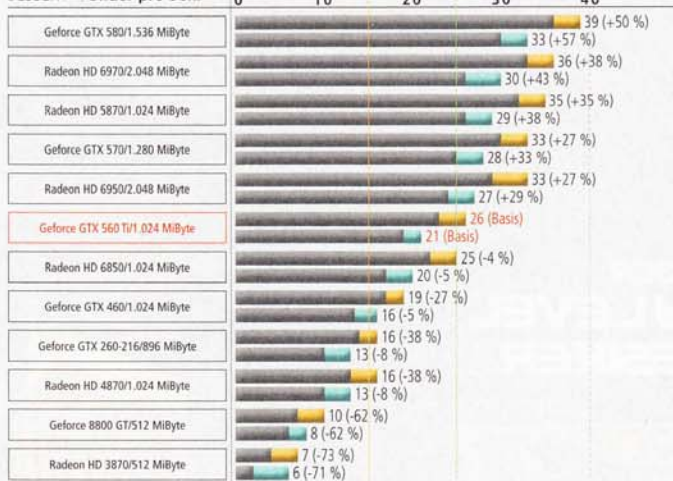
Schöner, aber fordernd

Rund 50 Prozent der Engine des Vorgängers hat Related Designs für Anno 2070 neu entwickelt. Der neue Deferred Renderer bietet viel fürs Auge, verlangt aber nach einer leistungsstarken Grafikkarte.

Anno 2070: Anforderungen an die GPU gestiegen

Anno 2070 PC Review, PCGH-Benchmark „Atombombe“, maximale Detailstufe

BESSER ► Bilder pro Sek.



Minimum-Fps 1.680 x 1.050, Kanten-glättung: aus, 16:1 AF 1.920 x 1.080, Kanten-glättung: an/16:1 AF

System: Phenom II X6 1090T, AMD 890GX, 4 GiByte DDR3-1333; Win 7 x64 SP1; GF 285.38 Beta (HQ), Cat. 11.11(HQ) **Bemerkungen:** Für die Full-HD-Auflösung (1.920 x 1.080) mit AA ist erst die GTX 570/HD 6950 ausreichend leistungsstark. Bei verringerter Auflösung (1.680 x 1.050) und ohne AA reicht die GTX 560 Ti/HD 6850.

Mit der Umstellung des Grafikmotors vom traditionellen Forward- auf das Deferred-Rending-Verfahren, bei dem die Grafik-Programmierer Zugriff auf den G-Buffer der aktuellen Grafikkartengeneration haben, bietet Anno 2070 visuelle Schmankerl, die bei den Vorgängerteilen noch nicht zu bestaunen waren. Dazu gehören eine sehr hohe Zahl dynamischer Lichter, Regen, der die Dächer herunterläuft und Pfützen bildet, das physikalisch simulierte Wasser sowie neue Posteffekte wie das Morphological Antialiasing, Ambient Occlusion und die jetzt noch realistischer wirkende Tiefenunschärfe in der ebenfalls wieder vorhandenen Postkarten-Ansicht.

Die Kehrseite der Medaille: Hing die Performance bei vorherigen Annos in erster Linie von der Leistung des Prozessors ab, ist bei Anno 2070 jetzt die Grafikkarte deutlich

mehr gefordert. Aufbau-Strategen benötigen also nicht mehr nur eine CPU mit vielen Kernen und hoher Rechenleistung, sondern auch einen potenten 3D-Beschleuniger.

Vier Kerne sind genug

In guter alter Tradition skaliert auch das neue Anno 2070 sehr gut mit Mehrkernprozessoren. Wie unsere Messungen zeigen, schafft es die überarbeitete und nochmals für Multithreading optimierte Technik im Hintergrund aber nur, vier Kerne voll auszulasten. Der Leistungsvorteil bei zwei zusätzlich verfügbaren CPU-Rechenzentralen ist mit gerade einmal drei Prozent (1 Fps) sehr gering. Im Gegenzug reicht ein Zweikerner nur dann, wenn ihm eine sehr leistungsstarke Grafikkarte – wir testen mit der Geforce GTX 580 – zur Seite steht.

Zusätzlich beeinflusst auch der Prozessortakt die Gesamtleistung



Anno 2070: Tuning-Tipps*

Schalter und Einstellung	Tuningpotenzial	Gewinn in Frames
Auflösung: 1.280 x 7.20 statt 1.680 x 1.050	61 Prozent	11 (18 auf 29 Fps)
Qualität des Wassers: „Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Qualität der Effekte: „Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Qualität der Texturen: „Niedrig“ statt „Hoch“	Kein Leistungsgewinn	0
Beleuchtungsqualität: „Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Kantenglättung: „Aus“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Wolken: „Aus“	Kein Leistungsgewinn	0
Feste Sonnenposition: „Aus“ statt „An“	Kein Leistungsgewinn	0
Qualität des Geländes: „Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Qualität der Objekte: „Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)
Qualität der Schatten: „Aus“/„Niedrig“ statt „Hoch“	11/6 Prozent	2/1 (18 auf 20/19 Fps)
Posteffekte: „Niedrig“ statt „Sehr hoch“	94 Prozent	17 (18 auf 35 Fps)
Wuselfaktor: „Aus“/„Niedrig“ statt „Hoch“	6 Prozent	1 (18 auf 19 Fps)

* System: Phenom II X4 940 BE (3,0 GHz), GeForce GTX 460/1G, 4 GiByte RAM, Windows 7 x64 SP1

deutlich. Als wir den Takt unseres Phenom II X6 1090T von 3,2 Gigahertz auf 2,0 Gigahertz, also um gut ein Drittel reduzierten, fiel auch die Bildrate um 32 Prozent von 41 auf 31 Fps. Der ideale Prozessor für Anno 2070 verfügt über mindestens vier Leistungszentralen und rechnet mit mindestens 3,0 Gigahertz Takt. Wir empfehlen den Phenom II X6 1090T respektive AMDs neuen FX-6100 (Bulldozer) oder den Core-i7 2500(K).

Viel Grafikleistung gefragt

Die wohl größte Überraschung bei unserer Performance-Analyse lieferten die Ergebnisse der Grafikkarten-Benchmarks. Gab bei Anno 1701 und 1404 der Prozessor bei der Performance noch den Ton an, hat sich das mit dem Deferred Renderer von Anno 2070 und den damit möglichen neuen Optik-Tricks messbar verändert. Da die Fps-Rate in den ersten Spielabschnitten und beim Heranzoomen an die mit viel Liebe zum Detail kreierte Spielwelt noch recht hoch ausfällt, wählen wir für unseren Benchmark bewusst ein „Worst Case“-Szenario. Wir testen eine fordernde Szene mit einer sehr weit ausgebauten Stadt (ca. 80.000 Einwohner) und der niedrigsten Zoomstufe. Für zusätzliche Last sorgt der Einschlag einer Atombombe sowie die damit verbundene Zerstörung.

Wie links unten zu sehen ist, schaffen lediglich die GeForce GTX 580/570 sowie Radeon HD 6970 6950 den Stresstest in 1.920 x 1.080 inklusive Kantenglättung mit einer Bildrate oberhalb der Spielbarkeitsgrenze von 25 Fps. Verringert man dagegen die Auflösung auf 1.680 x 1.050 und verzichtet auf die per Post-Processing dargestellte Kantenglättung, erzielt man schon mit der GTX 560 Ti oder HD 6850 eine

Fps-Rate von 25 Fps oder mehr. Ab einer GTX 460 müssen Sie gezielt Details abschalten (siehe Tuning-Tipps), mit den Veteranen 8800 GT und HD 3870 ist Anno 2070 selbst in Kombination mit einem flotten Vierkern in der minimalen Detailstufe nicht spielbar. Für ruckelfreien Aufbau-Spaß in 1.680 x 1.080 inklusive der kaum Leistung kostenenden Post-Process-Kantenglättung empfehlen wir die schon für günstige 130 Euro erhältliche HD 6850. Wer die maximale Bildqualität bei Full-HD-Auflösung bevorzugt, benötigt mindestens eine GTX 570 oder HD 6950.

Schön schnell geladen

Jeder Anno-Spieler hat sich bestimmt schon einmal über die unerträglich langen Ladezeiten in den ersten beiden Teilen aufgeregt. Mit Anno 2070 dagegen sind diese Aufreger Geschichte, denn hier haben die Macher mithilfe des sogenannten „asynchronen Thread Loading“, das Daten schon innerhalb des Hauptmenüs lädt, massiv nachgebessert. Das Ergebnis: Auf der SSD/HDD installiert, ist unser Benchmark-Spielstand in nur 19/18 Sekunden geladen.

Details gezielt abschalten

Sollte Ihr PC den mittlerweile doch recht knackigen Hardware-Anforderungen von Anno 2070 nicht gewachsen sein, hilft es – neben einer niedrigeren Auflösung –, die Qualität der Posteffekte zu minimieren. Vor allem der Überstrahleffekt ist nicht jedermanns Sache, allerdings fordert dieser Ihre Grafikkarte deutlich weniger als das Ambient Occlusion. Das Spielen ohne Schatten und mit einer simplen Wasserdarstellung empfehlen wir nur bei Härtefällen. Die schlechte Optik rechtfertigt das geringe Leistungsplus nur selten. (fs)

Tuning: So verbessern Sie die Gesamtleistung

Posteffekte: Niedrig



Posteffekte: Hoch



Per Deferred Rendering dargestellte Posteffekte, vor allem Ambient Occlusion, kosten viel Leistung. Schalten Sie diese ab, steigt die Bildrate um fast 100 Prozent.

Kantenglättung: Aus



Kantenglättung: An



Das in Anno 2070 zum Einsatz kommende Morphological Antialiasing glättet Kanten sichtbar und fordert kaum. Schalten Sie AA ab, steigt die Bildrate nur um 6 Prozent.

Qualität der Schatten: Niedrig



Qualität der Schatten: Hoch



Der Wechsel von Soft-Shadows auf Pendants mit harten Kanten bringt ein Leistungsplus von bis zu 6 Prozent. Deaktivieren Sie die Schatten, leidet die Optik zu stark.

Qualität des Wassers: Niedrig



Qualität des Wassers: Hoch



Der Verzicht auf eine Wasserdarstellung mit Gisch, Spiegelungen, Lichtbrechungen und Physik ist dank des Fps-Plus von 6 Prozent nur bei Härtefällen empfehlenswert.

Anno 2070: Vier Kerne und hoher CPU-Takt Pflicht

Anno 2070 PC Review, PCGH-Benchmark „Atombombe“, maximale Detailstufe

BESSER ► Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40
Sechskern (6x 3,2 GHz)					41 (+32 %)
Vier Kern (4x 3,2 GHz)					40 (+29 %)
Sechskern (6x 2,0 GHz)					31 (Basis)
Zweikern (2x 3,2 GHz)					25 (-19 %)
Ein Kern (1x 3,2 GHz)					17 (-45 %)

Minimum-Fps 1.280 x 720, Kantenglättung/AF: aus

System: Phenom II X6 1090T, AMD 890GX, 2 x 2 GiByte DDR3-1600, GeForce GTX 580; Win 7 x64 SP1; GF 285.38 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Ein Sechskernprozessor bringt kaum einen Leistungsgewinn. Die ideale CPU für Anno 2070 rechnet mit vier Kernen sowie hohem Takt. Ein Zweikern ist dagegen nur bedingt schnell genug.



PCGH-
Skyrim-Tuner
auf DVD

The Elder Scrolls V: Grafikkarten- und CPU-Benchmarks

TES V: Skyrim

Der neueste Teil der Elder-Scrolls-Reihe bietet viel Tuning-Potenzial und fordert vor allem die CPU. PC Games Hardware zeigt Ihnen, welche Hardware Sie benötigen und wie Sie die Optik verbessern.

Mit dem fünften Ableger entführt Sie *The Elder Scrolls* in die Provinz Skyrim, zu Deutsch Himmelsrand. Diese liegt im hohen Norden des Kontinents Tamriel und ist die Heimat der Nord-Rasse. Die Provinz besteht aus frostigen Bergen, kahlen Tundren, weitläufigen herbstlichen Wäldern, lauschigen Bächen, verschneiten Einöden, Unmengen an Dungeons und einer großen Anzahl an kleinen Dörfern sowie mehreren Städten mit unterschiedlicher Architektur.

Die Technik hinter der glaubhaften Rollenspielwelt ist die sogenannte Creation-Engine, die ihre große Ähnlichkeit zum Gamebryo-Basisgerüst der Vorgänger *Oblivion* und *Morrowind* nicht verbergen kann – jedoch hat Entwickler Bethesda viele Änderungen vorgenommen. Wenngleich uns Bethesdas Vizepräsident Pete Hines noch auf der Gamescom 2011 versicherte, dass

Skyrim die aktuelle DX11-Schnittstelle nutzt, bietet das Epos Cross-Platform-typisch nur einen DX9-Pfad. Dies erlaubt allerdings viele Tuning-Möglichkeiten hinsichtlich der Kantenglättung.

Das externe Menü

Zu Beginn müssen Sie *Skyrim* über Valves Steam aktivieren und an einen Account binden. Das externe Grafikmenü ist klar an *Fallout 3* angelehnt und bietet sehr viele Optionen, um das Spiel auf die eigene Hardware abzustimmen – allerdings nur vor dem eigentlichen Spielstart: Das Menü offeriert neben Auflösungen, anisotroper Filterung und Multisampling-Kantenglättung vier Voreinstellungen für die Details. In den erweiterten Optionen verstecken sich Nvidias FXAA, eine Shader-basierte Glättung und weitere Regler beispielsweise für das Wasser, die Texturen sowie die Distanzdarstellung.

MSAA und Transparenz-AA

Hohe Details sehen kaum schlechter aus als sehr hohe, die Leistung steigt jedoch drastisch – dennoch ist wie gehabt MSAA und AF aktiv. Auf FXAA (ohne Mod) sollten Sie verzichten: Dieses glättet zwar auch die Vegetation sowie hochfrequente Texturinhalt (also Pixeltapeten, die zum Flimmern neigen), zeichnet aber das komplette Bild weich.

Nutzen Sie daher bei Mittelklasse-Grafikkarten 4x MSAA und aktivieren Sie zusätzlich im Treiber die Transparenzkanthglättung. Besitzer sehr schneller Pixelbeschleuniger sollten stattdessen auf Supersampling-Antialiasing setzen (bei AMD per Treiber, bei Nvidia

per NV Inspector – siehe Bonusmaterial). Verzichteten Sie nur bei schwachen Grafikkarten auf 16:1 AF, da diese die Qualität der Außenlevels sichtbar verbessert.

Grafikkarte kaum gefordert

Selbst mit sehr hohen Details inklusive 8x MSAA und 16:1 AF schultern die älteren Modelle Geforce GTX 260-216 oder Radeon HD 4870/1G im Mittel über 30 Fps; mit nur 512 MiByte allerdings verkommt das Rollenspiel zu einer Dia-Show! Bereits 150-Euro-Karten wie eine Geforce GTX 560 oder Radeon HD 6850 erlauben flüssiges Supersampling-Spielvergnügen.

Schneller Doppelkern ahoi!

Als Testszene nutzen wir zwei Fußmärsche nahe Weißlauf, der ersten großen Stadt in *Skyrim*, respektive Flusswald, dem ersten Dorf. Im späteren Spielverlauf treten durchaus Quests auf, die aufgrund eines ho-

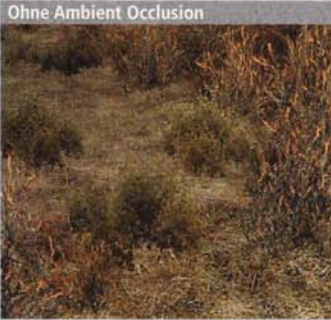
Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12



TES V Skyrim: Optikverbesserungen per Ini-Tuning, Grafikkarten-Treiber und Mods

Ohne Ambient Occlusion



Mit Ambient Occlusion



Besitzen Sie eine GeForce-Karte, besteht die Möglichkeit, per Nvidia Inspector Ambient Occlusion zu aktivieren. Diese sorgt durchweg für ein realistischeres Gesamtbild.

uGridsToLoad=5



uGridsToLoad=9



Erhöhen Sie per Ini-Datei oder PCGH-Skyrim-Tuner die Anzahl der sichtbaren „Grids“, so stellt das Spiel in der Entfernung zulasten von CPU und RAM mehr Details dar.

Ohne Baum- und Landschaften



Mit Baum- und Landschaften



Per Ini-Datei oder PCGH-Skyrim-Tuner aktivieren Sie Baum- und Landschaften, wodurch diese Objekte Schattenwürfe auf sich selbst erhalten – eine wichtige Option.

Ohne Inject-FXAA-Mod



Mit Inject-FXAA-Mod



Erste Mods wie Inject FXAA verändern die Optik von Skyrim: In diesem Fall erhält das Bild mehr Kontrast, Sättigung sowie einen Schärfefilter – das ist Geschmackssache.

hen KI-Aufkommens ein Drittel weniger Fps produzieren, für flüssige Bildraten müssen Sie schwächere CPUs durch eine Detailreduktion entlasten. Dies gilt jedoch nur für Außenlevels nahe oder in Städten – in Dungeons und oft auch in freier Wildbahn liegen die Fps-Raten deutlich höher.

Mehr als zwei Kerne steigern die Leistung weder mess- noch spürbar. Im Gegenzug profitiert das Spiel von viel Cache und hoher Leistung pro Takt – was aktuelle Intel-CPU wie einen Core i5-2500K favorisiert. Dieser erreicht im Mittel rund 45 Bilder pro Sekunde, der FX-4100 kommt auf 30 Fps, der Phenom II X4 980 BE liegt dazwischen.

PCGH-Skyrim-Tuner (DVD)

Wie schon *Oblivion* erlaubt auch *Skyrim* eine Modifikation per Ini-Datei. Diese hört auf den Namen „SkyrimPrefs.ini“ und liegt in „Eigene Dokumente\My Games\Skyrim“. Die subtilen, realistischen Baum- und Landschaften erhalten Sie durch „bTreesReceiveShadows=1“ und „bDrawLandShadows=0“. Höher aufgelöste und weichere Schatten bietet „iShadowMapResolution=8192“ samt „iBlurDeferredShadowMask=1“. Wichtig für flüssige Bildraten und einen verringerten

Maus-Lag sind „iPresentInterval=0“ und „bMouseAcceleration=0“, dies deaktiviert die vertikale Synchronisation und die Mausbeschleunigung. Alle wichtigen Optionen und mehr bietet der PCGH-Skyrim-Tuner, mit dem Sie alle Einstellungen bequem vor dem Spielstart einstellen können.

uGridsToLoad und Mods

Mit einer höheren Anzahl an Grids stellt *Skyrim* deutlich mehr Details in der Distanz dar, dies kostet aber viel Speicher und die CPU muss schwer schuften. Standard sind fünf Grids, sieben sind eine Verbesserung und neun nur bedingt empfehlenswert, da sich mit dem Update Ende November die Ausführungsdatei nur per Mod verändern lässt und somit eigentlich maximal zwei GiByte RAM adressieren kann. Der Patch 1.2 erschien nach der Heftabgabe und behebt diese Problematik möglicherweise.

Im Bonusmaterial finden Sie alle relevanten Ini-Tuning-Tipps und Links zu den wichtigsten Mods. Eine davon ist das „Inject FXAA“, welches das optische Erscheinungsbild durch Kontrast, Sättigungs- sowie Schärfenanpassungen sichtlich verändert – wie üblich ist dies Geschmackssache. (ms)

CPUs: Sandy Bridge empfehlenswert

TES 5 - Skyrim: PCGH-Benchmark „Weißblau“ – max. Details, kein FXAA

BESSER ► Bilder pro Sekunde	0	10	20	30	40	50
Core i7-2600K (4x 3,40 GHz / 8 MiB L3 / SMT)						47,9
Core i5-2500K (4x 3,30 GHz / 6 MiB L3)						45,4
Core 2 Duo E8400 @ 3,6 GHz (2x 3,60 GHz / 6 MiB L2)						40,6
Phen. II X4 980 BE (4x 3,70 GHz / 6 MiB L3)						36,0
Core i5-760 (4x 2,80 GHz / 8 MiB L3)						35,7
Core i7-930 (4x 2,80 GHz / 8 MiB L3 / SMT)						35,4
Core 2 Quad Q9550 (4x 2,83 GHz / 12 MiB L2)						33,1
Phen. II X4 955 BE (4x 3,20 GHz / 6 MiB L3)						32,5
Phen. II X2 555 BE (2x 3,20 GHz / 6 MiB L3)						32,5
Phen. II X6 1090T (6x 3,20 GHz / 6 MiB L3)						32,3
Bulldozer FX-8150 (8x 3,60 GHz / 8 MiB L3)						30,2
Athlon II X4 645 (4x 3,10 GHz / kein L3)						27,5

Minimum-Fps 1.920 x 1.080, kein AA/AF

System: GeForce GTX 580, Intel P45/P55/P67/X58/AMD 990FX, 2/3 x 2 GiByte DDR3/DDR2; Win7 x64 SP1; GeForce 285.79 (Q); SMT an, Turbo aus. **Bemerkungen:** Intels SNB-Vierkerner sind ideal, ein i3 aber bricht ein (nicht im Diagramm). Bei älteren Chips oder dem Bulldozer FX lautet die Devise „viel Takt hilft viel“.

Grafikkarten: Mittelklasse-Modell ausreichend

TES 5 - Skyrim: PCGH-Benchmark „Flusswald“ – max. Details, kein FXAA

BESSER ► Bilder pro Sek.	0	10	20	30	40	50	60
GeForce GTX 580Ti/5G							59,6
GeForce GTX 570Ti/25G							55,5
Radeon HD 6970/2G							54,0
Radeon HD 5870/1G							53,7
Radeon HD 6950/2G							53,6
GeForce GTX 560 Ti/1G							47,7
Radeon HD 6850/1G							44,8
GeForce GTX 460/1G							36,5
Radeon HD 4870/1G							36,1
GeForce GTX 260-216/896M							31,6
GeForce 9800/8800 GT/512M *							11,5
Radeon HD 3870/512M *							7,1

Minimum-Fps 1.920 x 1.080, 8x MSAA/16:1 AF

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiByte DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1; GeForce 285.79 Beta, Catalyst 11.11a; Q-AF. **Bemerkungen:** Obwohl Skyrim bei maximalen Details von Haus aus 8x MSAA und 16:1 AF aktiviert, sind bereits eine HD 4870 oder GTX 260-216 flott genug, um über 30 Fps im Mittel zu erreichen.

* VRAM läuft über



DX11 und GPU-Physx in der Praxis: optische Schmankerl kontra Performanceverlust

Schönheit, die kostet

Endlich dürfen PC-Spieler mit Batman und Catwoman gegen Arkhams Abschaum antreten. Das Warten hat sich gelohnt, denn die PC-Fassung sieht klasse aus, auch wenn sie der Hardware einiges abverlangt.

Batman – Arkham City: Grafikkarten DX11

Batman: Arkham City, interner Benchmark, maximale Detailstufe, Physx: aus



1.680 x 1.050, FXAA (Hoch), 16:1 AF 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF

System: Phenom II X6 1100T, AMD 890GX, 2x 2 GiByte DDR3-1333; Win 7 x64 SP1; GF 285.79 Beta (HQ), Catalyst. 11.11a (HQ) **Bemerkungen:** Für den DX11-Modus mit Full-HD-Auflösung und 4x MSAA ist erst die GTX 570/HD 6950 leistungsfähig genug. Für eine geringere Auflösung mit FXAA reicht schon die GTX 460/HD 6850.

Wie beim Vorgänger *Batman: Arkham Asylum* ist die technische Basis von *Batman: Arkham City* die Unreal Engine 3. Um dem PC-Spieler einen echten Plattform-Mehrwert zu bieten, übernahm Entwickler Rocksteady das im März 2011 veröffentlichte DX11-Update für Epics Spielmotor. Dank der modernen Grafikschnittstelle bietet die PC-Fassung DX11-Rendertricks wie tessellierte Ranken sowie andere organische Formen, Displacement-Mapping für mehr Details (Geometric) bei Gebäuden, verbessertes SSAO und sogenannte „Multi View Soft Shadows“, eine Optik, die wesentlich hübscher und detailreicher ausfällt als an der Konsole. Dazu kommt mit der Unterstützung für Nvidias GPU-Physx eine sehr hochwertige Effektphysik mit umherfliegenden Trümmern, Blättern und Papier, eine Stoffsimulation

sowie generell mehr zerstörbare Objekte.

DX11-Grafik, die fordert

Während bei *Batman: Arkham City* bereits ein Prozessor der gehobenen Mittelklasse, etwa ein Phenom II X4 955BE oder Core i3-2100, für alle Details reicht, wird die hübsch anzuschauende DX11-Optik wesentlich teurer erkauft. Wie bei unseren Messungen mit der ungepatchten Verkaufsversion links zu sehen ist, besitzen lediglich die GTX 570/580 sowie die HD 6970/6950 genügend Leistung, um das Spiel mit allen DX11-Details in 1.920 x 1.080 sowie mit 4x MSAA mit einer Fps-Rate oberhalb von 40 Fps darzustellen. Zusätzlich ruckelte der zur Messung herangezogene interne Benchmark stark und auch der Spielbetrieb wurde mit einer GTX580/HD 6970 noch von Frame-Einbrüchen ge-



Batman: Arkham City – Hardwarebeschleunigtes GPU-Physx im Detail:

Hardwarebeschleunigtes Physx: Hoch



Hardwarebeschleunigtes Physx: Normal



Hardwarebeschleunigtes Physx: Aus



Bei der höchsten Physx-Stufe werden Partikel mit physikalischen Eigenschaften, wie der realistisch reagierende Rauch am Boden oder die umherfliegenden Funken, die Grafik auf. Dazu kommen am Boden liegende Papierfetzen und Trümmer. Letztgenannte fehlen bei der Einstellung „Normal“, ohne Physx-Effekte ist die Optik deutlich schlichter.

Performance mit Hardwarebeschleunigtem Physx

Batman Arkham City: interner Benchmark, maximale Details DX9



1.920 x 1.080,
4x MSAA, 16:1 AF

System: Phenom II X6 1100T, AMD 890GX, 2x 2 GiByte DDR3-1333; Win 7 x64 SP1; GF 285.79 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Mit einer GTX 570 ist der Titel unter DX9 mit der höchsten Physx-Stufe nicht immer flüssig spielbar. Die Berechnung der Extra-Physik auf der CPU ist wegen der sehr schlechten Performance nicht empfehlenswert.

Batman – Arkham City: Vergleich DX11 vs. DX9

Batman Arkham City: interner Benchmark, maximale Details



1.920 x 1.080,
4x MSAA, 16:1 AF, DX9

1.920 x 1.080,
4x MSAA, 16:1 A, DX11

System: Phenom II X6 1100T, AMD 890GX, 2x 2 GiByte DDR3-1333; Win 7 x64 SP1; GF 285.79 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Die hübschere DX11-Optik kostet in der uns vorliegenden Version sehr viel Leistung. Vor allem die Mittelklasse-Modelle GTX 460/HD 6850 profitieren dank geringerer Tessellation-Leistung vom DX9-Modus.

trübt. Eine geringere Auflösung von nur 1.680 x 1.050 Pixeln mit der internen Post-Process-Kantenglättung (FXAA) ließ die Performance zwar bei allen Karten messbar steigen, die Ruckler waren aber auch hier längst noch nicht verschwunden. Sowohl Nvidia als auch Rocksteady waren zum Zeitpunkt der Anfertigung dieses Artikels über den DX11-Bug informiert und kündigten an, dass schon bald nach Veröffentlichung ein Performance-Patch erscheinen wird.

Abhilfe gegen die Probleme mit dem DX11-Renderpfad brachte zum Zeitpunkt unseres Tests – wie von den Machern empfohlen – der Wechsel von DX11 auf DX9. Stellen Sie dazu im Launcher sowohl die „DirectX-11-Eigenschaften“ als auch die DirectX-11-Tessellierung auf „Aus“. Wie Sie in dem Vergleichs-Benchmark links sehen, steigt die Fps-Rate beispielsweise bei der HD 6850 oder GTX 460 um mehr als das Doppelte.

GPU-Physik in der Praxis

Ähnlich wie bei der schmucken DX11-Optik muss der Spieler auch

mit einer deutlichen Verringerung der Gesamtleistung rechnen, wenn er auf die vom Grafikchip berechneten Physikeffekte (Hardwarebeschleunigtes GPU-Physx) nicht verzichten will. Da sich bei unseren Vergleichsmessungen unter DX11 wie eben erwähnt Probleme bemerkbar machten, entschieden wir uns dafür, den Leistungsverlust durch GPU-Physx nur mit der DX9-API zu messen. Hier sinkt die Bildrate bei der GTX 570 bereits bei der Einstellung „Normal“ um mehr als die Hälfte von 95 Fps auf 46 Fps. Die volle Physikpracht fordert noch mehr Tribut, denn *Batman: Arkham City* läuft dann mit der GTX 570 nur noch mit 36 Fps, mit einer GTX 460, die ohne Physx 76 Fps schafft, sogar nur mit 32 Fps – beides fällt unter die Kategorie nur bedingt spielbar. Hat dagegen die CPU die Physikberechnungen zu erledigen, liegt die Performance bei unspielbaren 25 Fps. Kommt zusätzlich noch die DX11-Grafik ins Spiel, wird dieser gesteigerten Anforderung aktuell nur eine GTX 580 oder, wie Nvidia empfiehlt, eine GTX 590 respektive eine Kombi aus GTX 570 und GTX 460 gerecht. (fs)

Gewinnspiel

In Kooperation mit Warner Bros., MSI und NVIDIA verlosen wir die MSI N570GTX Twin Frozr III Power Edition, drei *Arkham-City*-Fanpakete (Spiel, T-Shirt, Comic) sowie einen Schlüsselanhänger.

Um am Gewinnspiel teilzunehmen, senden Sie bitte eine E-Mail mit dem Betreff „Batman“ an die folgende E-Mail-Adresse:

gewinnspiel@pcgameshardware.de

Teilnahmeschluss ist der 03.01.2012. 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.



3x
Fanpakete
(Spiel, T-Shirt,
Comic)

1x
Schlüssel-
anhänger



1x
MSI N570GTX
Twin Frozr III
Power Edition



GEAR UP. GAME ON.
GEFORCE GTX

msi



Teil 1

Vier Online-Dienste (Teil 1) und sieben große Spiele-Publisher (Teil 2) im Vergleich

Spiele im Rechts-Check

Lästig, verklausuliert, unverständlich. Lizenzvereinbarungen sind fester Bestandteil eines Computerspiels. Doch was steht drin und halten sich die großen Spielermacher an die Gesetze?

Spätestens seit dem Fall „EA-Origin“ ist das Bewusstsein für unwirksame Vertragsbestimmungen und eine undurchsichtige Datenerhebung in der breiten Spielergemeinschaft massiv gewachsen.

Insgesamt 121 Seiten an Vertragstext haben wir ausführlich analysiert. Mit dabei im Testfeld sind die vier Online-Dienste Battle.net (Blizzard), Origin (Electronic Arts), Games for Windows Live (Microsoft) und Steam (Valve). Daneben sind sieben große Publisher von PC-Spielen vertreten: Activision, Bethesda, Blizzard, Square Enix, Take Two, THQ und Ubisoft. Schwerpunkt der Analyse ist die Beurteilung der einzelnen Klauseln auf zivilrechtlicher Basis, insbesondere AGB-Recht und wenn Daten erhoben werden, ob wirklich eine Einwilligung im Sinne

der deutschen Datenschutzgesetze eingeholt wird. Ferner kontrollierten wir, inwieweit dem Nutzer zusätzliche Rechte gewährt (z. B. der Verkauf des Spiels/Nutzerkontos) oder beschränkt werden (z. B. die Anfertigung einer Kopie).

Aufgrund des Umfangs ist der Artikel zweigeteilt. In dieser Ausgabe erfahren Sie, welche Klauseln die vier großen Online-Dienste in ihren Vertragswerken verwenden. Nächsten Monat erfahren Sie mehr über die Lizenzvereinbarungen der Publisher Activision, Ubisoft und Co.

Blizzards Battle.net

Wer sämtliche Vertragsbedingungen der französischen Tochtergesellschaft von Blizzard sucht, wird schnell auf der gleichnamigen Webseite fündig. Vorbildhaft werden dort sämtliche Verträge nach

Spiel oder Dienst geordnet sowie Vertragsinhalte angezeigt. Weniger übersichtlich gestalten sich die Verträge selbst. Wer alle zu *Starcraft 2* zugehörigen Verträge durchlesen möchte, muss sich durch insgesamt 25 Seiten kämpfen. Mitunter an der Grenze der Intransparenz. Überschriften wird diese Grenze jedoch spätestens durch versteckte Verweisklauseln auf die Datenschutzerklärung. Die Einwilligung selbst wird ohne ausreichende Hervorhebungen am Ende der EULA (engl. End User License Agreement, dt. Endbenutzer-Lizenzvertrag) eingefordert. Der Inhalt lässt sich jedoch nur in der Datenschutzerklärung

finden. Ebenfalls zu finden ist ein unwirksamer Änderungsvorbehalt (§308 Nr.4 BGB) und ein vollständiger Gewährleistungsausschluss (§309 Nr.8b BGB).

Als Einziger im Testfeld lässt sich Blizzard ein uneingeschränktes unwiderrufliches (!) Nutzungsrecht an urheberrechtlich geschützten Werken des Nutzers einräumen, inkl. der Einsicht in Chat-Nachrichten. Eine benachteiligende Klausel (§307 II Nr.1 BGB), die zudem urheberrechtliche Klagemöglichkeiten eröffnet. Eine wirksame Einwilligung zur Datenerhebung scheitert an verschiedenen Stellen. Neben formellen Fehlern werden Daten in die USA übermittelt, ohne genauer auf das Schutzniveau oder Umfang der Verarbeitung einzugehen. Die Übermittlung an Dritte findet statt, ohne näher darauf einzugehen, wer

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/01-12

dies sein könnte. Eine Belehrung über Widerrufsmöglichkeiten fehlt vollständig. Die Datenerhebung dient auch zu Werbezwecken. Darüber hinaus werden Hard- und Software-Daten gesammelt und mit personenbezogenen Daten zusammengeführt.

Die Gültigkeit von Lizenzen wird überprüft, allerdings sind keine Ausführungen ersichtlich, wie das geschieht. Als Cheat-Schutz kommt ein Programm zum Einsatz, das den Inhalt des RAM ausliest. Der Verkauf des Nutzerkontos wird, wie bei allen Online-Diensten, untersagt.

Electronic Arts' Origin

Die aktuell gültige EULA von Origin ist das Ergebnis eines einwöchigen Aufrufs der Anwender rund um den Verkaufsstart von *Battlefield 3* und entstand binnen weniger Tage. Mit sieben Seiten ist die EULA sehr leserfreundlich, lässt sich aber nicht leicht auf der Webseite finden. Die Links führen noch zur alten rechtswidrigen Fassung von August 2011. Vieles wurde gestrichen, darunter der unwirksame Haftungs- und Gewährleistungsausschluss. Der Respekt vor dem öffentlichen Sturm war wohl so groß, dass man gleich vollständig auf einen derartigen Ausschluss verzichtete, obwohl durchaus Begrenzungen für leichte Fahrlässigkeit möglich sind. Die unwirksame Gerichtsstandsklausel (England) ist jedoch unverständlicherweise drin geblieben, zumal keiner der Vertragsbeteiligten in diesem Land ansässig ist.

Kritisch zu sehen ist die Einwilligung zur Datenerhebung. Anstatt diese separat zu regeln, sind die notwendigen Klauseln verteilt über das gesamte Vertragswerk eingefügt worden. Eine nur teilweise Hervorhebung in Fettschrift ändert nichts an der nach wie vor bestehenden Unwirksamkeit, zumal auf die alte rechtswidrige Datenschutzrichtlinie zweimal als „Information“ hingewiesen wird. Das könnte den Leser verwirren. Ferner ist die gewählte Formulierung „exzellenter Service“ zum Zweck der Datenerhebung intransparent. Auch hier könnte durchaus personalisierte Werbung oder die Zusammenführung mit Hard- und Software-Informationen in den Wortlaut hineinpassen. Letztere werden anonym für die Überprüfung von Lizenzrechten verwendet. Nach eigenen Angaben möchte EA die Daten nicht an Dritte weiter-

geben. Was sich zunächst positiv anhört, wird durch die Übermittlung der Daten in die USA ohne ausführliche Informationen dazu wieder relativiert, zumal unklar bleibt, inwieweit diverse Tochterunternehmen (die Dritte im Sinne des Gesetzes sind) Zugriff auf diese Daten haben. Ein Widerspruch soll nur durch die Einstellung der Nutzung der Anwendung möglich sein.

Microsofts Games for Windows Live

Die mit Abstand ausführlichste EULA bringt Microsoft mit seinem hauptsächlich auf der Xbox 360 zu findenden Online-Dienst mit. So überrascht es auch nicht, dass die 22 Seiten starke EULA nur auf einer Webseite mit Xbox-360-Ausrichtung zu finden ist. Weitere zehn Seiten kommen über die Microsoft-Hauptseite und deren Datenschutzrichtlinie hinzu. Für sich alleine gesehen kommt die EULA am nächsten an die gesetzlichen Vorgaben heran, wenn ihr bloßer Umfang nicht wäre. Von Konsolen über Windows und MP3-Player bis hin zum Smartphone-Betriebssystem Windows Phone 7 ist alles geregelt. Sogar eine Widerrufsbelehrung für Fernabsatzverträge ist enthalten. Sehr gut, der Änderungsvorbehalt der EULA wird ausführlich beschrieben.

Strittig hingegen ist das eingeräumte Nutzungsrecht auf veröffentlichte (für jedermann zugängliche) Nutzungsinhalte. Umso enttäuschender ist die Art und Weise der Einwilligung zur Datenerhebung. Versteckt in der EULA wird auf die Berechtigung zur Datenerhebung hingewiesen. Mehr Regelungen dazu finden sich in der verlinkten Datenschutzrichtlinie, die mit ähnlichen unwirksamen Klauseln glänzt wie die der anderen Online-Dienste. Die Übermittlung erfolgt nicht nur in die USA, Microsoft behält sich auch vor, die Daten in jedes andere (nicht genannte) Land zu übermitteln und für Werbung zu nutzen. Das bezieht sich auch auf Hard- und Software-Informationen des Nutzers.

Käufer von DLC und anderen Download-Inhalten aufgepasst: Microsoft formuliert einen eindeutigen Ausschluss, diese Inhalte dauerhaft zur Verfügung zu stellen. Am Rande für Xbox-360-Spieler mit Kinect: Microsoft erfasst Daten „über die Art und Weise, wie Sie mit der Konsole und dem Dienst interagieren, ▶

Rechtsgrundlagen Teil 1: AGB-Recht

Was einzelvertraglich vereinbart werden kann, ist nicht zwangsläufig auch für allgemeine Geschäftsbedingungen möglich. Bekanntestes Beispiel: die Salvatorische Klausel.

Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) sind alle für eine Vielzahl von Verträgen vorformulierten Vertragsbedingungen, die eine Vertragspartei der anderen bei Abschluss eines Vertrags stellt. EULA und Datenschutzerklärung sollen gegenüber einer Vielzahl an Verbrauchern gelten und werden von den Publishern und Online-Diensten vorgegeben. Daher sind auf diese Vertragsarten grundsätzlich die gesetzlichen Regelungen zu allgemeinen Geschäftsbedingungen anwendbar. Ursprünglich in einem eigenen Gesetz formuliert, sind diese Regelungen seit der Schuldrechtsreform im Januar 2002 im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) zu finden (§§305 ff. BGB). Zum Schutz der anderen Vertragspartei und insbesondere der Verbraucher hat der Gesetzgeber hohe Anforderungen an den Inhalt und die Form der AGB gestellt.



AGB werden nur Vertragsbestandteil, wenn der Verbraucher zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses Kenntnis vom Inhalt der AGB hatte und sich damit einverstanden erklärt (§305 II BGB). Überraschende Klauseln, mit denen der Verbraucher nicht zu rechnen hatte, sind unwirksam (§305c I BGB), insbesondere wenn versucht wird, gesetzliche Rechte einzuschränken. Zweifel an der Auslegung einer Klausel gehen zulasten des Verwenders, was in der Folge zur Unwirksamkeit der Klausel führt (§305 c II BGB). Ist eine Klausel unwirksam, so wird ihr Regelungsinhalt vollständig ignoriert und die gesetzlichen Regelungen finden Anwendung. Die aus Einzelverträgen bekannte Salvatorische Klausel ändert daran nichts, da das Gesetz selbst eine Rechtsfolge bei Unwirksamkeit definiert (§306 BGB). Zudem gilt ein Transparenzgebot. Die AGB müssen für den durchschnittlichen Verbraucher überschaubar und verständlich sein (§307 I S.1 BGB), das heißt, die gewählte Formulierung muss auch für Nichtjuristen verstehbar und eindeutig sein und das Vertragswerk darf sich nicht über Dutzende Seiten hinziehen sowie keine versteckten Querverweise auf andere Verträge enthalten. Zu guter Letzt sind unangemessene Benachteiligungen des Verbrauchers unwirksam (§307 I S.2, II BGB), insbesondere wenn Klauseln unvereinbar mit gesetzlichen Regelungen sind, beispielsweise eine außerordentliche Kündigung von Dauerschuldverhältnissen ohne wichtigen Grund (§307 II Nr.1 BGB).

BLIZZARD – RECHTLICHES

Nachfolgend finden Sie die Rechtlichen Bestimmungen für Produkte & Dienste von Blizzard Entertainment.

Battle.net

Battle.net Nutzungsbestimmungen

Blizzcon 2011 Internet Streaming - Nutzungsbestimmungen (in Englisch)

Blizzard Entertainment

Datenschutzbestimmungen

Zahlungsbestimmungen

Urheberrechtsbestimmungen

Urheberrechtsverletzungen

Videobestimmungen

FAQ über Rechtliches

StarCraft II

StarCraft II - Endbenutzervereinbarungen

World of Warcraft

World of Warcraft - Nutzungsbestimmungen

World of Warcraft - Endbenutzervereinbarungen

World of Warcraft - Zahlungsbestimmungen

World of Warcraft - Fristlose Kündigung

World of Warcraft Connect - Nutzungsbestimmungen

Vorbildlich: Sämtliche Vertragswerke von Blizzard lassen sich schnell und übersichtlich auf der Webseite abrufen.

Rechtsgrundlagen Teil 2: Datenschutzrecht

Datenschutz ist Sache der Bundesländer. Die gesetzlichen Grundlagen zur Durchsetzung des Datenschutzrechts sind breit gestreut.

Personenbezogene Daten (Name, Postanschrift, E-Mail-Adresse) werden durch das Recht der informationellen Selbstbestimmung verfassungsrechtlich geschützt. Diese Daten erlauben es, Rückschlüsse auf eine bestimmte Person zu ziehen und diese eindeutig zu identifizieren. Ebenfalls geschützt sind Daten, die zwar für sich alleine keine Identifizierung einer Person zulassen (Hardware-/Software-Konfigurationen), jedoch bei einer Zusammenführung von personenbezogenen Daten als solche dazugerechnet werden. Dabei reicht es bereits, dass der Datenerhebende in der Lage ist, eine Zusammenführung zu veranlassen. Wer Daten erheben und/oder verarbeiten möchte, muss sich an das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) halten. Im Falle von Webseiten und Online-Diensten sind darüber hinaus auch Regelungen im Telemediengesetz (TMG) zu beachten.

Grundsätzlich ist eine Einwilligung zur Datenerhebung beim „Betroffenen“ einzuholen. „Betroffener“ im Sinne des § 3 I BDSG ist jede natürliche Person, über die Einzelangaben zu persönlichen oder sachlichen Verhältnissen erhoben werden. Nur in Ausnahmefällen kann eine Datenerhebung ohne Einwilligung vorgenommen werden, etwa wenn dies zur Abwicklung von Verträgen erforderlich ist. Eine Einwilligung zur Datenerhebung ist nur dann wirksam, wenn diese auf einer freien Entscheidung des Betroffenen beruht. Der Gesetzgeber geht dabei von einer informierten Einwilligung aus (§ 4a ff. BDSG), das heißt der Betroffene muss umfassend aufgeklärt werden, wer seine Daten erhebt, was damit gemacht wird, wo diese gespeichert werden und wer sonst noch außer der erhebenden Stelle Zugriff mittels Übertragung auf diese Daten erhält. Die Schriftform (mit handschriftlicher Unterschrift) wird als Formvoraussetzung angegeben. Jedoch kann besonders im Rahmen von Telemedien diese Erklärung auch elektronisch erfolgen (§ 13 II TMG). Werden die Einwilligung und deren Inhalt zusammen mit anderen Vertragsinhalten erteilt, so sind diese besonders hervorzuheben, beispielsweise durch Fettschrift. Die Vorgaben des AGB-Rechts sind zu beachten, wenn dessen Anwendung gegeben ist.

Ebenso bestehen umfassende Informationspflichten der datenerhebenden Stelle. Dazu zählen insbesondere Hinweise auf Widerrufsrechte, wenn Daten für Werbung verwendet werden (§ 28 IV S. 2 BDSG und § 15 III S. 2 TMG) und die sofortige Einstellung der Nutzung der Daten nach einem erfolgten Widerruf. Werden Daten in das Nicht-EU-Ausland (beispielsweise USA oder Schweiz) übermittelt, so ist eine ausführliche Aufklärung in der Einwilligung zur Datenerhebung zu formulieren. Inhalt davon ist eine Aufklärung zum konkreten Risiko der Übermittlung, welche Daten übermittelt und wie genutzt werden, wer Empfänger der Daten ist und wo sich der Zielort befindet. Bestehen Zweifel an der Wirksamkeit der Einwilligung, kann das zulasten der datenerhebenden Stelle ausgelegt werden.

Wer wissen möchte, was für Daten über einen erhoben wurden und wofür diese genutzt werden, kann gemäß den §§ 34, 35 BDSG Auskunft und Löschung der Daten von der datenerhebenden Stelle verlangen. Ist eine Einwilligung unwirksam und werden dennoch Daten erhoben, kann dies Bußgelder bis 300.000 Euro bedeuten. Übersteigt der wirtschaftliche Vorteil diese Summe, kann das Bußgeld noch weiter erhöht werden. Wem der Schutz von Daten Minderjähriger wichtig ist, sollte wissen, dass das BDSG keine speziellen Schutznormen für Daten von Kindern kennt.

um die Produkte und Dienste von Microsoft“ verbessern zu können. Unerfreuliche Analogien an den Bundestrojaner und dessen Webcam-Fotos werden ersichtlich.

Valves Steam

Der Steam-Nutzungsvertrag ist eine typische, nach amerikanischem AGB-Prinzip aufgebaute EULA. Kein Wunder an Übersicht mit stellenweise durchgehender Großschrift. Insbesondere der vollständig unwirksame Disclaimer für Haftungs- und Gewährleistungsausschlüsse trübt das Bild. Ebenso unwirksam ist die Anpassung des Vertrags „nach eigenem Ermessen“. Als einziger Online-Dienst untersagt Valves Steam selbstverständliche Rechtsbehelfe wie eine Klage und sieht die Kündigung des Nutzerkontos als einzige Möglichkeit, Rechte geltend zu machen.

Für sich selbst sieht Valve aber eine Klausel zur fristlosen Kündigung ohne ausdrückliche Erklärung vor, das heißt das Nutzerkonto kann ohne Ankündigung oder Grund stillgelegt werden, wenn sich der Nutzer nach Meinung Valves „illegal“ verhält. Das negative Bild erhärtet sich, wenn wir die Datenschutzerklärung von Valve sehen. Ohne den Inhalt bewertet zu haben, scheitert die Erklärung bereits an der verwendeten Sprache. Ausschließlich eine englische Fassung ist verfügbar – unzureichend, da nicht verständlich im Sinne des § 307 I S. 2 BGB. Wer des Englischen mächtig ist, wird feststellen, dass seine personenbezogenen Daten und, wenn dies freiwillig bestätigt wird, auch die Systeminformationen für Werbe- und Marketingzwecke verwendet werden. Nutzerinformationen wie Chats und Nutzungsumfang verbleiben dauerhaft bei Valve. Ein Widerruf für diese Daten wird ex-

plizit ausgeschlossen und fraglich bleibt, ob diese Daten mit anderen zusammengeführt werden. Die Daten selbst werden in die USA übermittelt, bei Bedarf können diese aber auch an (nicht genannte) Dritte weitergegeben werden.

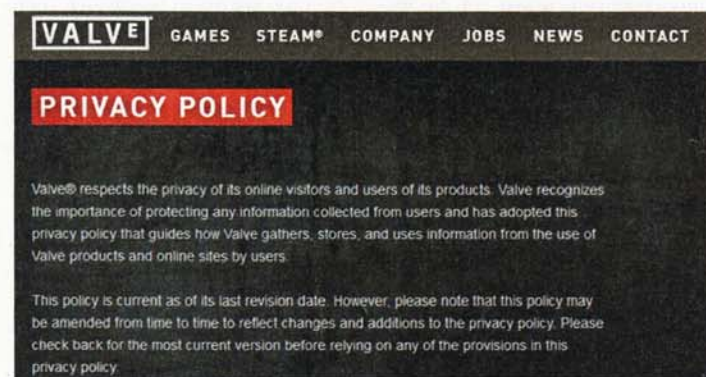
Der Verkauf des Nutzerkontos ist untersagt. Als Cheat-Schutz kommt V.A.C. (Valve Anti-Cheat) zum Einsatz. Eine Sperre des Nutzeraccounts kann sogar Tage bis Wochen nach der Entdeckung des mutmaßlichen Cheats erfolgen. Kleiner Lichtblick: Valve möchte im Falle eines Stopps der Unterstützung von Steam auf freiwilliger Basis einen Stand-Alone-Patch für Spiele zur Verfügung stellen.

Fazit

Datenerhebung scheint hoch im Kurs der Online-Dienste zu liegen. Nicht jedoch die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben. In den meisten Fällen werden die Daten in Drittländern wie den USA erhoben oder übermittelt, stellenweise werden die Zielorte nicht mal genauer genannt, geschweige denn der Spieler ausreichend über Schutzniveau und Erhebungszwecke informiert. Besonders traurig sind die fehlenden Belehrungen zum Widerspruch der Einwilligung. Vereinzelt wird ein Widerspruch für bestimmte Daten sogar ausgeschlossen. Doch auch die Klauseln zur Erteilung des Nutzungsrechts an der Software sind nicht frei von Mängeln. Haftungsausschlüsse und versteckte Verweisklauseln auf andere Vertragswerke sind immer noch an der Tagesordnung. Der Fall Origin war kein Einzelfall. Electronic Arts' Aussage, man habe sich an „branchenüblichen“ Verträgen orientiert, gewinnt mit Rücksicht auf die desaströsen Ergebnisse eine völlig neue Bedeutung. (dgl)



Der Aufbau des Datenträgerinhalts von Steam-gebundenen Spielen ist in der Regel gleich. Sie finden den vom Publisher beigelegten Vertragstext im Ordner „resources“.



Valve zeigt, dass Deutsch als Vertragssprache nicht selbstverständlich ist. Die Datenschutzerklärung auf der Valve-Webseite ist ausschließlich in Englisch verfügbar.

EULA der Online-Dienste analysiert

Vorbehalte	Blizzards Battle.net	Electronic Arts' Origin	Microsofts Games for Windows Live	Valves Steam
EULA-Klauseln				
Anzahl DIN-A4-Seiten EULA + Datenschutzerklärung	10 + 6	7	22 + 10	13 + 3
Versteckte Verweisklauseln	Ja, auf verschiedene	Nein, zweimaliger Verweis auf ältere Datenschutzrichtlinie	Ja, auf verschiedene	Ja, auf verschiedene
Undefinierter Änderungsvorbehalt	Ja, keine Angaben zu Änderungsgründen	Keine Angabe	Nein, Gründe genannt, anders Datenschutzrichtlinie	Ja
Ordnungsgemäße Kündigung des Nutzungsverhältnisses	Fristlose Kündigung ohne vorherige Abmahnung	Unverständliche Formulierung	Ja, beidseitig	Nein
Gewährleistungs- und Haftungsausschluss	Ja, für Gewährleistung unwirksam	Keiner	Ja, jedoch gesetzeskonform	Ja, vollständig
Untersagung von Klagerechten	Nein	Nein	Nein	Ja
Gerichtsstandsklauseln	Nein	Ja, England	Nein	Ja, Ausnahme Personen aus der EU
Salvatorische Klausel vorhanden	Teilweise, Wiederholung des Gesetzeswortlauts	Nein, jedoch Ausführungen zum Geltungsvorrang	Teilweise, Wiederholung des Gesetzeswortlauts	Ja
Widerspruch von verschiedenen AGB möglich	Ja, Vorrang wird vorgegeben	Ja, Vorrang wird vorgegeben	Ja, keine Vorgabe des Vorrangs	Ja, keine Vorgabe des Vorrangs
Einräumung von Nutzungsrechten an Urheberwerken der Nutzer	Ja, uneingeschränkt	Keine Angabe	Ja, für veröffentlichte Inhalte	Keine Angabe
Widerrufsbelehrung für Fernabsatzgeschäfte	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja, vollständig	Keine Angabe
Ausführungen zum Vertragsschluss	Bestätigung erforderlich	Bestätigung erforderlich	Bestätigung erforderlich	Bestätigung erforderlich
Datenschutz				
Erhebung von personenbezogenen Daten	Ja	Ja	Ja	Ja
Einwilligung in EULA geregelt	Ja, Inhalt separat geregelt	Ja	Ja	Ja, „nur Nutzungsdaten“, Rest separat geregelt
Besondere Hervorhebung von Datenerhebungsklauseln in EULA	Nein	Ja, aber nur teilweise	Nein	Nein
Einwilligung separat geregelt	Ja, Inhalt. Einwilligung jedoch in der EULA	Nein, zweimaliger Verweis auf ältere Datenschutzrichtlinie	Ja, Inhalte teilweise in Datenschutzerklärung	Ja, jedoch überlappend mit EULA
Datenschutzrichtlinie in Deutsch verfasst	Ja	Keine Angabe	Ja	Nein
Widerrufsbelehrung formuliert	Nein	Nein, Nicht-Nutzung der Anwendung soll genügen	Nein	Nein, wird für Nutzungsdaten ausgeschlossen
Weitergabe von Daten an Dritte	Ja	Nein	Ja	Ja
Dritte genannt und Nutzer zur Schutzsituation aufgeklärt	Nein	Nein	Nein	Nein
Übermittlung in das Nicht-EU-Ausland	Ja, USA	Ja, USA	Ja, USA und jedes beliebige andere Land	Ja, USA
Verwendung der Daten für Werbung	Ja	Nein, unbestimmte Formulierung „exzellenter Service“	Ja	Ja
Ausführungen zum Jugendschutz	Ja, alle Minderjährigen	Nein	Ja, keine Datenerhebung unter 13 Jahren	Ja, keine Datenerhebung unter 13 Jahren
Altersverifizierung vor Datenerhebung	Nein	Nein	Nein	Nein
Ausführungen zur Sicherung von Daten vor Unbefugten	Ja, aber ungenau	Nein	Nein	Ja, aber ungenau
Zusammenführung von (nicht-)personenbezogenen Daten	Ja, bei Verstoß gegen Nutzungsbedingungen	Unbekannt, Zweck unbestimmt formuliert	Ja, Zweck beliebig	Ja, Zweck beliebig
Vertragspartner ungleich der datenerhebenden Stelle	Ja, Datenerhebung USA, Vertragspartner in Frankreich	Ja, Datenerhebung USA, Vertragspartner in Schweiz	Ja, Datenerhebung in USA, Vertragspartner in Luxemburg	Nein
Sammeln von Hard- und Software-Informationen	Ja, vollständig	Ja, Prüfung Lizenzrechte, nicht auslesbar gespeichert	Ja, vollständig	Ja, jedoch freiwillig nach Bestätigung
Hinweise zu Datenschutzeinstellungen	Nein	Ja, umfangreich	Nein	Nein
Wirksame Einwilligung zur Datenerhebung	Nein	Nein	Nein	Nein
Sonstige Vorbehalte				
Verkauf des/der Nutzerkontos/Lizenz	Untersagt	Untersagt	Untersagt	Untersagt
Lizenzüberprüfung	Ja, jedoch keine genauen Aussagen dazu	Ja, automatisch ohne separate Benachrichtigung	Ja, automatische DRM-Überwachung	Keine Angabe
Cheat-Überwachung	Ja, RAM-Überwachung	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja, VAC, keine Ausführungen zum Systemzugriff
Spielzugriff durch eigenständig lauffähige Spielversion möglich	Keine Angabe	Keine Angabe	Nein, Ausschluss für Download-Inhalt	Ja, aber nur freiwillig
Verträge auf Webseite abrufbar	Ja, vollständig	Ja, jedoch versteckt	Ja, jedoch EULA auf einer Xbox-360-Webseite zu finden	Ja, vollständig
In-Game-Werbung	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Ausführungen zu Sicherheitskopien	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Entfernung Kopierschutz möglich	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Rückgaberechte unmittelbar nach Kauf	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

PCGH-Mailbox

Neben unserer Webseite www.pcgh.de und unserem Forum www.pcghx.de können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an redaktion@pcgameshardware.de mit uns Kontakt aufnehmen.

Eine neue SSD soll her: Wie lässt sich das alte Modell nutzen?

Ich besitze bereits die SSD Corsair Force F40 mit 40 GByte für das Betriebssystem und nun überlege ich, mir eventuell eine SSD mit 250 GB für Spiele zuzulegen. In den Tests zu SSDs wird die Geschwindigkeit immer relativ zu einer doch recht schnellen Magnetfestplatte angegeben. Mich interessiert, wie sich der Geschwindigkeitszuwachs im Verhältnis zu meiner WDC WD10EADS verhält. Ist es denn sinnvoller, zwei SSDs, also eine für Spiele und die andere für Programme und Windows, zu verwenden oder eher die wahrscheinlich schnellere Größere in zwei Partitionen zu teilen?

Robert S., per E-Mail

Carsten Spille: Da es sich bei Ihrer Festplatte um ein Modell aus WDs „Green“-Serie mit geringer Drehzahl handelt, dürfte der Vorsprung einer SSD deutlicher ausfallen als im Vergleich zu den bereits recht schnellen Raptor-Festplatten. Genauere Ergebnisse mit den aktuellen Testmethoden liegen uns zu diesem Modell allerdings nicht vor.

Wenn Sie schon eine große, flotte SSD kaufen, sollten Sie diese auch nutzen. Die 40er-SSD können Sie ja im Zweit-PC, oder wenn Sie keinen solchen haben, als Backup-Medium für die Systempartition bzw. für Auslagerungs- und Hibernate-File weiternutzen.

ES-CPU für Overclocking?

Da der Sockel 775 einer der wenigen Sockel war, der eine extreme lange Zeit für die meisten Overclocking-Rekorde genutzt wurde, besitze ich eine Reihe dieser Systeme. Seit längerer Zeit bin ich auf der Suche nach einem Vorserienmodell von Intel für den Sockel 775, besser bekannt als Engineering Sample oder Confidential-CPU. Können Sie mir sagen, wo man einen solchen Chip kaufen kann?

Michael K., per E-Mail

Stephan Wilke: Das ist ein heißes Thema, welches Sie ansprechen. Grundsätzlich sind ES-CPU's das Eigentum von Intel, das heißt, dass sie nicht verkauft werden dürfen. Alle Empfänger von ES-CPU's müssen im Normalfall vertraglich

garantieren, die CPU nicht anderen Personen zu überlassen und schon gar nicht zu verkaufen. Es handelt sich bei ES-CPU's um (Dauer-) Leihgaben.

Nur in Ausnahmefällen sind ES-CPU's besser zu übertakten, da es sich hierbei im Regelfall um frühe Prototypen handelt und die Fertigungsqualität im Laufe der Zeit steigt. Gewöhnliche Retail-CPU's sind daher normalerweise mindestens ebenbürtig. Wichtig ist, dass bei Ebay und Co. oft unerlaubterweise ES-CPU's landen, die bereits von anderen Übertaktern aussortiert wurden und keine guten OC-Eigenschaften aufweisen (das gilt natürlich auch für gebrauchte Retail-CPU's, die dort angeboten werden).

SSD mit SATA 3Gb/s und Win XP?

Ich habe ein älteres Mainboard, nämlich ein DFI Lanparty UT NF4 Ultra-D, welches nur SATA 3 Gb/s unterstützt. Kann ich hier dennoch in den Genuss der vollen SSD-Leistung kommen oder limitiert mich das Mainboard? Letzte Frage: Kann ich eine SSD-Platte auch unter Windows XP (32 Bit) nutzen?

Michael, per E-Mail

Carsten Spille: Bei einem SATA-3Gb/s-Mainboard werden die Benchmarkergebnisse bei SSD-Tests zwar bei rund 280 MB/s „abgeschnitten“, die rasend schnellen Zugriffe bleiben jedoch erhalten und so kommen Sie auch zum SSD-Gefühl.

Windows XP können Sie prinzipiell auch nutzen, allerdings unterstützt es kein leistungserhaltendes TRIM, sodass Sie hier auf die in der



Ihr Feedback zum Heft
www.pcgh.de/go/01-12



Bild: EyeWire

SSD enthaltenen Funktionen („Garbage Collection“) ausweichen müssen. Außerdem sollten Sie, da Windows XP von sich aus eine SSD nicht von einer HDD unterscheidet, manuell die automatische Defragmentierung abschalten. Wahlweise können Sie auch den Indexdienst deaktivieren.

CPU- bzw. GPU-Limit erkennen

Ich möchte gerne wissen, wie ich erkennen kann, wann meine CPU, ein Intel Core-i7 875K, und wann meine Grafikkarte, eine Geforce GTX 580, bremst?

Jan M., per E-Mail

Marc Sauter: Eine CPU-Limitierung ist dann vorhanden, wenn nach dem Absenken der Auflösung oder von der Grafikkarte belastenden Settings wie Kantenglättung die Fps nicht steigen. In diesem Fall bremst der Prozessor. Steigt die Bildrate aber, liegt die Bremse aufseiten der Grafikkarte, wenngleich die Grenzen oft fließend sind. In Starcraft 2 etwa würde ein Core i5-2500K mehr Leistung bringen als der i7-875K (sofern beide nicht übertaktet sind), in Crysis 2 mit allen DX11-Details dagegen wäre ein CPU-Upgrade sinnlos – hier wäre eine schnellere Grafikkarte gefragt.

Kühleranpressdruck in Ordnung?

Ich habe in den CPU-Kühler-Test in der Ausgabe 11/2011 gelesen und nun eine Frage: Am Schluss des Artikels berichtet ihr über das Problem bei zu viel Anpressdruck auf einer CPU. Kann dies beim Noctua NH-D14 ebenfalls auftreten beim Festziehen der Schrauben? Bis jetzt läuft das System normal und die Temperaturen sind niedrig. Wie kann man erkennen, dass die Schrauben zu fest sind? Ich besitze einen Core i7-930.

Maximilian A., per E-Mail

Stephan Wilke: Wenn bei Ihrem System der komplette Arbeitsspeicher zur Verfügung steht, ist nicht zu befürchten, dass der Anpressdruck zu hoch oder ungleichmäßig ist. Das Montagesystem von Noctua ist nur für einen bestimmten maximalen Anpressdruck geeignet, da die Federschrauben ab einem gewissen Punkt kein weiteres Anziehen ermöglichen. Daher besteht kein Grund zur Sorge.



Einkaufsführer Grafikkarten/VGA-Kühler

Grafikkarten (Direct X 11, PCI-Express)

Modell	Preis bei Red.-Schluss	Videospeicher (Menge & Typus)	3D-Taktung (GPU/ALU/RAM)	ALUs/TMUs/ROPs	Verbrauch (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)	Verbrauch (3D/VGA-Tool)	Länge/ (Slot-)Breite	Lautheit (2D/3D/ VGA-Tool)	Wertung	Test in Ausgabe
Die Noten basieren auf dem aktuellen PCGH-Leistungsindex (siehe PCGH 08/2011, Seite 52 ff. und Grafik-Startseite)										
MSI N580GTX Lightning XE	Ca. € 560,-	3.072 MiB (GDDR5)	832/1.664/2.100 MHz	512/64/48	32/41/93 Watt	233/208* Watt	29,2/3,9 cm	0,7/2,7/2,3 Sone	1,68	11/2011
MSI N580GTX Lightning	Ca. € 470,-	1.536 MiB (GDDR5)	832/1.664/2.100 MHz	512/64/48	35/41/90 Watt	224/310 Watt	29,2/3,9 cm	0,7/5,0/4,5 Sone	1,72	11/2011
Zotac Geforce GTX 580 AMP²	Ca. € 510,-	3.072 MiB (GDDR5)	815/1.630/2.052 MHz	512/64/48	33/40/96 Watt	225/203* Watt	26,7/5,5 cm	0,4/2,1/1,8 Sone	1,73	11/2011
Asus Matrix GTX 580 Platinum	Ca. € 480,-	1.536 MiB (GDDR5)	816/1.632/2.004 MHz	512/64/48	28/37/72 Watt	224/332 Watt	28,4/5,5 cm	0,9/1,6/4,3 Sone	1,77	11/2011
MSI N580GTX Twin Frozr II/OC	Ca. € 420,-	1.536 MiB (GDDR5)	823/1.645/2.138 MHz	512/64/48	36/48/98 Watt	236/340 Watt	26,7/3,6 cm	0,7/3,1/5,2 Sone	1,78	04/2011
PNY GTX 580 XLR8 Liquid Cooled	Ca. € 530,-	1.536 MiB (GDDR5)	857/1.714/2.106 MHz	512/64/48	39/49/112 Watt	296/259* Watt	26,7/3,6 cm	2,1/2,8/2,7 Sone	1,80	11/2011
Gainward GTX 580 Phantom/3G	Ca. € 490,-	3.072 MiB (GDDR5)	783/1.566/2.010 MHz	512/64/48	36/44/96 Watt	234/206* Watt	26,7/4,5 cm	0,4/2,5/1,7 Sone	1,81	11/2011
Asus ENGTX580 Direct Cu II	Ca. € 430,-	1.536 MiB (GDDR5)	781/1.564/2.004 MHz	512/64/48	28/37/87 Watt	227/339 Watt	28,3/5,7 cm	0,9/1,6/2,7 Sone	1,81	11/2011
Gigabyte GTX 580 Super Overclock	Ca. € 450,-	1.536 MiB (GDDR5)	880/1.710/2.050 MHz	512/64/48	46/55/102 Watt	276/250* Watt	27,7/3,5 cm	0,8/2,8/1,7 Sone	1,83	11/2011
KFA² Geforce GTX 580 Anarchy	Ca. € 420,-	1.536 MiB (GDDR5)	772/1.544/2.004 MHz	512/64/48	33/43/89 Watt	209/145* Watt	29,7/5,7 cm	0,1/0,2/0,1 Sone	1,84	11/2011
Sparkle Calibre X580	Ca. € 410,-	1.536 MiB (GDDR5)	810/1.620/2.016 MHz	512/64/48	34/47/91 Watt	228/205* Watt	29,7/5,5 cm	1,7/1,8/1,8 Sone	1,85	11/2011
PoV/TGT Gef. GTX 580 Ultra Charged	Ca. € 460,-	1.536 MiB (GDDR5)	841/1.682/2.052 MHz	512/64/48	32,5/41/98 Watt	255/373 Watt	26,7/3,6 cm	0,7/5,8/10,8 Sone	1,85	11/2011
Palit Geforce GTX 580 3GB	Ca. € 460,-	3.072 MiB (GDDR5)	783/1.566/2.010 MHz	512/64/48	36/44/98 Watt	235/343 Watt	26,7/3,6 cm	0,6/6,2/10,8 Sone	1,88	11/2011
Evga Gef. GTX 580 DS Superclocked	Ca. € 440,-	1.536 MiB (GDDR5)	797/1.594/2.025 MHz	512/64/48	38/47/118 Watt	295/192* Watt	26,7/3,7 cm	0,4/7,0/5,3 Sone	1,89	01/2012 NEU
MSI R6970 Lightning	Ca. € 350,-	2.048 MiB (GDDR5)	940/2.750 MHz	1.536/96/32	40/95/92 Watt	233/240 Watt	30,9/3,9 cm	0,4/3,5/3,5 Sone	1,96	11/2011
Sapphire Radeon HD 6970 Dual-Fan	Ca. € 300,-	2.048 MiB (GDDR5)	880/2.750 MHz	1.536/96/32	23/69/65 Watt	180/193 Watt	27,2/4,1 cm	0,2/1,4/1,6 Sone	1,99	01/2012 NEU
HIS Radeon HD 6970 Iceq Mix	Ca. € 340,-	2.048 MiB (GDDR5)	880/2.750 MHz	1.536/96/32	35/80/74 Watt	183/197 Watt	28,3/4,5 cm	0,9/3,6/2,5 Sone	1,99	11/2011
Powercolor Radeon HD 6970 PCS+	Ca. € 300,-	2.048 MiB (GDDR5)	940/2.850 MHz	1.536/96/32	26/90/83 Watt	204/213 Watt	26,7/3,7 cm	2,2/2,7/2,8 Sone	2,00	11/2011
PoV/TGT GTX 570 2560 Ultra Char.	Ca. € 360,-	2.560 MiB (GDDR5)	810/1.620/1.980 MHz	480/60/40	25/30/82 Watt	234/229* Watt	23,0/4,5 cm	0,4/1,9/1,8 Sone	2,01	11/2011
Asus EAH6970 Direct Cu II	Ca. € 310,-	2.048 MiB (GDDR5)	890/2.750 MHz	1.536/96/32	22,5/75/74 Watt	173/221 Watt	29,2/5,5 cm	0,7/1,8/2,8 Sone	2,01	05/2011
MSI N570GTX Twin Frozr III PE/OC	Ca. € 310,-	1.280 MiB (GDDR5)	770/1.540/2.000 MHz	480/60/40	31/90/86 Watt	197/191* Watt	25,1/3,7 cm	0,2/1,6/1,5 Sone	2,02	10/2011
Asus ENGTX570 Direct Cu II	Ca. € 310,-	1.280 MiB (GDDR5)	743/1.485/1.900 MHz	480/60/40	26/35/73 Watt	180/271 Watt	28,3/5,5 cm	0,7/1,2/1,7 Sone	2,02	10/2011
Evga GTX 570 Superclocked+ Backpl.	Ca. € 330,-	1.280 MiB (GDDR5)	797/1.594/1.950 MHz	480/60/40	31/39/84 Watt	215/323 Watt	26,9/3,6 cm	0,8/3,5/7,0 Sone	2,02	10/2011
Gigabyte GTX 570 Super Overclock	Ca. € 320,-	1.280 MiB (GDDR5)	845/1.690/1.900 MHz	480/60/40	42/52/87 Watt	209/295 Watt	27,2/3,5 cm	0,9/2,6/3,8 Sone	2,04	10/2011
Gainward Geforce GTX 570 Phantom	Ca. € 300,-	1.280 MiB (GDDR5)	749/1.500/1.950 MHz	480/60/40	37/46/86 Watt	210/320 Watt	26,7/4,1 cm	0,3/2,3/4,6 Sone	2,04	04/2011
Palit Gef. GTX 570 Sonic Platinum	Ca. € 290,-	1.280 MiB (GDDR5)	797/1.600/2.000 MHz	480/60/40	40/49/92 Watt	209/343 Watt	26,7/3,6 cm	0,5/6,3/10,8 Sone	2,10	04/2011
MSI N560GTX Ti 448 TFIII PE/OC	Ca. € 250,-	1.280 MiB (GDDR5)	750/1.500/1.950 MHz	448/56/40	32/41/76 Watt	195/226* Watt	25,2/3,7 cm	0,5/1,8/2,0 Sone	2,10	01/2012 NEU
Asus EAH6950 DCII/2DI4S/2GDS	Ca. € 230,-	2.048 MiB (GDDR5)	810/2.500 MHz	1.408/88/32	26/72/66 Watt	159/209 Watt	29,2/5,5 cm	0,6/0,9/1,1 Sone	2,16	04/2011
Sapphire Radeon HD 6950 DIRT 3	Ca. € 220,-	2.048 MiB (GDDR5)	800/2.500 MHz	1.408/88/32	26/67/62 Watt	153/183 Watt	26,1/3,5 cm	0,9/2,5/2,7 Sone	2,16	08/2011
Gigabyte GTX 560 Ti 448 Windforce	Ca. € 240,-	1.280 MiB (GDDR5)	732/1.464/1.900 MHz	448/56/40	31/38/82 Watt	211/182* Watt	27,8/3,2 cm	1,3/2,8/1,9 Sone	2,17	01/2012 NEU
Xfx Radeon HD 6950 XXX Dual-Fan	Ca. € 240,-	1.024 MiB (GDDR5)	830/2.600 MHz	1.408/88/32	26/73/67 Watt	157/189 Watt	24,4/3,5 cm	1,2/2,3/3,1 Sone	2,19	05/2011
Evga GTX 560 Ti Superclocked	Ca. € 210,-	1.024 MiB (GDDR5)	900/1.800/2.106 MHz	384/64/32	18/29/73 Watt	186/194 Watt	22,9/3,4 cm	0,3/1,2/1,5 Sone	2,23	06/2011
Powercolor Radeon HD 6950 (1 GiB)	Ca. € 190,-	1.024 MiB (GDDR5)	800/2.500 MHz	1.408/88/32	26/63/59 Watt	142/174 Watt	26,0/3,6 cm	2,3/2,6/3,0 Sone	2,23	05/2011
Xfx Radeon HD 6950 (AMD-Design)	Ca. € 230,-	2.048 MiB (GDDR5)	800/2.500 MHz	1.408/88/32	20,5/54/51 Watt	130/163 Watt	27,5/3,5 cm	0,7/2,5/3,0 Sone	2,23	04/2011
Zotac Geforce GTX 560 Ti AMP	Ca. € 210,-	1.024 MiB (GDDR5)	950/1.900/2.200 MHz	384/64/32	20,5/79/66 Watt	219/250 Watt	22,9/3,5 cm	0,7/4,4/5,6 Sone	2,25	04/2011
PoV GTX 560 Ti TGT Beast Triple-Fan	Ca. € 270,-	1.024 MiB (GDDR5)	955/1.909/2.112 MHz	384/64/32	28/40/86 Watt	245/348 Watt	29,7/5,5 cm	0,1/0,5/0,9 Sone	2,27	06/2011
Asus ENGTX560 Ti Direct Cu II TOP	Ca. € 200,-	1.024 MiB (GDDR5)	900/1.800/2.098 MHz	384/64/32	25/28/66 Watt	175/247 Watt	24,8/3,7 cm	0,5/2,4/3,9 Sone	2,27	04/2011
Sparkle Calibre X560 Ti DF	Ca. € 220,-	1.024 MiB (GDDR5)	950/1.900/2.300 MHz	384/64/32	19/30/66 Watt	176/190 Watt	22,9/3,8 cm	1,5/4,6/4,9 Sone	2,31	10/2011
MSI N560GTX-Ti Twin Frozr II/OC	Ca. € 220,-	1.024 MiB (GDDR5)	882/1.765/2.098 MHz	384/64/32	16/27/64 Watt	171/258 Watt	24,0/3,5 cm	0,6/3,2/5,2 Sone	2,31	04/2011
Gigabyte GV-N560OC-1GI	Ca. € 190,-	1.024 MiB (GDDR5)	900/1.800/2.004 MHz	384/64/32	20/28/66 Watt	161/223 Watt	22,5/3,4 cm	0,8/1,8/3,9 Sone	2,32	06/2011
Gainward GTX 560 Ti Phantom	Ca. € 210,-	1.024 MiB (GDDR5)	835/1.670/2.050 MHz	384/64/32	20,5/26/69 Watt	177/245 Watt	19,1/4,5 cm	0,3/0,8/1,4 Sone	2,33	04/2011
Palit Geforce GTX 560 Ti Sonic	Ca. € 200,-	1.024 MiB (GDDR5)	900/1.800/2.098 MHz	384/64/32	19/30/70 Watt	189/267 Watt	19,4/3,7 cm	0,5/2,6/5,7 Sone	2,35	04/2011
Powercolor Radeon HD 6870 PCS+	Ca. € 150,-	1.024 MiB (GDDR5)	940/2.200 MHz	1.120/56/32	18,5/53/52 Watt	126/172 Watt	24,2/3,6 cm	1,0/1,5/4,7 Sone	2,39	04/2011
Sapphire Radeon HD 6870 DIRT 3	Ca. € 150,-	1.024 MiB (GDDR5)	920/2.100 MHz	1.120/56/32	23/54/48 Watt	129/162 Watt	24,2/3,5 cm	0,3/1,4/2,2 Sone	2,40	01/2012 NEU
Asus EAH6870 Direct Cu	Ca. € 150,-	1.024 MiB (GDDR5)	915/2.100 MHz	1.120/56/32	23,5/55/56 Watt	131/176 Watt	27,5/3,6 cm	0,8/1,6/4,4 Sone	2,42	04/2011
MSI R6850 Cyclone Power Edition/OC	Ca. € 140,-	1.024 MiB (GDDR5)	860/2.200 MHz	960/48/32	20/45/47 Watt	113/146 Watt	21,7/3,3 cm	0,3/1,0/1,3 Sone	2,50	04/2011
Sapphire Radeon HD 6850	Ca. € 120,-	1.024 MiB (GDDR5)	775/2.000 MHz	960/48/32	17/44/43 Watt	96/128 Watt	21,1/3,5 cm	0,2/1,0/1,8 Sone	2,59	09/2011
Powercolor HD 6850 Single-Slot	Ca. € 160,-	1.024 MiB (GDDR5)	775/2.000 MHz	960/48/32	24/39/38 Watt	113/140 Watt	23,3/1,8 cm	1,3/4,7/5,4 Sone	2,68	01/2012 NEU

* Leistungsaufnahme wird per Power Containment (Drossel) automatisch eingedämmt

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.

VGA-Kühler

Modell	Preis	Hersteller-Webseite	Lüfter	Lautheit*	GPU- und VRM-Temp. (Crysis „Ice“)	Unter anderem kompatibel mit ...	Wertung	Ausgabe
Aktuelles Wertungssystem								
EKL Alpenföhn Peter	Ca. € 50,-	www.alpenfoehn.de	Keiner*	0,2 Sone*	58/53 °C (HD 6970 @ 900/2.750 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400/500, ab HD 3800	2,27	06/2011
AC Accellero Xtreme Plus + VR Kit 1	Ca. € 50,-	www.artic.ac	3 x 92 mm (axial)	0,6 Sone	63/61 °C (HD 6970 @ 900/2.750 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400/500, ab HD 3800	2,41	04/2011
Deepcool V4000	Ca. € 25,-	www.deepcool-us.com	2 x 75 mm (axial)	1,6 Sone	65/54 °C (HD 6970 @ 900/2.750 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400/500, ab HD 3800	2,59	04/2011
Akasa Freedom Force	Ca. € 40,-	www.akasa.com.tw	2 x 80 mm (axial)	3,3 Sone	97/62 °C (HD 6970 @ 900/2.750 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400/500, ab HD 3800	3,02	04/2011
Altes Wertungssystem								
Thermalright Shaman	Ca. € 50,-	www.thermalright.com	1 x 140 mm (axial)	0,2 Sone	40/85 °C (HD 5850 @ 900/2.400 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400, ab HD 3800	1,64	12/2010
Prolimatech MK-13 (ohne Lüfter)	Ca. € 45,-	www.prolimatech.com	Keiner**	0,2 Sone**	42/73 °C (HD 5850 @ 900/2.400 MHz)	GF 8/9, GTX 200/400 (460 nur mit Kit), ab HD 3800	1,68	04/2010

* Mit 2x Be quiet Silent Wings USC 140 mm bei 7 Volt vermessen ** Mit 2x Be quiet Silent Wings USC 120 mm bei 7 Volt vermessen



Einkaufsführer Prozessoren/Kühler

AMD-Prozessoren (Auswahl, Stand: 22.11.)

Prozessor	Codename	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L1-Cache je Kern/Modul	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Socket	Preis
Zwei Kerne												
Phenom II X2 555 BE	Callisto	2	–	3,2 GHz	64+64 KiByte	2 x 1.024 KiByte	–	80 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 70,-
Drei Kerne												
Athlon II X3 455	Rana	3	–	3,3 GHz	64+64 KiByte	3 x 512 KiByte	–	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 65,-
Phenom II X3 720 BE	Heka	3	–	2,8 GHz	64+64 KiByte	3 x 512 KiByte	6 MiByte	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 70,-
A6-3500	Llano	3	HD 6530D	2,0 (2,4) GHz	64+64 KiByte	3 x 1.024 KiByte	–	65 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	Ca. € 70,-
Vier Kerne												
A6-3650	Llano	4	HD 6530D	2,6 GHz	64+64 KiByte	4 x 1.024 KiByte	–	100 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	Ca. € 95,-
A8-3850	Llano	4	HD 6550D	2,9 GHz	64+64 KiByte	4 x 1.024 KiByte	–	100 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	Ca. € 120,-
Phenom II X4 840	Propus	4	–	3,1 GHz	64+64 KiByte	4 x 512 KiByte	–	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 90,-
Phenom II X4 955 BE	Deneb (C3)	4	–	3,2 GHz	64+64 KiByte	4 x 512 KiByte	6 MiByte	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 105,-
Phenom II X4 980 BE	Deneb	4	–	3,7 GHz	64+64 KiByte	4 x 512 KiByte	6 MiByte	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 140,-
FX-4100	Bulldozer	4*	–	3,6 (3,8) GHz	2 x 16 KiByte + 64 KiByte	2 x 2.048 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	Ca. € 100,-
Sechs Kerne												
Phenom II X6 1055T	Thuban	6	–	2,8 GHz	64+64 KiByte	6 x 512 KiByte	6 MiByte	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 130,-
Phenom II X6 1090T BE	Thuban	6	–	3,2 GHz	64+64 KiByte	6 x 512 KiByte	6 MiByte	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 150,-
Phenom II X6 1100T BE	Thuban	6	–	3,3 GHz	64+64 KiByte	6 x 512 KiByte	6 MiByte	125 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 165,-
FX-6100	Bulldozer	6*	–	3,3 (3,9) GHz	2 x 16 KiByte + 64 KiByte	3 x 2.048 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	Ca. € 130,-
Acht Kerne												
FX-8120	Bulldozer	8*	–	3,1 (4,0) GHz	2 x 16 KiByte + 64 KiByte	4 x 2.048 KiByte	8 MiByte	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	Ca. € 180,-
FX-8150	Bulldozer	8*	–	3,6 (4,2) GHz	2 x 16 KiByte + 64 KiByte	4 x 2.048 KiByte	8 MiByte	125 W	32 nm	DDR3-1866	AM3+	Ca. € 240,-

* Im Falle eines Bulldozer-Chips die Anzahl der Integer-Einheiten

Intel-Prozessoren (Auswahl, Stand: 22.11.)

Prozessor	Codename	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L1-Cache je Kern	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Socket	Preis
Zwei Kerne												
Core 2 Duo E8400	Wolfdale (C0)	2	–	3,00 GHz	32+32 KiByte	6.144 KiByte	–	65 W	45 nm	Abh. v. Chipsatz	775	Ca. € 135,-
Pentium G840	Sandy Bridge DT	2	HD Graphics	2,80 GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	2 x 256 KiByte	3 MiByte	65 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 70,-
Core i3-530	Clarkdale	2 + HT	HD Graphics	2,93 GHz	32+32 KiByte	2 x 256 KiByte	4 MiByte	73 W	32 nm	DDR3-1333	1156	Ca. € 95,-
Core i3-2100	Sandy Bridge DT	2 + HT	HD Graphics 2000	3,10 GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	2 x 256 KiByte	3 MiByte	65 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 100,-
Core i3-2130	Sandy Bridge DT	2 + HT	HD Graphics 2000	3,40 GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	2 x 256 KiByte	3 MiByte	65 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 120,-
Vier Kerne												
Core 2 Quad Q9650	Yorkfield	4	–	3,00 GHz	32+32 KiByte	2 x 6.144 KiByte	–	95 W	45 nm	Abh. v. Chipsatz	775	Ca. € 300,-
Core i5-760	Lynnfield	4	–	2,80 (3,33) GHz	32+32 KiByte	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	45 nm	DDR3-1333	1156	Ca. € 160,-
Core i7-870	Lynnfield	4 + HT	–	2,93 (3,60) GHz	32+32 KiByte	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	45 nm	DDR3-1333	1156	Ca. € 250,-
Core i7-960	Bloomfield	4 + HT	–	3,20 (3,46) GHz	32+32 KiByte	4 x 256 KiByte	8 MiByte	130 W	45 nm	DDR3-1066	1366	Ca. € 250,-
Core i5-2500K	Sandy Bridge DT	4	HD Graphics 3000	3,30 (3,70) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	6 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 185,-
Core i7-2600	Sandy Bridge DT	4 + HT	HD Graphics 2000	3,40 (3,80) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 250,-
Core i7-2600K	Sandy Bridge DT	4 + HT	HD Graphics 3000	3,40 (3,80) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 270,-
Core i7-2700K	Sandy Bridge DT	4 + HT	HD Graphics 3000	3,50 (3,90) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 300,-
Xeon E3-1230	Sandy Bridge DT	4 + HT	–	3,10 (3,60) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 W	32 nm	DDR3-1333	1155	Ca. € 200,-
Sechs Kerne												
Core i7-970	Gulftown	6 + HT	–	3,20 (3,46) GHz	32+32 KiByte	6 x 256 KiByte	12 MiByte	130 W	32 nm	DDR3-1066	1366	Ca. € 500,-
Core i7-990X	Gulftown	6 + HT	–	3,46 (3,73) GHz	32+32 KiByte	6 x 256 KiByte	12 MiByte	130 W	32 nm	DDR3-1066	1366	Ca. € 850,-
Core i7-3930K	Sandy Bridge E	6 + HT	–	3,20 (3,80) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	6 x 256 KiByte	12 MiByte	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	Ca. € 520,-
Core i7-3960X	Sandy Bridge E	6 + HT	–	3,30 (3,90) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	6 x 256 KiByte	15 MiByte	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	Ca. € 930,-

** Die Sandy-Bridge-CPUs verfügen über einen µOp-Cache, der 1.500 bereits dekodierte Befehle speichert

CPU-Kühler

Modell	Preis	Socket AMD/Intel	Montageaufwand AMD/Intel	CPU-Temperatur (100/75/50 °C)	Lautheit (100/75/50 %)	Bauform	Gewicht mit Lüfter	Wertung	Ausgabe
Thermalright Silver Arrow	Ca. € 50,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	43,1/44,2/46,6 °C	1,9/0,6/0,1 Sone	Turmkühler	1.196 g	2,23	04/2011
Noctua NH-C14	Ca. € 65,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	44,7/45,5/47,3 °C	2,6/0,8/0,2 Sone	Vertikalkühler	1.020 g	2,29	04/2011
NZXT Havik 140	Ca. € 65,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/mittel	42,3/44,1/46,3 °C	2,5/0,8/0,1 Sone	Turmkühler	1.048 g	2,30	09/2011
Prolimatech Genesis	Ca. € 60,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	44,3/45,2/48,0 °C*	0,8/0,2/0,1 Sone*	Hybridkühler	1.174 g**	2,31	04/2011
Thermalright HR-02 Macho	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/hoch	43,5/44,6/46,3 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	Turmkühler	858 g	2,32	09/2011
Thermalright True Spirit 140	Ca. € 40,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	43,7/44,7/47,0 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	Turmkühler	790 g	2,32	11/2011
Cooler Master Hyper 612S	Ca. € 40,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/hoch	43,8/45,2/48,3 °C	1,3/0,5/0,2 Sone	Turmkühler	914 g	2,37	09/2011
Enermax ETS-T40-TA	Ca. € 35,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	43,5/44,5/47,4 °C	2,8/1,1/0,2 Sone	Turmkühler	734 g	2,37	11/2011
Phanteks PH-TC14PE	Ca. € 80,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366, 2011	Mittel/mittel	41,9/43,2/45,0 °C	3,2/1,5/0,4 Sone	Turmkühler	1.256 g	2,37	11/2011
Deep Cool Ice Matrix 400	Ca. € 30,-	AM2-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	44,9/46,6/48,6 °C	2,5/0,8/0,2 Sone	Turmkühler	678 g	2,42	07/2011
Be quiet Dark Rock Pro C1	Ca. € 60,-	754, 939-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/hoch	43,4/44,0/46,8 °C	2,1/0,7/0,2 Sone	Turmkühler	1.240 g	2,44	04/2011
Be quiet Shadow Rock SR1	Ca. € 40,-	754, 939-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/hoch	45,7/47,2/49,9 °C	1,1/0,3/0,1 Sone	Turmkühler	864 g	2,46	11/2011
EKL Alpenföhn K2	Ca. € 75,-	754, 939-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	43,4/44,5/46,9 °C	2,7/1,2/0,3 Sone	Turmkühler	1.352 g	2,46	11/2011
EKL Alpenföhn Triglav	Ca. € 35,-	754, 939-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Mittel/mittel	45,7/46,2/47,6 °C	2,1/0,7/0,4 Sone	Turmkühler	810 g	2,46	11/2011
Be quiet Dark Rock Advanced C1	Ca. € 45,-	754, 939-AM3(+), FM1/775, 1155, 1156, 1366	Hoch/hoch	45,6/47,1/52,0 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	Turmkühler	854 g	2,47	04/2011

* Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt ** Dem Kühler liegt kein Lüfter bei, Gewicht inklusive Be quiet Silent Wings USC (140 mm)



Einkaufsführer Mainboards/RAM

Mainboards – Sockel AM3+ – eine Übersicht aller bisher getesteten Sockel-2011-Boards finden Sie auf Seite 92

Produkt	Preis	Chip	BIOS/Plat.	Slots	PCI-E-Lanes	USB 3.0 (max.)/SATA	Sonst. Ausstattung	Leistungsaufn.*	OC	S. Pi 1M	Wertung	Ausgabe
Asus Crosshair V Formula	Ca. € 190,-	990FX/SB950	9911, UEFI/1.01	x16 (4), x1 (2), PCI (1)	2 x 16 o. 4 x 8	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	SLI-, Crossfire-Brücke	76,5/286,1 Watt	1,25	23,73 Sek.	1,59	12/2011
Asrock 970 Extreme4	Ca. € 80,-	970/SB950	1.40, UEFI/1.02	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	1 x 16 o. 2 x 8	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Diag.-LEDs, SLI-Brücke	80,2/296,5 Watt	1,75	23,68 Sek.	1,72	12/2011
Gigabyte 970A-UD3	Ca. € 80,-	970/SB950	F4, BIOS/1.0	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	16/4	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	Dual-BIOS	87,5/310,1 Watt	1,75	21,60 Sek.	1,76	12/2011
Asus M5A99X Evo	Ca. € 95,-	990X/SB950	0810, UEFI/1.01	x16 (3), x1 (2), PCI (1)	1 x 16 o. 2 x 8	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	SLI-Brücke	74,8/294,5 Watt	1,50	23,74 Sek.	1,77	12/2011

System: FX-8150, kein Turbo-Core, Radeon HD 5870, 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3, Win7 x64, Cat. 11.6

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel FM1

Produkt	Preis	Chip/Form.	BIOS/Platine	Slots	Lanes	USB 3.0 (max.)/SATA	Sonst. Ausstattung	Leistungsaufn.*	OC	S. Pi 1M	Wertung	Ausgabe
Gigabyte A75M-UD2H	Ca. € 85,-	A75, MATX	F3, Award/1.0	x16 (2), x1 (1), PCI (1)	16/4	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Dual-BIOS	37,8/144,5 Watt	2,00	25,66 Sek.	1,84	09/2011
Asus F1A75-V Pro	Ca. € 85,-	A75, ATX	0802, UEFI/1.03	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	16/4	4 x (6 x)/7 x 6Gb/s	Keine	39,7/140 Watt	1,75	25,63 Sek.	1,87	09/2011
Sapphire Pure Plat. A75	Ca. € 100,-	A75, ATX	1.1, UEFI/1.0	x16 (1), x1 (2), x4 (1) PCI (2)	16/4	2 x (4 x)/5 x 6Gb/s	Mini-PCI-E-Slot	40,7/132,2 Watt	1,50	25,55 Sek.	2,04	09/2011

System: A8-3850, integrierte Grafikeinheit (Frame Buffer: 1.024 MiByte), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master TX 3; Win7 x64, Cat. 11.6

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 1155

Produkt	Preis	Chip/Form.	BIOS/Platine	Slots	Lanes	USB 3.0 (max.)/SATA	Sonst. Ausstattung	Leistungsaufn.*	OC	S. Pi 1M	Wertung	Ausgabe
Gigabyte Z68X-UD7-B3	Ca. € 300,-	Z68/ATX	F6, BIOS/1.0	x16 (4), x1 (1), PCI (2)	16/2 x 8	6x (10x)/4x 6Gb/s, 4x 3G.	NF200 SLI, Dual BIOS	92,2/230,4 Watt	1,50	11,98 Sek.	1,48	07/2011
MSI Big Bang Marshal	Ca. € 320,-	P67/XL-ATX	1.0B, UEFI/1.1	x16 (8), x1 (0), PCI (0)	2 x 16	8x (12x)/4x 6Gb/s, 4x 3G.	Lucid Hydra, OC-Display	93,8/246,2 Watt	1,25	12,03 Sek.	1,52	05/2011
Asus Maximus IV E. R3	Ca. € 280,-	P67/Ext.-ATX	1101, UEFI/1.02	x16 (4), x4 (1), x1 (1)	2 x 16	8x (10x)/4x 6Gb/s, 4x 3G.	NF200 SLI, Bluetooth	86,2/234,4 Watt	1,25	12,03 Sek.	1,53	05/2011
Asus P8P67 Deluxe R3	Ca. € 170,-	P67/ATX	0604, UEFI/1.03	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	16/2 x 8	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Bluetooth, Diag.-LEDs	75,1/225,2 Watt	1,50	12,04 Sek.	1,53	05/2011
MSI Z68A-GD80 (B3)	Ca. € 190,-	Z68/ATX	17.0, UEFI/3.0	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	16/2 x 8	2x (4x)/3x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Spannungsmesspunkte	68,1/210,0 Watt	1,50	12,04 Sek.	1,61	07/2011
Asus P8P67 Rev 3.0	Ca. € 110,-	P67/ATX	0604, UEFI/1.02	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	16 & 4	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Bluetooth	69,4/218,8 Watt	1,50	12,00 Sek.	1,64	05/2011
Asus Sabertooth P67 R3	Ca. € 150,-	P67/ATX	1305, UEFI/1.02	x16 (2), x1 (3), PCI (1)	16/2 x 8	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Plastikabdeckung	73,7/222,1 Watt	1,75	12,04 Sek.	1,65	05/2011
MSI Z68A-GD65 (G3)	Ca. € 150,-	Z68/ATX	23.0, UEFI/4.0	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	16/2 x 8	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Spannungsmesspunkte	77,4/217,3 Watt	1,50	12,06 Sek.	1,69	10/2011
Gigabyte P67A-UD3-B3	Ca. € 120,-	P67/ATX	F2, BIOS/F4	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	16 & 4	2x (2x)/2x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Dual-BIOS	66,7/210,9 Watt	1,75	12,06 Sek.	1,75	05/2011
MSI P67A-C45 (B3)	Ca. € 95,-	P67/ATX	1.8B5, UEFI/1.0	x16 (1), x1 (3), PCI (3)	16	2x (4x)/2x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Clear-CMOS-Schalter	65,8/216,5 Watt	2,00	12,04 Sek.	1,80	05/2011
Asrock Z68 Pro3	Ca. € 85,-	Z68/ATX	4.6.4, UEFI/1.0	x16 (1), x1 (3), PCI (2)	16	2x (2x)/2x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Nicht vorhanden	77,0/219,7 Watt	1,75	12,06 Sek.	1,84	10/2011
Asus P8H67-I Del. (B3)	Ca. € 120,-	H67/Mini-ITX	0502, UEFI/2.00	x16 (1)	16	2x (4x)/2x 6Gb/s, 2x 3Gb/s	WLAN-n, Bluetooth	68,9/215,9 Watt	1,75	12,04 Sek.	2,06	05/2011

System: Core i5-2400 ES, kein Turbo-Modus, Radeon HD 5870, 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards – Sockel 1156

Produkt	Preis	Chip	BIOS/Platine	x16-Slots	Weitere PCI-E-Slots	LAN	Sonstige Ausstattung	OC	OC-Test	7-Zip	Super Pi 1M	Wertung	Ausgabe
MSI P55-GD65*	Ca. € 120,-	P55	1.00/1.0	Zwei Slots	Zwei x1, ein x4	2 Ports	7x SATA 3Gb/s, 1x E-SATA, Spannungsm.	1,50	200 MHz (Auto-Sp.)	9.032 KiB/s	15,66 Sek.	1,41	10/2009
Giga. H55M-UD2H**	Ca. € 90,-	H55	F4/1.0	Zwei Slots	-	1 Port	5x SATA, 1x Firewire, 1x E-SATA	1,50	200 MHz (Auto-Sp.)	9.611 KiB/s	15,60 Sek.	1,45	03/2010

System: Core i5-750 ES, kein Turbo-Modus, GeForce GTX 285, 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3

* Windows Vista x64 ** Windows 7 x64

Mainboards – Sockel 1366

Produkt	Preis	Chipsatz	BIOS/Platine	PCI-E-Slots	LAN	Sonstige Ausstattung	OC	OC-Test	7-Zip	S. Pi 1M	Wertung	Ausgabe
Asus Rampage III Extr.	Ca. € 300,-	X58/ICH10R	1005/1.04G	x16 (4), x4 (1)	1 Port	2x SATA 6Gb/s, 2x USB 3.0, ROG Connect, Sp.-Mess.	1,25	215 MHz	24.486 KiB/s	12,25 Sek.	1,45	12/2010
MSI Big Bang Xpower	Ca. € 270,-	X58/ICH10R	1.3/1.0	x16 (6), x1 (1)	2 Ports	2x SATA 6Gb/s, 2x USB 3.0, OC-Fernbedienung	1,50	215 MHz	24.631 KiB/s	12,34 Sek.	1,48	12/2010
Asus Rampage III Gene	Ca. € 200,-	X58/ICH10R	0602/1.01G	x16 (2), x4 (1)	1 Port	2x SATA 6Gb/s, 2x USB 3.0, Spannungsmesspunkte	1,25	215 MHz	24.487 KiB/s	12,22 Sek.	1,51	12/2010

System: Core i7-980X, kein Turbo-Modus, GeForce GTX 480, 6.144 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Prolimatech Megahalems; Windows 7 x64

DDR3-RAM

Produkt	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Kühlkörper, Höhe der Module	Garantierte Latenzen	Stab. Latenzen DDR3-1333, 2T	Stab. Latenzen DDR3-1600, 2T	OC-Ergebnis (9-9-9-27, 2T, 1,65 Volt)	Wertung	Ausgabe
G.Skill Sniper	F3-14900CL9D-8GB5R	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	Gewehrkuhler, 4,3 cm	9-10-9-28	6-7-6-12*	7-8-7-13*	1.100 MHz (DDR3-2200)*	1,59	10/2011
Mushkin Redline	996997	Ca. € 110,-	2 x 4 GiByte DDR3-2133	Große Kühlrippen, 4,6 cm	9-11-10-28	6-7-6-11	7-8-7-12	1.075 MHz (DDR3-2150)	1,65	10/2011
Kingston Hyper X	KHX2000C9AD31K2/4GX	Ca. € 100,-	2 x 2 GiByte DDR3-2000	Hohe Kühlrippen, 6,1 cm	9-9-9-27	6-7-5-18	6-8-7-20	1.110 MHz (DDR3-2220)	1,66	10/2011
GEIL Evo Corsa	GOC34GB2133C9ADC	Ca. € 70,-	2 x 2 GiByte DDR3-2133	Schlaufen, 4,6 cm	9-11-9-28	6-7-6-11	7-8-7-13	1.090 MHz (DDR3-2180)	1,67	10/2011
ADATA XPG	AX3U2000GC4G9B-DG2	Ca. € 75,-	2 x 4 GiByte DDR3-2000	Schlaufen, 4,8 cm	9-11-9-27	6-7-6-11	7-8-7-13	1.040 MHz (DDR3-2080)	1,73	10/2011
Corsair Vengeance	CM28GX3M2A1866C9R	Ca. € 60,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	Schlaufen, 5,3 cm	9-10-9-27	6-7-6-11*	7-8-7-12*	1.040 MHz (DDR3-2080)*	1,73	10/2011
Patriot Division 2 Viper X.	PXD38G1866ELK	Ca. € 60,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	Kupferpl., Kühler, 4,2 cm	9-11-9-27	6-7-6-11	7-9-8-12	1.010 MHz (DDR3-2020)	1,77	10/2011
Crucial Ballistix Tracer	BL2KIT25664TB1608	Ca. € 50,-	2 x 2 GiByte DDR3-1600	Standard-Heatspr., 3,0 cm	8-8-8-24	6-7-6-15	8-7-8-18	985 MHz (DDR3-1970)	1,84	10/2011

System: Core i7-860, Asus P7P55D Deluxe (P55-Chip) * Spannung oberhalb der Vorgabe

DDR2-RAM

Produkt	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Kühlkörper	Garantierte Latenzen	Stabile Latenzen bei DDR2-800, 2T	Stabile Latenzen bei DDR2-1066	Overclocking mit 5-5-5-18, 2T	Wertung	Ausgabe
G.Skill Pi-Series	F2-8500CL5D-4GBPI-B	Ca. € 65,-	2 x 2.048 MiByte DDR2-1066	Sehr hoch (5,5 cm)	5-5-5-15	4-4-4-12	5-5-5-15	550 MHz, 2,1 Volt	1,61	06/2009
Kingston Hyper X	KHX8500D2K2/4G	Ca. € 55,-	2 x 2.048 MiByte DDR2-1066	Standard-Heatspreader	5-5-5-15	4-4-4-12	5-5-5-15	550 MHz, 2,2 Volt	1,68	06/2009

System: Core 2 Duo E8500, Asus Blitz Formula (P35)



Einkaufsführer Monitore/Eingabegeräte/Headsets

Flüssigkristallbildschirme (LCDs)

Modell	Preis	Native Auflösung	Hintergrundbeleuchtung	Anschlüsse	Reaktionszeit/Schlieren/Koronabildung	Spieleausg.lich/Inputlag	Helligkeit (0, 50, 100 %)	Helligkeitsabweichung	Wertung	Ausgabe
22 Zoll										
Samsung Syncmaster 2233RZ	Ca. € 240,-	1.680 x 1.050	CCFL (120 Hz)	DVI-D	14 ms/fast keine/keine	Ja/2 ms	84, 183, 295 cd/m²	Max. 14 %	1,72	08/2009
Viewsonic VX2268wm	Ca. € 230,-	1.680 x 1.050	CCFL (120 Hz)	D-Sub, DVI-D (HDCP)	14 ms/fast keine/gering	Ja/5 ms	66, 158, 282 cd/m²	Max. 16 %	2,05	01/2010
LG Flatron E2240T	Ca. € 120,-	1.920 x 1.080	LED	D-Sub, DVI-D (HDCP)	14 ms/kaum sichtbar/gering	Ja/8 ms	101, 186, 272 cd/m²	Max. 13 %	2,13	07/2010
23 bis 24 Zoll										
Iiyama ProLite E2473HDS	Ca. € 180,-	1.920 x 1.080	LED	2x HDMI (HDCP), DVI-D	15 ms/gering/sichtbar	Ja/9 ms	52, 185, 316 cd/m²	Max. 12 %	1,89	08/2011
Dell Ultrasharp U2412M	Ca. € 350,-	1.920 x 1.200	LED	DVI-D, DP, D-Sub	19 ms/sichtbar/sehr gering	Ja/6 ms	43, 177, 322 cd/m²	Max. 15 %	1,90	10/2011
Hewlett-Packard HP ZR24w	Ca. € 340,-	1.920 x 1.200	CCFL	DVI-D (HDCP), Displayport	24 ms/sichtbar/sehr gering	Bedingt/9 ms	56, 166, 301 cd/m²	Max. 6 %	1,91	08/2011
Hyundai W243D	Ca. € 310,-	1.920 x 1.200	CCFL	D-Sub, DVI-D, HDMI (HDCP)	16 ms/kaum sichtbar/keine	Ja/9 ms	17, 125, 303 cd/m²	Max. 22 %	1,93	07/2010
Benq XL2410T	Ca. € 330,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	19 ms/gering/sichtbar	Ja/6 ms	83, 156, 230 cd/m²	Max. 10 %	1,94	08/2011
Viewsonic V3D241wm-LED	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	12 ms/gering/kaum sichtbar	Ja/6 ms	73, 179, 285 cd/m²	Max. 20 %	1,97	03/2011
Viewsonic V3D245	Ca. € 400,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	13 ms/sehr gering/keine	Ja/10 ms	46, 132, 243 cd/m²	Max. 15 %	1,97	01/2012
Benq XL2420T	Ca. € 370,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	15 ms/gering/gering	Ja/7 ms	72, 134, 235 cd/m²	Max. 20 %	1,98	01/2012
27 Zoll										
Eizo Flexscan SX2762W	Ca. € 1.600,-	2.560 x 1.440	CCFL	DVI-D (HDCP), DP, Mini-DP	20 ms/sichtbar/gering	Ja/14 ms	54, 146, 238 cd/m²	Max. 6 %	1,94	05/2011
Samsung Syncmaster P2770H	Ca. € 330,-	1.920 x 1.080	CCFL	DVI-I, HDMI (HDCP)	14 ms/sichtbar/gering	Ja/10 ms	31, 145, 281 cd/m²	Max. 15 %	1,95	07/2010
Asus VG278H	Ca. € 600,-	1.920 x 1.080	LED (120 Hz)	DVI-D (DL), HDMI (HDCP)	18 ms/gering/keine	Ja/12 ms	131, 287, 442 cd/m²	Max. 15 %	1,97	01/2012
Samsung Syncmaster 275T	Ca. € 720,-	1.920 x 1.200	CCFL	D-Sub, DVI-D, HDMI (HDCP)	17 ms/gering/gering	Ja/28 ms	40, 213, 500 cd/m²	Max. 7 %	1,99	01/2010
Asus VE278Q	Ca. € 300,-	1.920 x 1.080	LED	DP, DVI-D, HDMI (HDCP)	14 ms/sehr gering/gering	Ja/19 ms	82, 165, 249 cd/m²	Max. 14 %	2,05	05/2011
Dell U2711	Ca. € 650,-	2.560 x 1.440	CCFL	HDMI, DVI-D (HDCP), DP	21 ms/sichtbar/keine	Ja/24 ms	67, 236, 359 cd/m²	Max. 19 %	2,11	05/2011
NEC PA271W	Ca. € 1.150,-	2.560 x 1.440	CCFL	2x DVI-D, 2x DP	27 ms/sichtbar/keine	Bedingt/25 ms	42, 200, 398 cd/m²	Max. 15 %	2,14	05/2011
30 Zoll										
Eizo Flexscan SX3031W	Ca. € 2.300,-	2.560 x 1.600	CCFL	DVI-D (Dualink), DVI-D	19 ms/sehr gering/keine	Ja/28 ms	73, 142, 250 cd/m²	Max. 4 %	1,99	01/2010
HP ZR30w	Ca. € 1.200,-	2.560 x 1.600	CCFL	DVI-D (Dualink), Displayport	28 ms/sichtbar/keine	Bedingt/9 ms	125, 255, 415 cd/m²	Max. 13 %	2,02	11/2010

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge/ Stromversorgung	Tasten	Abtastung	Anschluss	Max. Auflösung	Gewicht	Spieleausg.lichkeit	Wertung	Ausgabe
Roccat Kone [+]	Ca. € 70,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	6.000 Dpi	125-145 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	10/2010
Razer Imperator (Neuaufgabe)	Ca. € 60,-	200 cm	7 + Scrollrad	Laser und LED	USB	6.400 Dpi	100 Gramm	Uneingeschränkt	1,46	09/2011
Steelseries Sensei	Ca. € 65,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.000 Dpi	102 Gramm	Uneingeschränkt	1,47	11/2011
CM Storm Sentinel Zero-G	Ca. € 50,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.600 Dpi	93,5-116 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2010
Steelseries Xai	Ca. € 55,-	195 cm	5 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.000 Dpi	96 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2009
Logitech G700	Ca. € 65,-	185 cm + 160 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.600 Dpi	93,5-116 Gramm	Uneingeschränkt	1,64	11/2010
Logitech G400	Ca. € 30,-	200 cm	5 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	3.600 Dpi	108 Gramm	Uneingeschränkt	1,73	10/2011
Roccat Kova [+]	Ca. € 40,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	3.200 Dpi	92 Gramm	Uneingeschränkt	1,77	03/2011
CM Storm Spawn	Ca. € 30,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Infrarot)	USB	3.500 Dpi	114 Gramm	Uneingeschränkt	1,79	03/2011

Tastaturen

Modell	Preis	Anschlag/Druckpunkt	Layout/Tastenhöhe	Anschluss	Zusatz Tasten	Handballenablage	Spieleausg.lichkeit	Wertung	Ausgabe
Logitech G19	Ca. € 135,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	29 + LCD	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,40	04/2009
Roccat Isku	Ca. € 75,-	Gut bis sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	15 + 3 Daumentasten	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,42	11/2011
Logitech G15 (Refresh)	Ca. € 90,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	29 + LCD	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,43	11/2007
Microsoft Sidewinder X6	Ca. € 50,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	32 + mod. Bauweise	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,56	12/2008
Microsoft Sidewinder X4	Ca. € 35,-	Gut/sehr gut	Full-size/halbhoch	USB	16	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,59	05/2010
Logitech G510	Ca. € 70,-	Gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	18 + LCD	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,60	11/2010
Razer Black Widow Ultimate	Ca. € 115,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	15	Nicht vorhanden	Uneingeschränkt	1,63	02/2011
Logitech G110	Ca. € 60,-	Befriedigend/gut	Full-size/normal	USB	26	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,66	02/2010
Steelseries Shift Gaming Keyboard	Ca. € 65,-	Gut/gut bis sehr gut	Full-size/normal	USB	20	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,67	03/2011

Headsets

Modell	Preis	Art	Tragekomfort	Gewicht	Hochtonbereich	Mitteltonbereich	Tiefenbereich	Ortung (Spiel)	Wertung	Ausgabe
Beyerdynamic MMX 300	Ca. € 280,-	Stereo-Headset, Klinke	Sehr gut	336 Gramm	Sehr gut	Sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,49	12/2010
Steel Series 7H USB	Ca. € 110,-	USB (7.1)/Klinke (Stereo)	Gut bis sehr gut	238 Gramm	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,51	12/2010
Sennheiser PC 360	Ca. € 140,-	Stereo-Headset, Klinke	Gut bis sehr gut	258 Gramm	Sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,53	12/2010
Corsair HS1	Ca. € 75,-	7.1-H. (virtuell), USB	Gut bis sehr gut	340 Gramm	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,57	12/2010
Corsair HS1A	Ca. € 55,-	Stereo-Headset, Klinke	Gut bis sehr gut	340 Gramm	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut	Gut bis sehr gut	1,59	11/2011
Logitech G930 Wireless	Ca. € 140,-	7.1-H. (virtuell), USB	Gut bis sehr gut	328 Gramm	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut	1,61	12/2010
Creative S. Bl. Ta. 3D Omega	Ca. € 230,-	7.1-Headset, USB	Gut	336 Gramm	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut	1,72	11/2011
Logitech G35	Ca. € 90,-	7.1-H. (virtuell), USB	Gut bis sehr gut	346 Gramm	Gut bis sehr gut	Gut	Gut bis sehr gut	Gut	1,73	08/2010
Sennheiser PC 320	Ca. € 70,-	Stereo-Headset, Klinke	Befried. bis gut	218 Gramm	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	1,77	11/2011



Einkaufsführer Netzteile/Laufwerke/Gehäuse

SATA-Festplatten 3,5 Zoll

Modell	Preis	Interface	Kapazität binär/dezimal	U/min	Lautheit Leerl./Zugriff	Zugriff Lesen/Schreiben	Cache	Transfer Lesen/Schreiben	Wertung	Ausgabe
2 Terabyte und größer (neue Wertungen)										
Hitachi Deskstar HDS723030ALA640	Ca. € 290,-	SATA 6,0 GBit/s	2.794 GiByte/3.000 GByte	7.200	0,3/0,5 Sone	15,7/6,0 ms	64 MiByte	120,3/119,5 MByte/s	1,97	05/2011
WD Caviar Black WD2001FAS	Ca. € 160,-	SATA 3,0 GBit/s	1.863 GiByte/2.000 GByte	7.200	0,4/0,8 Sone	11,9/5,7 ms	64 MiByte	115,6/115,5 MByte/s	2,07	01/2011
Seagate Barracuda XT ST33000651AS	Ca. € 240,-	SATA 6,0 GBit/s	2.794 GiByte/3.000 GByte	7.200	0,3/0,4 Sone	16,7/7,4 ms	64 MiByte	118,5/117,9 MByte/s	2,10	05/2011
Hitachi Deskstar HDS722020ALA330	N. lieferbar	SATA 3,0 GBit/s	1.863 GiByte/2.000 GByte	7.200	0,6/0,9 Sone	13,7/6,3 ms	32 MiByte	105,5/105,2 MByte/s	2,20	01/2011
Samsung Ecogreen F3 HD203WI	Ca. € 195,-	SATA 3,0 GBit/s	1.863 GiByte/2.000 GByte	5.400	0,3/0,5 Sone	15,5/8,1 ms	32 MiByte	85,7/85,6 MByte/s	2,21	01/2011
Samsung Ecogreen F4 HD204UI	Ca. € 140,-	SATA 3,0 GBit/s	1.863 GiByte/2.000 GByte	k. A.	0,2/0,5 Sone	18,6/16,8 ms (sic)	32 MiByte	108,9/108,9 MByte/s	2,26	01/2011
1,5 Terabyte										
Samsung Ecogreen F2 HD154UI	Ca. € 130,-	SATA 3,0 GBit/s	1.397 GiByte/1.500 GByte	5.400	0,2/0,3 Sone	14,8/8,9 ms	32 MiByte	87,2/84,2 MByte/s	2,41	06/2009
Seagate Barracuda LP 5900.12 ST31500541AS	Ca. € 125,-	SATA 3,0 GBit/s	1.397 GiByte/1.500 GByte	5.900	0,2/0,3 Sone	13,3/7,3 ms	32 MiByte	81,8/81,6 MByte/s	2,58	11/2009
Seagate Barracuda 7200.11 ST31500341AS	Ca. € 110,-	SATA 3,0 GBit/s	1.397 GiByte/1.500 GByte	7.200	0,5/0,7 Sone	13,5/8,9 ms	32 MiByte	99,4/98,8 MByte/s	2,64	05/2009
1 Terabyte										
Samsung Spinpoint F3 HD103SJ	Ca. € 120,-	SATA 3,0 GBit/s	931 GiByte/1.000 GByte	7.200	0,4/0,9 Sone	13,5/6,8 ms	32 MiByte	118,8/117,8 MByte/s	2,25	11/2009
Seagate Barracuda 7200.12 ST31000528AS	Ca. € 120,-	SATA 3,0 GBit/s	931 GiByte/1.000 GByte	7.200	0,4/0,5 Sone	15,2/11,0 ms	32 MiByte	102,3/100,7 MByte/s	2,58	05/2009
Unter 1 Terabyte										
WD Velociraptor 600GB WD6000HLHX	Ca. € 305,-	SATA 6,0 GBit/s	559 GiByte/600 GByte	10.000	0,4/1,5 Sone	6,8/3,5 ms	32 MiByte	133,3/131,6 MByte/s	2,19	06/2010
Samsung Spinpoint F3 HD502HJ	Ca. € 95,-	SATA 3,0 GBit/s	466 GiByte/500 GByte	7.200	0,2/0,4 Sone	13,6/7,8 ms	16 MiByte	116,2/116,2 MByte/s	2,26	11/2009
WD Velociraptor 300GB WD3000HLFS	Ca. € 185,-	SATA 3,0 GBit/s	279 GiByte/300 GByte	10.000	0,4/0,9 Sone	7,1/4,0 ms	16 MiByte	108,6/108,3 MByte/s	2,45	05/2009

Solid State Disks (SSDs)

Modell	Preis	Interface	Kapazität binär/dezimal	Controller (Firmware)	Flash-Typ	Zugriff Lesen/Schr.	Transferrate Lesen/Schr.	PCGH-Kopier-tests 1/2/3	Wertung	Ausgabe
Kingston Hyper X SSD (240 GB)	Ca. € 385,-	SATA 6 GBit/s	224 GiByte/240 GByte	SF-2281 (320ABBF0)	25 nm Comp.-MLC*	0,20/0,19 ms	561/531 MByte/s	43/69/65 Sek.	1,57	10/2011
Samsung SSD 830 (512 GB)	Ca. € 600,-	SATA 6 GBit/s	477 GiByte/512 GByte	S4LJ204X01 (CXM01B1Q)	27 nm, Toggle-DDR	0,04/0,03 ms	549/410 MByte/s	47/74/48 Sek.	1,66	11/2011
Samsung SSD 830 (256 GB)	Ca. € 320,-	SATA 6 GBit/s	224 GiByte/240 GByte	S4LJ204X01 (CXM01B1Q)	27 nm, Toggle-DDR	0,12/0,04 ms	549/410 MByte/s	47/74/48 Sek.	1,66	11/2011
OCZ Vertex 3 (240 GB)	Ca. € 320,-	SATA 6 GBit/s	224 GiByte/240 GByte	SF-2281 (2.02)	25 nm, ONFI	0,19/0,19 ms	561/528 MByte/s	44/68/74 Sek.	1,69	11/2011
Extrememory XLR8 Expr. (240 GB)	Ca. € 360,-	SATA 6 GBit/s	224 GiByte/240 GByte	SF-2281 (319ABBF0)	25 nm, ONFI	0,19/0,19 ms	561/529 MByte/s	44/66/75 Sek.	1,71	11/2011
Kingston Hyper X SSD (120 GB)	Ca. € 190,-	SATA 6 GBit/s	112 GiByte/120 GByte	SF-2281 (320ABBF0)	25 nm Comp.-MLC*	0,19/0,19 ms	521/561 MByte/s	45/77/95 Sek.	1,76	11/2011
OCZ Vertex 3 Max I/O (120 GB)	Ca. € 190,-	SATA 6 GBit/s	112 GiByte/120 GByte	SF-2281 (2.08)	32 nm, Toggle-DDR	0,22/0,23 ms	561/511 MByte/s	46/73/78 Sek.	1,78	11/2011
A-Data S511 (120 GB)	Ca. € 150,-	SATA 6 GBit/s	112 GiByte/120 GByte	SF-2281 (320ABBF0)	25 nm, ONFI	0,19/0,20 ms	561/521 MByte/s	45/82/95 Sek.	1,88	11/2011
Extrememory XLR8 Expr. (120 GB)	Ca. € 170,-	SATA 6 GBit/s	112 GiByte/120 GByte	SF-2281 (319ABBF0)	32 nm, Toggle-DDR	0,22/0,23 ms	559/515 MByte/s	51/75/85 Sek.	1,89	08/2011
Corsair Force GT (120 GB)	Ca. € 160,-	SATA 6 GBit/s	112 GiByte/120 GByte	SF-2281 (1.3)	25 nm, ONFI	0,19/0,19 ms	561/521 MByte/s	45/81/95 Sek.	1,89	11/2011

* Herstellerangabe. Gerät ließ sich nicht öffnen.

Gehäuse (neue Testmethoden – die Wertungen sind nicht mit älteren Tests vergleichbar)

Modell	Preis	Plätze für Laufwerke	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit enthaltene Lüfter (12/7/5 Volt)	Temperatur im Stabilitätstest (CPU/VGA/HDD)	Lautheit frontalt/schräg (Silent Wings 2)	Wertung	Ausgabe
NEU Fractal Design Arc Midi	Ca. € 80,-	8 x 2,5/3,5 Zoll, 2 x 5,25 Zoll	6 x 140 mm, 1 x 180 mm	3 x 140 mm	1,4/0,3/0,1 Sone	63/69/31° Celsius	3,8/3,9 Sone	1,92	01/2012
NEU NZXT H2	Ca. € 85,-	8 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	4 x 120 mm, 1 x 140 mm	3 x 120 mm	1,8/0,5/0,2 Sone	75/75/32° Celsius	2,9/2,9 Sone	1,99	01/2012
NEU Anidées AI-6B	Ca. € 110,-	6 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	1 x 120, 1 x 140, 4 x 120/140 mm	1 x 120, 1 x 140 mm	0,7/0,2/0,1 Sone	74/77/32° Celsius	3,3/3,1 Sone	2,23	01/2012
NEU Corsair Carbide 400R	Ca. € 85,-	6 x 2,5/3,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	2 x 120, 6 x 120/140 mm	3 x 120 mm	0,8/0,2/0,1 Sone	69/72/29° Celsius	4,2/4,2 Sone	2,25	01/2012
NEU Lepa LPC302	Ca. € 85,-	6 x 2,5/3,5 Zoll, 4 x 5,25 Zoll	10 x 120 mm, 2 x 140 mm	3 x 120 mm	1,1/0,3/0,2 Sone	65/70/30° Celsius	4,5/4,8 Sone	2,31	01/2012
NEU Xigmatek Midgard II	Ca. € 70,-	6 x 2,5/3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	4 x 120 mm, 4 x 140 mm	2 x 120 mm	1,1/0,3/0,2 Sone	67/72/30° Celsius	4,4/4,4 Sone	2,47	01/2012
NEU Hanjung TR310	Ca. € 55,-	5 x 3,5 Zoll, 3 x 5,25 Zoll	6 x 120 mm	3 x 120 mm	0,7/0,1/0,1 Sone	67/71/30° Celsius	4,5/4,5 Sone	2,75	01/2012

Netzteile

Modell	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Länge)	Leistung +3,3/+5 V	Leistung +12 V	Lautheit 10/20/50/80/100 %	Effizienz 10/20/50/80/100 %	Wertung	Ausgabe
400 bis 600 Watt								
Enermax Platimax EPM600AWT	Ca. € 175,-	4x 6+2-Pin (75 cm)	100 Watt	500 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/0,9 Sone	85/91/94/93/92 %	1,51	12/2011
Seasonic X460FL	Ca. € 130,-	2x 6+2-Pin (57 cm)	100 Watt	456 Watt	0,1 Sone (fliegt sehr leise)	80/87/93/93/93 %	1,65	07/2011
Be quiet Straight Power E8 400W	Ca. € 55,-	1x 6+2-Pin (55 cm)	120 Watt	360 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,2 Sone	81/90/93/92/91 %	1,84	02/2011
630 bis 800 Watt								
Enermax Modu87+ 700 W	Ca. € 150,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	120 Watt	696 Watt	0,1/0,1/0,1/0,3/0,8 Sone	84/89/93/90/90 %	1,54	07/2011
Corsair AX750	Ca. € 140,-	4x 6+2-Pin (55 cm)	125 Watt	744 Watt	0,1/0,1/0,3/0,4/2,3 Sone	85/90/93/92/91 %	1,59	07/2011
Lepa G700	Ca. € 120,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	120 Watt	696 Watt	0,1/0,1/0,1/0,2/0,7 Sone	86/92/93/91/90 %	1,65	07/2011
Über 800 Watt								
Silverstone Strider Gold 850W	Ca. € 130,-	2x 6+2-Pin (55 cm)/2x 6-Pin (55 cm)	150 Watt	840 Watt	0,5/0,5/0,5/0,5/1,6 Sone	82/89/92/90/89 %	1,73	07/2011
OCZ ZX 850	Ca. € 150,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	170 Watt	838 Watt	0,5/0,5/0,5/1,4/3,1 Sone	84/91/93/91/90 %	1,93	07/2011
Cooler Master Sil. Pro Gold 1000	Ca. € 190,-	4x 6+2-Pin (60 cm)/4x 6-Pin (60 cm)	150 Watt	984 Watt	0,4/0,4/0,4/1,0/4,0 Sone	85/91/93/92/90 %	2,00	07/2011

Die Redaktion

facebook

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

THILO BAYER

Chefredakteur | tb@pcgh.de



PC aktuell: Die Liste der nervigen und offenen Punkte am neuen PC wird kleiner.

High-End-Plattformen ... sind wichtig als technologische Aushängeschilder, damit der Hersteller eine nach unten skalierbare Technologie hat. So viel zur Theorie. :-)
 Praktisch gesehen reichen natürlich meist auch die Mittelklasse-Plattformen, aus Preis-/Leistungs-Sicht sowieso.

Beim ersten Schnee ... wird der Kinderschlitten aus dem Keller geholt und dann geht es auf die Nürnberger „Berge“ zum Rodeln.

Privat-PC: Core i7 ES mit sechs Kernen und 2,4 GHz Takt, MSI GeForce GTX 460, 24-Zoll-Display von Acer
 Komplettes System:
BONUSCODE 2669

Fachbereiche: Print allgemein, Online allgemein, Spiele, Fotografie

CHRISTIAN GÖGELEIN

Stellv. Chefredakteur | cg@pcgh.de



PC aktuell: Weil ich immer noch keine Zeit fürs große Sandy-Bridge-Update hatte, habe ich zumindest den Prozessor aufgewertet – ein 965 ist nun drin.

High-End-Plattformen ... sind normalerweise überbeuert und daher für mich in der Regel uninteressant.

Beim ersten Schnee ... schreiben wir hoffentlich noch das Jahr 2011 und ich werde Anno 2070 durchgespielt haben. Außerdem steht dann das traditionelle Plätzchenbacken mit meiner Tochter an, dazu gibt es Lebkuchen, Glühwein und frische Orangen.

Privat-PC: Core i7-965, Asus P6T-SE, 3 GiByte DDR3-1067, Radeon HD 5850, Viewsonic 19-Zoll-TFT
 Komplettes System:
BONUSCODE 2666

Fachbereiche: Prozessoren, Windows, Netzwerk, Heftorganisation

MARCO ALBERT

Leitender Redakteur | ma@pcgh.de



PC aktuell: Ich habe mir tatsächlich eine SSD zugelegt und nachdem ich die Probleme des Klonens lösen konnte, ist alles sooo schnell!

High-End-Plattformen ... so einen FX kann ich mir gut als Ersatz für den X6 vorstellen, doch rund 250 Euro für kaum fühlbare Mehrleistung sind doch zu teuer.

Beim ersten Schnee ... gehe ich mit meiner Tochter Schlittenfahren und anschließend teste ich die neuen Winterreifen, die ein tiefes Loch in die Geldbörse gerissen haben.

Privat-PC: AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiByte RAM, Gigabyte GA870A-UD3, GeForce 9800 GT, 22-Zoll-LCD
 Komplettes System:
BONUSCODE 2666

Fachbereiche: Monitore, Sicherheitssoftware, Netzteile, Windows

LARS CRAEMER

Redakteur | lc@pcgh.de



PC aktuell: Derzeit reicht die Leistung meiner Systeme noch völlig aus. Sobald Battlefield 3 und Call of Duty MW3 in der Wühlbox auftauchen, wird auch die Leistung der Systeme angepasst.

High-End-Plattformen ... liefern in der Regel zwar viel Leistung, kosten jedoch auch dementsprechend viel Geld. Preisbewusste Anwender sind mit etwas langsameren und gleichzeitig sparsameren Ausführungen besser beraten.

Beim ersten Schnee ... geht es mit dem Brett auf die Piste.

Privat-PC: C2Q Q6600, Asus P45, 4 GiByte DDR2-800, Asus GeForce GTX 260 samt Silent-Umbau
 Komplettes System:
BONUSCODE 2786

Fachbereiche: Mobile Geräte, Online-Auftritt von PC Games Hardware

ANDREAS LINK

Redakteur | al@pcgh.de



PC aktuell: Ich sollte meine HDDs bei Ebay verklingeln und das Geld anlegen. :-)

High-End-Plattformen ... sind für mich tendenziell uninteressant. Ich hab gerne flotte Hardware, aber man muss das Geld ja nicht mit offenen Armen aus dem Fenster werfen. Da mach ich lieber einen Urlaub mehr oder kaufe mir was anderes Schickes.

Beim ersten Schnee ... wünsche ich mich an meinen Urlaubsort zurück. Da hatte es im November herrliche 22 bis 30 Grad Celsius bei geringer Luftfeuchte und angenehmem Wind vom Meer.

Privat-PC: i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 4 GiByte DDR3-1333, Audigy 2 ZS, Samsung 2494HM
 Komplettes System:
BONUSCODE 2667

Fachbereiche: Online-Auftritt von PC Games Hardware

DANIEL MÖLLENDORF

Redakteur | dm@pcgh.de



PC aktuell: Nachdem ich mein neues Netbook (Asus Eee PC 1215B) mit einer SSD ausgestattet hatte, war als Nächstes mein Spiele-PC dran: Dank der S511 von Adata werden fast alle HDD-typischen Zwangspausen beseitigt und manche Spiele laden sogar schneller. Bei der Gelegenheit habe ich auch gleich mehr RAM eingebaut.

High-End-Plattformen ... machen beim Testen viel Spaß, da Ladezeiten und Benchmarks weniger zeitraubend sind. :-)

Beim ersten Schnee ... werde ich trotzdem Joggen.

Privat-PC: Core i5-750, Asus P7P55D, 8 GiByte DDR3-RAM, Geforce GTX 580, 24-Zoll-LCD, Adata S511 (120 GB)
 Komplettes System:
BONUSCODE 2668

Fachbereiche: Mainboards, RAM, Headsets, Gehäuse, opt. Laufwerke

MARC SAUTER

Redakteur | ms@pcgh.de



PC aktuell: Der FX-8150, das Gigabyte 990FX-UD5 und ein AM3-Kit für den Proliant Megahalems sind eingebaut. Battlefield 3 profitiert messbar, für TES V: Skyrim habe ich den Bulldozer zudem auf 4,5 GHz gejagt.

High-End-Plattformen ... sind prinzipiell interessant, allerdings erfordern heutige Spiele solche (leider oder zum Glück?) nicht mehr. Anwender aber greifen zu.

Beim ersten Schnee ... packe ich das Rennrad in die Garage, denn das Blitzzeit im Januar war heftig. Die paar Minuten mehr bis zur Arbeit nehme ich in Kauf.

Privat-PC: FX-8150, Gigabyte 990FX-UD5, 8 GiB DDR3-1600, Asus GTX 580 DC II, X-Fi, SSD, X-Series 460W
 Komplettes System:
BONUSCODE 2665

Fachbereiche: Prozessoren, Spiele, Online, Grafikkarten-Kühler

CARSTEN SPILLE

Redakteur | cs@pcgh.de



PC aktuell: Wie durch ein Wunder habe ich mein zwölf Jahre altes High-End-System wieder zum Laufen bekommen – einen Athlon 600 (Argon-Kern) auf dem Epox 7KXA.

High-End-Plattformen ... in Form der 6+-Kerner SB-E oder Bulldozer finde ich für den Desktop überdimensioniert. Mir sind angesichts oft nur gering optimierter Software wenige Kerne mit viel Leistung lieber, zumal deren Energiebilanz meist besser ist.

Beim ersten Schnee ... lebe ich als Winterkind wieder so richtig auf und begebe mich sogar freiwillig in die freie Natur. :-)

Privat-PC: Core 2 Duo E8500, Gigabyte EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800, Corsair Force F60, PoV GTX 480, Dell 3007WFP
 Komplettes System:
BONUSCODE 2662

Fachbereiche: Grafikkarten, Festplatten/SSDs, Heft-DVD

FRANK STÖWER

Redakteur | fs@pcgh.de



PC aktuell: Der Artikel „PC-Spieler im Visier“ in der letzten Ausgabe hat mich überzeugt: Nachdem meine G-Data Internet Security 2011 abgelaufen ist, beschützt mich seit diesem Monat der Testieger Kaspersky Internet Security 2012 vor Cyber-Gaunern.

High-End-Plattformen ... sind für Enthusiasten und Dauer-Übertakter sicher interessant. Ich jedoch benötige die hohe Leistung zum Zocken allerdings nicht.

Beim ersten Schnee ... hoffe ich als Kunde, dass die Bahn – anders als letztes Jahr – gegen die weiße Pracht gewappnet ist.

Privat-PC: Phenom II X6 1075T auf Asus M4A87TD (AMD 870), 4 GiByte DDR3-1600-RAM, GF GTX 560 Ti
 Komplettes System:
BONUSCODE 2660

Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, USB-Sticks, Mausepads

RAFFAEL VÖTTER

Redakteur | rv@pcgh.de



PC aktuell: Ich musste für den BF3-MP-Modus die CPU-Spannung minimal erhöhen (nur für den) – eine Wahnsinns-Engine!

High-End-Plattformen ... sind zwar interessant, reißen aber ein zu tiefes Loch in den Geldbeutel – nein, danke. Wer nicht nur spielt, sollte jedoch über die Investition in einen Intel-Hexacore nachdenken.

Beim ersten „Schnee“ ... hatte ich viel Spaß. Erinnern Sie sich an den 6. Januar? Eine Handvoll Kollegen und ich arbeiteten an diesem Feiertag. Der Boden war komplett vereist – ein flutsches Vergnügen!

Privat-PC: X6 1100T @ 2,8 GHz (1,06 Volt), 8 GiB DDR3, Asus GTX 580 DC II @ 900 MHz, X-Fi Forte, 30-Zoll-LCD
 Komplettes System:
BONUSCODE 2664

Fachbereiche: Grafikkarten, Note- und Netbooks, Spiele

DANIEL WAADT

Product Manager | dw@pcgh.de



PC aktuell: Viele Arbeitsstunden hat mich die Umrüstung meines PCs auf einen AMD FX-8150 gekostet, doch der Aufwand hat sich gelohnt. Trotz der Leistung ist der neue PC dank viel Feintuning nahezu unhörbar.

High-End-Plattformen ... Nachdem mein alter Phenom II X4 940 BE in die Jahre gekommen ist und der Bulldozer viel Kerne für relativ wenig Geld bietet, konnte ich nicht widerstehen – siehe oben. Der neue 6-Kerner von Intel ist mir dagegen viel zu teuer.

Beim ersten Schnee ... freue ich mich auf einen Drift mit dem neuen Auto. :-)

Privat-PC: AMD FX-8150, 8 GiB DDR3, Geforce GTX 560 Ti, 256-GB-SSD, Be quiet E8 580 Watt, 2 x 22-Zoll-LCD
 Komplettes System:
BONUSCODE 2746

Fachbereiche: Videos, PCGH-Produkte, Online

STEPHAN WILKE

Redakteur | sw@pcgh.de



PC aktuell: Beim Internet-PC hat sich das Netzteil verabschiedet. Zum Glück hatte ich noch Ersatz (300 W, läuferlos) in Reserve.

High-End-Plattformen ... sind meistens technisch wegweisend, extrem schnell, gut ausgestattet und damit genau mein Ding.

Beim ersten Schnee ... herrschen die richtigen Temperaturen, um seinen PC auf den Balkon, auf die Terrasse oder vor das geöffnete Fenster zu stellen, besonders stark zu übertakten und bei Hwb mit guten Benchmark-Ergebnissen im PCGH-Team aktiv zu werden – Spaß garantiert! :-)

Privat-PC: Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580
 Komplettes System:
BONUSCODE 2745

Fachbereiche: Luftkühlung, Overclocking, PCGH-Extreme-Forum

Impressum

PC Games Hardware online



News & Downloads: www.pcgameshardware.de

Expertenforum: www.pcgx.de

Abos online bestellen: www.pcgx.de/go/shop

Einzelheft bestellen: www.pcgx.de/go/heft

Bonuscodes:

Einfach die Nummer unter „Suche“ eingeben und „Bonuscode“ anklicken.

Amazon

Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch führend bei den Angeboten von PC-Spielen oder Blu-rays.

www.pcgx.de/go/amazon

Der PCGH-PC

Wenn Sie auf der Suche nach einem gut abgestimmten Rechner sind, kommen Sie um die PCGH-PCs kaum herum.

www.pcgx.de/go/pcgh-pc

PCGH-Preisvergleich

Finden Sie immer die besten Preise für Hardware und Software im PCGH-Preisvergleich powered by Geizhals.

www.pcgx.de/preisvergleich

Alternate

Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland.

www.pcgx.de/go/alternate

Caseking

Speziell bei Themen wie Modding, Gehäuse und Kühlung spielt Caseking seine Stärken aus und ist die erste Wahl.

www.pcgx.de/go/caseking

PCGH-Schnäppchenführer

Erfahren Sie in unserem täglich aktualisierten Schnäppchenführer, welche Produkte besonders günstig zu haben sind.

www.pcgx.de/go/preistipps

Inserenten 01/2012

EA	2, 3	OCZ	43
Kaspersky	4	Corsair	45
Teufel	5	Seasonic	51, 53
Asus	7, 148	PC Cooling	55
1&1	10, 11	Scythe	57, 77, 119
Zotac	13	Liston	59
MSI	15	Cooler Master	73
Aquatuning	17, 65	Thermaltake	85
Cougar	18	Mifcom	99
Ankermann-PC	19	Silent Power	105
Gigabyte	23	Alternate	111, 127, 142, 143
Samsung	27	Sharkoon	125
Coolergiant	31, 61	MTV	133
Caseking	33, 36, 78, 91	Superflower	147
Lian-Li	41, 101		

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media AG
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
Telefax: 0911/2872-200
redaktion@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de

Vorstand Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender),
Rainer Rosenbusch

Chefredakteur (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt,
Adresse siehe Verlagsanschrift

Stellv. Chefredakteur Christian Gögelein (cg)
Leitender Redakteur Marco Albert (ma)
Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm), Carsten Spille (cs),
Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms), Andreas Link (al),
Stephan Wilke (sw), Lars Craemer (lc)
Product Manager Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe Oliver Halbig (oh), Pit Trautner (pt), Benjamin Gründken (bg),
Fabian Sawatzki (fas), Jan Reichelt (jr), Daniel-André Reinelt (dar)
Margit Koch-Weiß (Ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose,
Esther Marsch, Natalja Schmidt

Lektorat Frank Pfürnder (Ltg.), Hans Strobel
Bildredaktion Albert Kraus (Ltg.), Tobias Zellerhoff
Titelgestaltung Frank Pfürnder
Fotografie Heft tb, cg, ma, cs, dm, fs, dw, sw, rv, ms
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

CD, DVD, Video Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorf, Thomas Dziewiszek,
Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth

Verlagsleiter Hans Ippisch
Vertriebskoordination Sabine Eckl-Thurl
Marketing Jeanette Haag, Iris Manz
Produktion Martin Clossmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer,
Daniel Möllendorf, Carsten Spille, Marc Sauter, Raffael Vötter
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
Wolfgang Menne: Tel.: +49 911 2872-144; wolfgang.menne@compuTEC.de
René Behme: Tel.: +49 911 2872-152; rene.behme@compuTEC.de
Bernhard Nüsser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@compuTEC.de
Gregor Hansen: Tel.: +49 221 2716-257; gregor.hansen@compuTEC.de

Anzeigenberatung Online

freeXmedia GmbH, Deelbögenkamp 4, 22297 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 513 06-650, Fax: +49 40 513 06-960
E-Mail: werbung@freeXmedia.de

Anzeigendisposition

Datenübertragung anzeigen@compuTEC.de
via E-Mail: anzeigen@compuTEC.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 24 vom 01.01.2011.

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), Premium € 86,- (€ 94,20 Österreich, € 98,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung

Online: www.pcgx.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

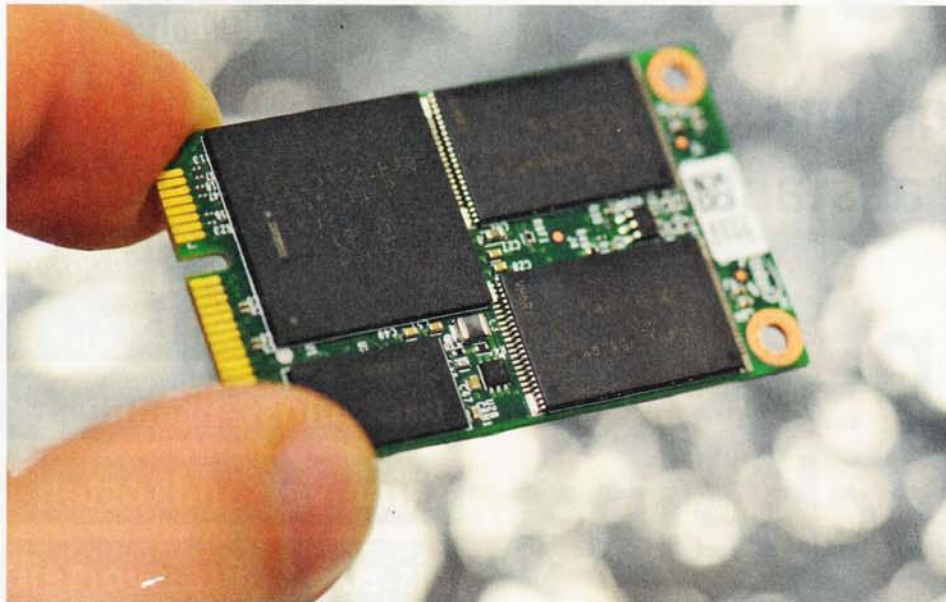
Vertrieb: DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.de
Druck: RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

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, Annett Heinze, 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.

Vorschau: 02/2012



Der SSD-PC – so klappt's ohne Festplatte

Kaum eine Komponente hat den PC in den vergangenen Jahren so beschleunigt wie eine SSD – da liegt es nahe, den Platter-Laufwerken ganz den Laufpass zu geben. Wie's kostengünstig geht, zeigen wir im nächsten Heft.

AMD HD 7000 series GPUs Release Dates (Startin

Fusion 7100 Wichita IGP VLIW4 Q2 2012
 Fusion 7200
 Fusion 7350 Scraper----- VLIW4 TRINITY APU
 Fusion 7450 Devastator Lite VLIW4 TRINITY APU
 Fusion 7550 Devastator----- VLIW4 TRINITY APU

Discrete

7570 Cape Verde Pro VLIW4
 7670 Cape Verde XT VLIW4
 7770 Cape Verde XT VLIW4
 7850 Pitcairn Pro VLIW4 December 2011
 7870 Pitcairn XT VLIW4 December 2011

7950 Tahiti Pro GCN January 2012
 7970 Tahiti XT GCN January 2012
 7990 New Zealand GCN March 2012



AMD HD 7000

Erste Testmuster der neuen Radeon-HD-7000-Grafikkarten werden wohl erst im neuen Jahr bei uns eintreffen. In jedem Fall aber nehmen wir die kommenden Chips in einer ausführlichen Vorschau unter die Lupe.

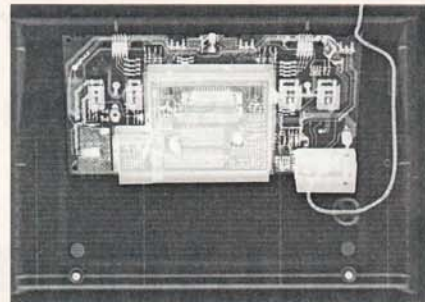
Sicher aufrüsten

Bulldozer und Sandy Bridge (E) sind auf dem Markt und deren Nachfolger werfen ihre Schatten voraus. Doch nicht alle Rechner werden sich problemlos aufrüsten lassen. Worauf müssen Sie achten?

Weitere Themen*

- **Marktübersichten und Kaufberatung:** Neue Gehäuse, Netzteile, Radiatoren, Grafikkarten u. v. m.
- **Praxis:** 40-Watt-Homeserver aus alter Hardware gebaut
- **Retro:** Voodoo-Chips: (Video-)Rückblick auf eine Spiele-Legende

Bild des Monats



Was passiert, wenn ein Röntgen-Techniker gerne spielt? Es entstehen Fotos wie jenes oben, das eine Atari-2600-Konsole in der Durchsicht zeigt. Mit dieser Konsole gelang Computerspielen vor knapp 35 Jahren weltweit der Durchbruch. Mehr faszinierende Fotos – auch von aktuellen Geräten wie der Xbox 360 – gibt's unter [WEBCODE 28LC](#).

Worte des Monats

„Wir haben bislang keine Hinweise auf Kreditkarten-Missbrauch.“

Valve-Chef Gabe Newell über den Hacker-Angriff auf Steam-Foren und die zugehörige Datenbank, der im November Millionen Nutzer zur Passwort-änderung veranlasste.

Rossis Restekiste

Schöner thronen

Manchmal muss ein Mann eben tun, was ein Mann tun muss. Und dazu begibt er sich in ein einsames Kämmerlein und erledigt dies auf, oder vor, schnöder unifarbener Keramik. Dabei ist er gezwungen, genau die gleiche Art von Möbel zu verwenden, welche schon seinem Großvater und seiner Großmutter gute Dienste leistete. Wie langweilig! Damit ist jetzt endlich Schluss. „The Royal Data Throne“ ist mit 500 Dollar zwar nicht gerade ein Schnäppchen, aber die Zierde jeder Behausung eines modernen Mannes. Große und kleine Geschäfte erhalten hiermit eine stylische, betont moderne Umgebung. Das Möbel ist eigentlich fast zu schade, um es im stillen Kämmerlein unterzubringen. Aber Vorsicht! Leider ist das gute Stück nicht funktionsfähig und dient nur der Dekoration.



www.etsy.com/listing/84230917/the-royal-data-throne?ref=cat1_gallery_13

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 4.1.2012

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.