DVD plus
€ 5,30 | 02/2012 Ohne DVD für € 3,99 erhältlich

Tipps: PC sicher im Netz

▷ S. 122

VOLLVERSION
Top-Spiel: Mittelalter-Simulation auf DVD

PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de ▪ www.pcghx.de

Auf DVD: Alles über Grafikkarten

Exklusive Videos
Radeon HD 7970, Multi-Monitoring, 8-Megapixel-Display u. a.

Special über 3dfx
Videos, Bilder und PDFs

+ Testdatenbank

125 Grafikkarten im Vergleich: Interaktives Tool mit aktuellen Messwerten

Der schnellste Grafikchip der Welt

▷ S. 26

HD 7970

Erster Test der neuen Radeon

Erste Grafikkarte mit Direct X 11.1 und 28 nm

Leistung, Lautstärke, Bildqualität und mehr geprüft

Von HDD auf SSD

▷ S. 10

So gelingt der Umstieg!

Häufige Probleme gelöst

+ Praxisvideo auf DVD

Gratis mehr Leistung

CPU clever übertakten So holen Sie beim Übertakten die maximale Leistung heraus – Uncore, CPU-Northbridge und FSB am Limit ▷ S. 72

Tests pur auf 30 Seiten:

Netzteile, RAM, LCDs und mehr

Brandneue Produkte: LCDs jenseits von Full HD, effiziente Netzteile, mechanische Tastaturen, spannende Grafikkarten, Gehäuse-Durchblick

Aufrüstplan 2012:

Exklusive Roadmap

So zukunftssicher ist Ihr PC: Welche Sockel haben eine Zukunft, welche nicht? ▷ S. 66

USK ab 12 freigegeben

Editorial

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

08.12.2011: Drama um HD 7000

AMD macht es spannend. Nachdem der Bulldozer monatelang innig erwartet wurde (Sie erinnern sich bestimmt an das eine oder andere Editorial von mir zu diesem Thema), schien sich ein ähnliches Drama mit der HD 7000 anzubahnen. Doch im Gegensatz zum Bulldozer, der viel zu spät kam, hat AMD es doch noch geschafft, wie geplant 2011 eine Grafikkarte zu veröffentlichen – zumindest auf dem Papier. Zum Zeitpunkt dieses Artikels ist nicht klar, in welchen Mengen die Radeon HD 7970 ab Januar im Handel verfügbar sein wird. Nach einer kurzfristigen Vorverlegung des Testtermins finden Sie den acht Seiten langen Test doch noch in dieser Ausgabe (ab S. 26) – der Dank gilt den fleißigen Testern und auch dem Rest des Teams, das eine stressige Weihnachtsausgabe zu einem guten Ende geführt hat.

09.12.2011: Traumjob zu vergeben

Sie wollten schon immer einmal Ihr Hobby zum Beruf machen und im hochmotivierten Team von PC Games Hardware mitarbeiten? Dann bietet sich jetzt eine einmalige Chance.

Ab sofort suchen wir einen Volontär/eine Volontärin für die PCGH-Printausgabe. Bewerben Sie sich noch heute bei PC Games Hardware und vielleicht können Sie schon bald die neuesten PC-Komponenten bei uns testen. Während des zweijährigen Volontariats bilden wir Sie Schritt für Schritt aus: Sie nehmen an Redaktions- und Pressekonferenzen teil, recherchieren und schreiben Nachrichten, konzipieren Testberichte und Hintergrundartikel und halten Kontakte zu den Presse- und Marketingvertretern der PC-Hardware-Hersteller. Sie führen Interviews, erstellen und kommentieren Videos, fertigen Inhalte für unsere Webseite www.pcgameshardware.de an und erlernen den Umgang mit Redaktions-Tools sowie Content-Management-Systemen.

Unsere Anforderungen:

- Mindestalter 18 Jahre
- Hohe Technik-Affinität und Interesse an PC-Hardware (Zusatzwissen über Kühlung hilfreich)
- Erste journalistische Erfahrungen (Praktika oder freie Mitarbeit bei Zeitschrift oder Online-Portal)
- Stilsicherer Umgang mit deutscher Sprache, Rechtschreibung und Grammatik; gute Englischkenntnisse

Interessiert? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung mit möglichem Eintrittstermin sowie Lebenslauf, Zeugnissen und zwei Probeartikeln per E-Mail an **redaktion@pcgameshardware.de** oder per Post an:

COMPUTEC MEDIA AG
z. Hd. Thilo Bayer
Dr.-Mack-Straße 83
90762 Fürth

12.12.2011: Neue Hoffnung für PC-Spieler

Ein PC-exklusives Spiel, das 2013 kommt und die Frostbite-2-Engine von DICE nutzt: Kann das wahr sein? Kann es. EA und Bioware kündigen *C&C Generals 2* an, das dem Markt für Echtzeitstrategiespiele frischen Wind einhauchen will. Und das ist gut so. Nur drei Tage später kündigt EA auch noch ein Free-2-Play RTS namens *C&C Tiberian Alliances* an. EA hat gut daran getan, zuerst *Generals 2* anzukündigen, denn andersherum wäre das Feedback bestimmt nicht so positiv ausgefallen.

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 Februar am Kiosk

Die nächste PC-Games-Hardware-Ausgabe und die zweite im neuen Jahr ist die 03/2012. Sie erscheint am 01.02.2012 und bietet nach heutigem Stand unter anderem ein Special über günstige Hardwarekomponenten, die trotzdem hohe Leistung versprechen. Darüber hinaus prüft die Redaktion die neue HD-7000-Serie, die ab Januar erweitert wird. „PCGH33" ist eine neue Artikelreihe mit jeweils 33 exklusiven Praxistipps zu allen wichtigen Hardwarekomponenten von Grafikkarten über SSDs bis hin zu Mainboards und Prozessoren. Jede Ausgabe stellen wir Ihnen neue Tipps vor. Jetzt schon vormerken: Am 28.3.2012 erscheint die neue Ausgabe von Pad & Phone. Nachdem das Magazin sehr gut ankam, fassen wir erneut alle Neuerscheinungen für Sie zusammen und erweitern die Tipps und Tricks für aktuelle Smartphones und Tablets. Alle Ausgaben und alle möglichen Abos finden Sie im PCGH-Webshop unter **www.pcgh.de/go/heft**.

3,99 Euro

5,30 Euro

Ab März!

Hinweis: Cover-Abbildungen unverbindlich

Heftinhalt

Radeon HD 7970

AMD erklimmt den Thron: Die High-End-Grafikkarte Radeon HD 7970 vereint fortschrittliche 28-Nanometer-Fertigung mit einer brandneuen DX11.1-Architektur und PCI-Express-3.0-Kompatibilität.

SPECIALS

Die SSD als HDD-Ersatz 10
SSD statt HDD – so werden Sie der Datenberge Herr. Außerdem: Praxisprobleme gelöst und Alternative Cloud

GRAFIKKARTEN

Startseite 24
PCGH-Leistungsindex Single-GPUs

Test: Radeon HD 7970 26
AMDs „Graphics Core Next"-Architektur (GCN) debütiert mit der Tahiti-GPU

Praxis: Antialiasing-Injektion 36
Inject AA: Kantenglättung und Farbanpassungen in jedem Spiel

Praxis: Aufrüsten mit Multi-GPU 40
Upgrade: Zweite Grafikkarte oder lieber ein schnelleres Modell?

Praxis: Multi-Monitoring 46
Mehr Übersicht auf dem virtuellen Schlachtfeld und am Arbeitsplatz

Info: 3dfx-Voodoo-History 50
Aufstieg und Fall des 3D-Pioniers 3dfx

PROZESSOREN

Startseite 56
PCGH-Leistungsindex Prozessoren

Praxis: Integrierte Grafik 58
Leistung sowie Kompatibilität der „Integrated Graphics Processors" geprüft

Praxis: Sandy Bridge Extreme 60
Intels neue Sockel-2011-CPUs im OC-Einsatz

Info: Aufrüst-Guide 2012 66
PCGH zeigt Ihnen, welche CPU-Sockel eine Zukunft haben

Praxis: CPU-Overclocking optimiert 72
Übertakten des Uncore-Bereichs, der CPU-Northbridge und des FSBs

INFRASTRUKTUR

Startseite 78
Unter der Lupe: MSI Z77A-GD65

Test: DDR2-RAM und DDR3-SO-DIMM 80

Test: Netzteile ab 300 Watt 84
Zehn effiziente Netzteile von 300 bis 1.300 Watt im PCGH-Test

Info: Kaufberatung Gehäuse 88
So finden Sie das richtige Gehäuse

Praxis: Legendäre Mainboards 94
Eine Übersicht über unvergessliche Boards

PERIPHERIE

Startseite 98
Test: RTS-Monitor von Benq

Test: 4-Megapixel-Displays 100
Hochauflösende 27- und 30-Zoll-LCDs im Test

Test: 8,8-Megapixel-Display 104
Eizo Duravision FDH3601: 25.000-Euro-LCD

Test: Tastaturen und Mäuse 106
Vier neue mechanische Tastaturen und fünf Spielermäuse

Test: Leise Laufwerke 110
Welche Blu-ray- und DVD-Laufwerke sind wirklich ruhig?

SPIELE & SOFTWARE

Startseite 112
Test: Star Wars: The Old Republic

Info: Vorschau Windows 8 114

Info: Reportage: Spieleentwicklung 118
So entsteht ein Spieletitel: Von der Idee bis zum fertigen Produkt (Teil 1)

Praxis: Safer Gaming 122
Spielerechner effektiv gegen Angriffe mit Malware schützen

Info: Spiele im Rechts-Check (Teil 2) 126
Sieben große Spiele-Publisher 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 3
Inhalt DVD 6
PCGH-PC 103
Abo 135, 141, 145
Lesereinsendungen 132
Teamseite 140
Impressum 144
Die letzte Seite 146

Inhalt der Heft-DVD

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

Die DVD im Überblick

VOLLVERSIONEN UND SPECIALS

Spiele-Vollversion Die Gilde 2 – Renaissance ..... **Seite 1**
PCGH-Testdatenbank – VGA-Edition 1.0 (Beta) ..... **Seite 2**
3dfx-Special ..... **Seite 2**

REDAKTIONSVIDEOS

Inbetriebnahme der AMD Radeon HD 7970 ..... **Seite 1**
Fazit: Das 25.000-Euro-LCD von Eizo ..... **Seite 1**
PCGH-Reihe „Redakteure im Kreuzfeuer" mit Carsten Spille ..... **Seite 1**
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.

Testdatenbank VGA-Edition 1.0

Das brandneue Testtabellen-Tool erlaubt es Ihnen, von PC Games Hardware getestete Produkte nach verschiedenen Kriterien zu filtern, um für Sie maßgeschneiderte Produkte zu finden. In der ersten Version stellen wir den Datenbestand aktueller Grafikkarten für die Auswahl zur Verfügung.

- **Titel: PCGH-Testdatenbank – VGA-Edition**
- **Art: Einkaufsführer-Tool**
- **Umfang: Über 120 aktuelle Grafikkarten**

3dfx-Special

Elf Jahre ist es nun her, dass 3dfx durch Nvidia übernommen wurde. Anlass genug, um einen Blick auf die Geschichte des einstigen Kultherstellers zu werfen. Passend zum Heftartikel bieten wir auf der DVD eine exklusive Zusammenstellung von Videos, Fotos und Screenshots sowie PDF-Artikeln rund um den 3D-Pionier, Voodoo-Graphics-Erfinder und Kultschmiede 3dfx.

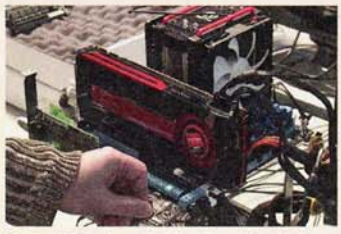
- **Titel: 3dfx-Special**
- **Art: Begleitmaterial zum Artikel**
- **Videos, Fotos, Screenshots und PDF-Artikel**

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



AMDs HD Radeon 7970 im Test: Seien Sie live bei der ersten Inbetriebnahme dabei.

Eizo Duravision FDH3601: Marco Albert fasst die Erkenntnisse aus dem Testlabor zusammen.

Seasonic Platinum 1000 Watt : Nils Stallmach stellt das neue Flaggschiff von Seasonic vor.

Redakteure im Kreuzfeuer: Carsten Spille steht Rede und Antwort zu Ihren Fragen.

Die Gilde 2 – Renaissance

Die Gilde 2 – Renaissance gibt Ihnen die Möglichkeit, ganze Metropolen zu kontrollieren, und zwar solange Sie wollen. Sie starten im Europa des Jahres 1400 und wählen Ihren Charakter nach bester Rollenspiel-Manier aus vier Klassen, die jeweils über zehn Fähigkeiten verfügen und die Sie im Spielverlauf beliebig trainieren können. So entsteht mit der Zeit ein stattlicher Patron, Gauner, Handwerker oder Gelehrter nach Ihrem ganz persönlichen Gusto. Der findet sich zu Spielbeginn in einer Kleinstadt wieder, hat kaum Geld und kein Ansehen. Von diesem Zeitpunkt an entscheiden Sie selbst über das Schicksal Ihrer Figur: Versucht sie, mit harter Feldarbeit zu Reichtum zu kommen, bekehrt sie die Gläubigen in der Kirche oder stiehlt selbigen das Geld aus den Taschen? Beachten Sie jedoch: Mit jeder vollendeten Spielrunde entwickelt sich auch Ihr Heimatort weiter und ehe Sie sichs versehen, lassen sich keine Stiche mehr gegen die Konkurrenz landen. Bemühen Sie sich daher beizeiten darum, vorteilhaft zu heiraten, politischen Einfluss zu gewinnen oder die Justiz zu unterwandern. Da das Spiel auf ein Zeitlimit verzichtet und die Spielwelt zudem frei begehbar ist, bestimmen nur Sie, was zu welcher Zeit mit Ihrem Schützling geschieht.

Achtung: Bei vielen Spielern funktioniert das Intro entweder gar nicht oder nur nach Spielstart im Fenster. Sollte der Rechner also nur die Musik abspielen und der Bildschirm schwarz bleiben, drücken Sie die Esc-Taste zum Überspringen.

- **Titel: Die Gilde 2 – Renaissance**
- **Art: Wirtschaftssimulation**
- **Keine Aktivierung erforderlich**
- **Multiplayer über LAN (12), Internet-Modus (12)**

Sie haben die Wahl zwischen verschiedenen Spielpfaden. Schlagen Sie die politische Laufbahn ein oder versprechen Sie sich von der Wirtschaft bessere Einnahmen? Sie können natürlich auch die Gaunerei wählen ...

Egal für welche Laufbahn Sie sich später entscheiden, Ihre ersten Münzen werden Sie sich zwangsläufig mit harter körperlicher Arbeit verdienen müssen. Jede Klasse verfügt über exklusive Produktionsgebäude, hat im Dorf jedoch mindestens einen Konkurrenten.

Die Spielwelt befindet sich in einem ständigen Fluss. Neben Tag-und-Nacht-Wechsel sowie einem dynamischen Wettersystem wartet die Gilde 2 – Renaissance auch mit verschiedenen Lichteffekten und einer Vielfalt an Hintergrundgeräuschen auf.

Praxisguide: Multi-Monitoring: Raffael Vötter beleuchtet verschiedene Methoden und Probleme.

SSD als Festplattenersatz: Carsten Spille gibt Ihnen Praxistipps zur erfolgreichen Umsetzung.

Skyrim-Tuner

Unser exklusiver TES-V-Skyrim-Tuner ermöglicht Ihnen die bequeme Optimierung des aktuellen Teils von Bethesdas erfolgreicher Rollenspiel-Serie *The Elder Scrolls*. Vom Blickwinkel bis hin zur Grasdichte lässt sich die Spielwelt nach Ihren Wünschen gestalten. Zudem hat PCGH vier Profile für verschiedene Leistungsklassen vordefiniert.

- **Titel: PCGH-Skyrim-Tuner 2.0**
- **Art: Tuning-Programm**
- **Bequemes Feintuning für bessere Optik und Performance**

Bilder: MEV

SSD statt HDD – so werden Sie der Datenberge Herr

Die SSD als HDD-Ersatz

SSDs sind wesentlich flinker als eine konventionelle Festplatte (HDD) – doch dafür auch wesentlich teurer pro Gigabyte. Wir zeigen, für wen sich der Umstieg lohnt und wie er am besten gelingt.

Die Vorteile einer SSD sind inzwischen bekannt: schnell, geräuschlos und ... sparsam. Zwar nicht im finanziellen, dafür jedoch im elektrischen Sinne. Wir zeigen auf, wie Sie den Umstieg auf den Massenspeicher der Zukunft für sich erfolgreich gestalten – von der Geräteauswahl über das Management der Datenflut durch kluge Auswahl, externe Speicher und Cloud-Diensten bis hin zur Behebung möglicher Probleme widmen wir uns dem Thema in den drei Teilen unseres Specials.

Grundlagen: SSDs

Regelmäßige PCGH-Leser dürften inzwischen über SSDs gut informiert sein und können für weitere Informationen bei Bedarf einen Blick in Ausgabe 12/2011 ab Seite 100 werfen. Für alle Neueinsteiger in das Thema nun ein kurzer Überblick über die Funktionsweise und Eigenheiten einer SSD.

Die Solid State Disk, wie SSDs ausgeschrieben heißen, ist ein Massenspeicher auf Basis nichtflüchtigen NAND-Flashs. Dessen Speicherzellen behalten ihre Ladung im Gegensatz zu Arbeitsspeicher (DRAM) auch ohne kontinuierliche Stromzufuhr und eignen sich daher für die dauerhafte Datenspeicherung.

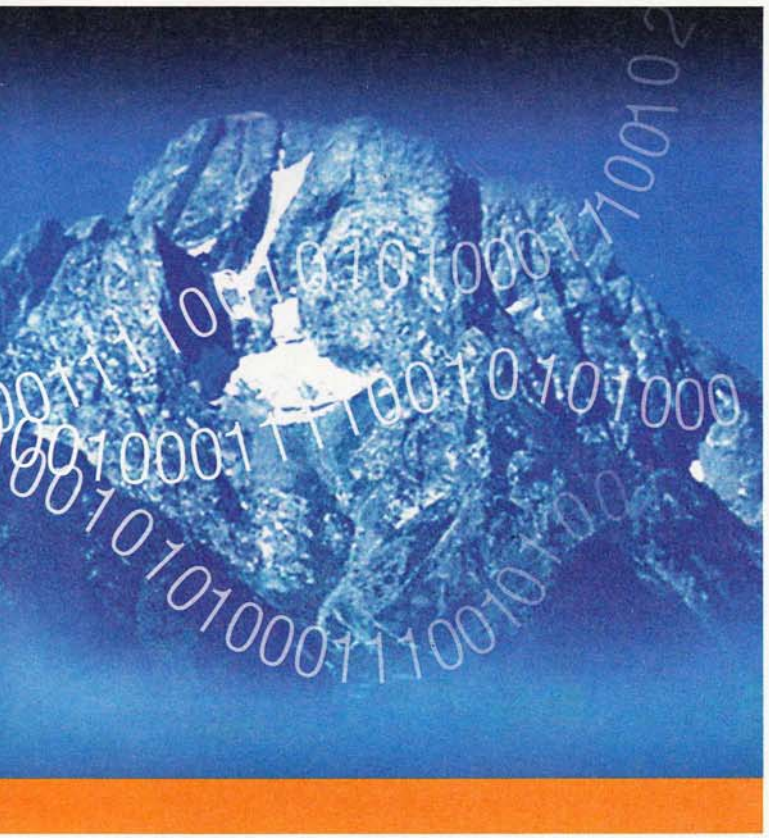
Im Inneren einer SSD arbeiten typischerweise mehrere Flash-Speicherbausteine und ein Controller zusammen, der oft von einem schnellen DRAM-Cache unterstützt wird. Denn auch wenn Flash-Speicher schnell ist, so flott wie normaler Arbeitsspeicher ist er aufgrund verschiedener Faktoren (noch) nicht. Während der Lesezugriff in Bruchteilen von Millisekunden geschehen kann, stellt sich die Situation beim Schreiben etwas anders dar. Aus Kostengründen wird beim NAND-Flash die Kontrolllogik nur rudimentär eingesetzt, sodass mehr Speicher pro teurem Quadratmillimeter Siliziumfläche untergebracht werden kann. Daher kann lesend zwar ohne merkliche Verzögerung auf die entsprechenden Speicherzellen zugegriffen werden, sollen Daten jedoch geschrieben werden, ist es nötig, einen kompletten Block an Daten in einen Zwischenspeicher einzulesen, dort die gewünschten Bits zu verändern und dann den gesamten Block wieder zurückzuschreiben.

Im Fachjargon wird das auch als Read-Modify-Write bezeichnet – im Gegensatz zum direkten, wahlfreien Zugriff bei DRAM. Liegen kleine Dateien ungünstig verteilt, ist unter Umständen für jede noch so winzige Änderung der komplette RMW-Vorgang bei einem Block nötig. Dabei werden natürlich auch wesentlich mehr Daten geschrieben als eigentlich nötig – dies bezeichnet man als „Write Amplification", (frei übersetzt etwa aufgeblähtes Schreibvolumen), einen Wert, den die SSD-Hersteller durch immer neue Optimierungsstrategien in Controller und Firmware möglichst gering halten wollen.

Dabei kann es sich um Zwischenspeicher im DRAM-Cache handeln, sodass mehrere RMW-Zyklen zusammengefasst werden können, oder aber der Controller, wie bei den Sandforce-Modellen, komprimiert die Daten direkt und für die Anwendung unsichtbar, sodass von vornherein weniger Schreibvorgänge anfallen.

Bonusmaterial

Heft-DVD: Dort finden Sie ein Video mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen einiger hier gegebener Tipps.



Vor- und Nachteile von SSD und HDD

HDD

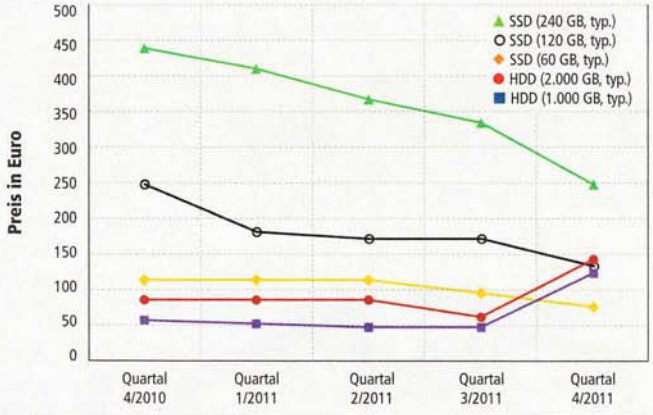
- \+ Günstigster Preis pro Gigabyte
- \+ Sehr große Speicherkapazitäten verfügbar
- \+ Große Angebotsvielfalt für unterschiedlichste Einsatzgebiete
- – Vergleichsweise langsamer Datenzugriff
- – Geräusch- und Wärmeentwicklung im Betrieb
- – Preisentwicklung zuletzt stark im Aufwärtstrend

SSD

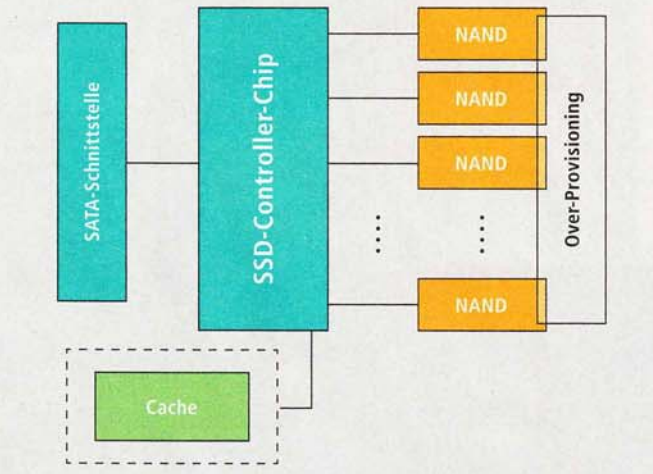
- \+ Rasend schneller Datenzugriff
- \+ Vollkommen geräuschloser Betrieb
- \+ Geringe Wärmeentwicklung
- \+ Erschütterungsresistent, gut geeignet für den mobilen Einsatz
- – Vergleichsweise hoher Preis pro Gigabyte
- – Kapazitäten über 256 GByte kaum bezahlbar

Preise: SSDs holen gegenüber HDDs auf

Preisentwicklung typischer SSD- und HDD-Modelle laut PCGH-Preisvergleich



SSD im Blockdiagramm



Der SSD-Controllerchip bindet über mehrere Kanäle die NAND-Speichermodule an. Viele Modelle nutzen darüber hinaus DRAM-Caches, um die Datenübertragungen zu beschleunigen.

Flash-Lebensdauer

In diesem Zusammenhang soll auch die Lebensdauer des NAND-Speichers Erwähnung finden. Durch die Internet-Foren geistern erschreckend niedrige Zahlen zur spezifizierten Lebensdauer von Flash-Zellen von drei- bis fünftausend Zyklen. Das sind zwar die Zahlen, die auch die Hersteller für aktuelle Flash-Speicher im 2x-Nanometer-Verfahren angeben, doch sind sie etwas interpretationsbedürftig. Es handelt sich hierbei um die Lebensdauer einer jeden Zelle, nicht eines ganzen Chips.

Das Zusammenspiel von Controller und die ihn steuernde Firmware sorgt dafür, dass die einzelnen Zellen möglichst gleichmäßig belastet werden („Wear Levelling", etwa: Abnutzungsverteilung) und so die Lebensdauer der SSD als Ganzes steigt. Einer Lebensdauer von etwa fünf Jahren bei normaler Nutzung steht somit nichts im Wege.

SSDs haben aufgrund ihres Flash-Speichers uneinholbare Vorteile in Sachen Zugriffsgeschwindigkeit gegenüber Festplatten, erreichen ihre maximalen Transferraten allerdings hauptsächlich über die interne Kopplung mehrerer paralleler Speicherkanäle. Besonders SSDs mit geringer Kapazität verfügen trotz identischer Platine und Controller-Chip oft über weniger bestückte Speicherkanäle, was sich insbesondere auf die Schreibleistung der Flash-Flitzer auswirkt.

Die Unterschiede zur HDD

Klassischerweise gilt die Regel: SSDs sind klein und teuer, HDDs billig und groß. Trotz der schrecklichen Überflutungen in Thailand und des anschließenden Preisanstiegs konventioneller Festplatten gilt diese Regel weiterhin.

Die billigsten SSDs gibt es dank kontinuierlicher Talfahrt der Flash-Preise inzwischen für etwa einen Euro pro Gigabyte – in entsprechenden Kapazitäten sind das rund 80 bis 120 Euro. Herkömmliche Festplatten haben zwar eine rasante Aufwärtsbewegung in Sachen Preis hinter sich, kosten mit fünf bis 15 Cent – je nach Speicherplatz und Umdrehungszahl – pro Gigabyte jedoch immer noch eine Größenordnung oder Faktor 10 bis 20 weniger als SSDs. Laut Medienberichten und PCGH-eigener Quellen dürfte die Festplattenknappheit und das damit verbundene hohe Preisniveau noch einige Mo- ▷

nate anhalten. Beim Preisvergleich im Internet sollten Sie hier besonderes Augenmerk auf den Anbieter legen. In den letzten Wochen sind vermehrt schwarze Schafe zu beobachten, die sich vordere Plätze im Preisvergleich ohne lieferbare Produkte verschaffen wollen.

Lohnt sich eine SSD für Sie?

Ob eine SSD als Festplattenersatz für Sie infrage kommt, ist primär an zwei einfachen Faktoren festzumachen: Sind Sie ein „Jäger und Sammler" und wenn ja, sind Sie bereit, das Datenmanagement in Ihre eigenen Hände zu nehmen?

Als SSD-Nutzer müssen Sie sich immer bewusst sein, dass Ihr Speicherplatz pro Gigabyte deutlich teurer als der einer konventionellen Festplatte ist. Bei rund einem Euro pro Gigabyte als unterer Grenze lohnt es sich doppelt und dreifach, den schnellen Speicherplatz sinnvoll zu nutzen. Allerdings muss auch klar gesagt werden, dass eine SSD nichts für Datenmessies ist, sofern sie nicht zum Umdenken bereit sind. Cleveres Datenmanagement ist eine Grundvoraussetzung, um mit dem begrenzten Flash-Speicherplatz zurechtzukommen.

Wünschen Sie sich überdies ein flinkes, rapide ansprechendes System, führt eigentlich kaum ein Weg an einer SSD vorbei – doch welche Größe ist die richtige? Grundsätzlich gilt eine 60 Gigabyte fassende SSD als untere Grenze für eine Windows-7-Installation mit etwas Platz für zusätzliche Programme wie eine Office-Suite und das ein oder andere Spiel. Nach einer Standard-Installation bleiben noch ein paar Gigabyte frei, die für temporäre Downloads oder das Zwischenspeichern bei der Videobearbeitung genutzt werden können.

Mit unseren Praxistipps im Verlauf des Artikels sparen Sie zudem das eine oder andere Gigabyte. Das optimale Preis-Leistungs-Verhältnis bieten derzeit SSDs mit 120 bis 128 Gigabyte – hier bleibt neben der oft höheren Schreibleistung auch deutlich mehr Raum für zusätzliche Programme und Daten. Größere SSDs schneiden oft schon ein tiefes Loch in den Geldbeutel, ermöglichen allerdings auch, umfangreichere Spielesammlungen beziehungsweise Steam-Ordner dauerhaft parat zu halten.

Datensparsamkeit

Neben der im Gesetz vorgeschriebenen Datensparsamkeit können Sie auch zu Hause sparsam mit Ihren Daten umgehen. Wie unsere Forenumfragen auf der nächsten Doppelseite zeigen, besitzen zwar viele Teilnehmer Festplattenspeicher im Bereich oberhalb eines Terabytes, jedoch zeigt die zweite Umfrage, dass circa 41 Prozent der Teilnehmer nur 60 Prozent oder weniger des Speicherplatzes auch wirklich nutzen. Zu Zeiten, in denen 2-TByte-HDDs nur 5 Euro teurer waren als solche mit halbem Speicherplatz, sind solche Vorratskäufe verständlich und sinnvoll. Bei SSDs sollten Sie sich vorher fragen, wie viel Speicherplatz Sie wirklich brauchen – nicht, wie viel gerade auf Ihrer Festplatte belegt ist. Oftmals lagern Dutzende von Gigabyte einfach nur auf der Festplatte, weil man zu bequem war aufzuräumen. Im weiteren Verlauf des Artikels zeigen wir, wie Sie mit Windows-Bordmitteln verschwendeten Speicherplatz zurückgewinnen können.

Alternative: Caching

Neben dem kompletten Umstieg auf eine SSD existiert auch die Möglichkeit, den schnellen Flash-Speicher als Cache zu verwenden, der im Idealfalle nahezu dieselbe Performance liefern kann wie eine richtige SSD – wenn die Daten eben bereits im Cache liegen.

Intel bietet zu diesem Zweck seine Smart Response Technology getaufte Version an, die zurzeit nur in Verbindung mit dem Z68-Chipsatz und einer Windows-Neuinstallation funktioniert. Hierbei müssen im BIOS/UEFI des Mainboards HDD und SSD in den RAID-Modus versetzt werden. Unter Windows müssen Sie dann mithilfe von Intels Tool-/Treiberkombination, dem „RST"-Paket, den SSD-Speicherplatz als Cache zuweisen. Bei der Z68-Lösung können Sie eine beliebige SSD als Cache verwenden und auch nur eine einzelne Partition darauf für diesen Zweck abstellen.

Etwas komfortabler und vor allem unabhängig von der verwendeten Plattform gestaltet sich OCZs Synapse-Lösung. Diese SSD samt beiliegender Nvelo-Caching-Software installieren Sie einfach zu einer bestehenden Windows-Installation hinzu, weisen innerhalb der Software die SSD als Cache zu und können einen Neustart später loslegen. Mit OCZs Lösung sind Sie an die mitgelieferte SSD, die je nach Modell über 32 beziehungsweise 64 Gigabyte nutzbaren Cache verfügt, gebunden. Die Synapse-SSDs beinhalten jedoch die doppelte Menge an Flash, der Rest wird für das Wear-Levelling zurückgehalten und ist nicht ansprechbar (50 Prozent „Overprovisioning").
Einen anderen Ansatz verfolgt Festplattenhersteller

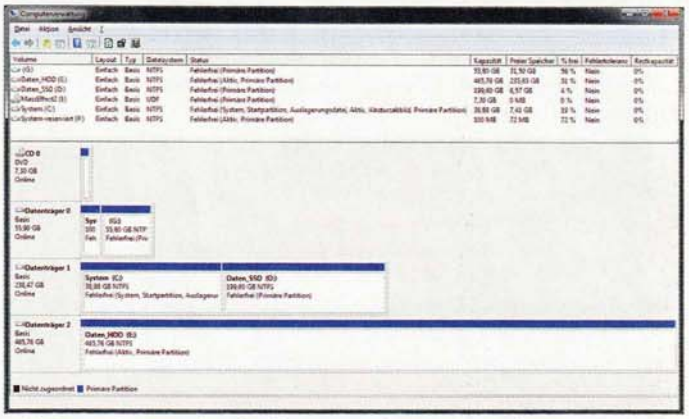
Seagate. Die gerade neu aufgelegete 2,5-Zoll-Festplatte Momentus XT bietet einen 8 Gigabyte großen Cache-Speicher, der direkt auf der Platine der ansonsten konventionellen HDD integriert ist und autark vom Controller angesprochen werden kann.

Zwar ist der Cache verhältnismäßig klein und Sie sind an die wenigen verfügbaren Modelle gebunden, doch arbeitet die Flashbeschleunigung hier komplett unabhängig von Betriebssystem und Plattform. Zudem agiert sie lediglich als Lese-Cache, sodass sich die Momentus XT bei allen schreibenden Belangen wie eine normale 7.200-U/min-HDD verhält, doch das hat auch den Vorteil, dass die Datenintegrität zu keiner Zeit stärker gefährdet ist als bei einer normalen Festplatte.

Die passende Ergänzung: Externe Speicher

Haben Sie sich für eine SSD entschieden, stellt sich die Frage, wohin mit den potenziell überzähligen Gigabytes an Daten. Neben einem Home-Server oder NAS, so vorhanden, bietet sich für diesen Zweck ein externer Speicher in Form einer konventionellen Festplatte. Als besonders praktisch, wenn auch nicht allzu günstig haben sich 2,5-Zoll-Modelle erwiesen, die ihren Strombedarf komplett über einen USB-Anschluss decken können. Diese können bei Bedarf überall und mobil zum Einsatz kommen, ohne dass Sie sich ständig mit schweren Netzteilen abschleppen müssen. Bei Preisen ab knapp unter 100 Euro pro Terabyte ist aber auch hier der Speicherplatz nicht allzu günstig – Portabilität hat ihren Preis. Dafür gibt's einige Modelle wie den Sharkoon Quickstore Portable Pro oder WDs Digital Elements SE mit jeweils einem Terabyte Platz für unter 100 Euro.

Externe Festplatten im 3,5-Zoll-Format etwa in Form der Hitachi Touro Desk mit satten 3 TByte für ebenso satte 150 Euro oder Western Digitals Digital Elements mit 2 TByte für rund 110 Euro bieten deutlich mehr Platz fürs Geld – allerdings nur mit USB 2.0, für die schnellere USB-3-Schnittstelle bezahlen Sie im Schnitt circa 20 Euro Aufpreis. Sollen häufiger größere Mengen gemischter Daten genutzt werden, empfiehlt sich die Anschaffung eines externen Speichers mit E-SATA-Unterstützung, falls Ihr Mainboard diese Anschlussart unterstützt. Im Gegensatz zu USB (3.0) verringert sich die Performance einer E-SATA-Lösung auch bei vielen kleinen Dateien nicht nennenswert.



In der Datenträgerverwaltung konfigurieren Sie bequem Ihre Laufwerke und ordnen ihnen beispielsweise neue Bezeichnungen zu oder formatieren sie neu.

Bequem und vergleichsweise günstig ist es, wenn Sie sich einen externen Adapter wie zum Beispiel den aus der Sharkoon-Quickport-Reihe für Ihre alte Festplatte kaufen – achten Sie auch hier auf E-SATA-Support. Falls Sie der etwas nerdige Look einer offenen HDD auf dem Schreibtisch nicht stört, können Sie so für kleines Geld vorhandenen Speicherplatz weiterhin nutzen.

SSD – was ist zu beachten?

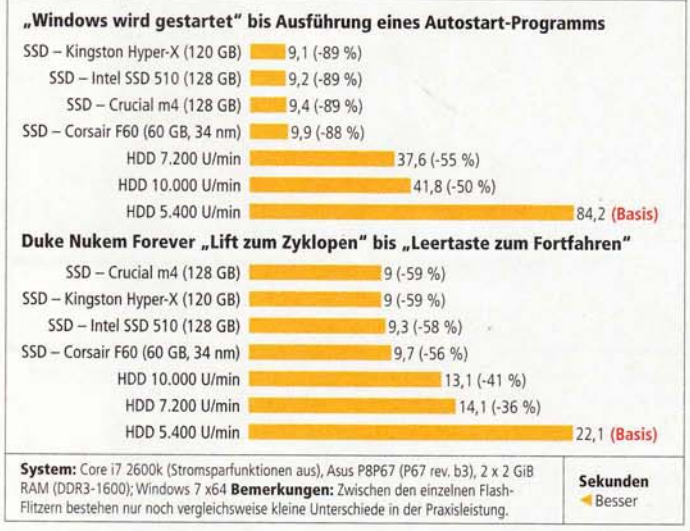
Optimal für den Wechsel zu einer SSD ist natürlich eine frische Installation von Windows 7, aber auch mit älteren Betriebssystemen wie Windows XP haben SSDs keine unüberwindbaren Probleme. Installieren Sie Windows neu, bemerkt das Betriebssystem die vorhandene SSD und schaltet Dienste wie die automatische Defragmentierung von vornherein ab. Steigen Sie um, sollten Sie diese Aktion manuell nachholen, um sinnlose Schreibvorgänge zu vermeiden. Geben Sie dazu ▷

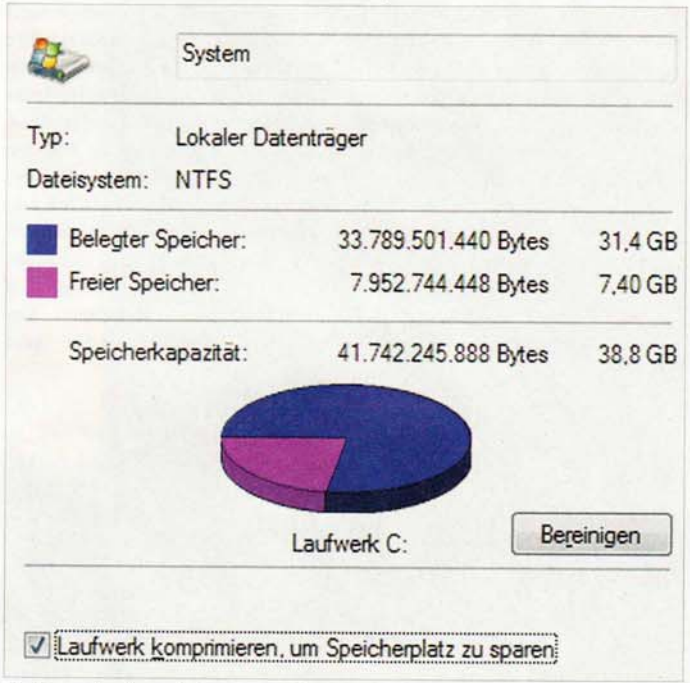
www.embracethedarkness.com / www.facebook.com/thedarknessgame / www.twitter.com/thedarknessgame

18 PS3 XBOX 360 XBOX LIVE PC DVD TOP COW 2K GAMES

© 2008-2011 Take-Two Interactive Software, Inc. Take-Two Interactive Software, Inc., 2K, 2K Games, and their respective logos are trademarks of Take-Two Interactive Software, Inc. The Darkness is © 2011 Top Cow Productions, Inc. "The Darkness," The Darkness logos, and the likeness of all featured characters are registered trademarks of Top Cow Productions, Inc. All Rights Reserved. All other marks are property of their respective owners. Microsoft, Xbox, Xbox 360, Xbox LIVE, and the Xbox logos are trademarks of the Microsoft group of companies. "PS3", "PS3" and "PlayStation" are trademarks or registered trademarks of Sony Computer Entertainment Inc. All rights reserved. All other marks are property of their respective owners. All rights reserved.

Ladezeiten: SSDs um Welten vor HDDs





Die Datenträgerkomprimierung erreichen Sie über die Laufwerkseigenschaften. Auf einer 40-GByte-Partition dauert die Umwandlung nur wenige Minuten.

einfach „defrag" in das Suchfeld hinter dem Windows-Startknopf ein und Sie sollten bereits den Vorschlag für die Defragmentierungseinstellungen in der Liste sehen. Dort können Sie die automatische Defragmentierung abstellen.

Um sich eine schnelle Übersicht über alle Datenträger-Partitionen zu verschaffen, Laufwerksbuchstaben zu ändern oder sich auf die Suche nach nicht im Explorer angezeigten Laufwerken zu machen, können Sie einfach im Windows-Startmenü auf „Computer" klicken und das erscheinende Explorerfenster offenbart die einzelnen Laufwerke mit belegtem Speicherplatz. Benötigen Sie zusätzliche Informationen, können Sie – wie im Bild auf der vorigen Seite – die Laufwerksverwaltung über die Eingabe von „compmgmt.msc" im Windows-Suchfeld starten.

4k-Sektor-Alignment

Ein wahrer Performance-Killer kann das sogenannte Alignment sein. Dieses sollte an den Grenzen der Datenblöcke in Vielfachen von 4 KiByte ausgerichtet sein. Das Überprüfen gelingt am einfachsten mit dem AS-SSD-Benchmark, den Sie unter anderem auf unserer Heft-DVD finden. Starten Sie einfach den Benchmark und das 4k-Alignment wird direkt im Startfenster angezeigt – in Grün und mit dem Zusatz „OK", wenn das Alignment passend ausgerichtet ist, und in roter Schrift („BAD"), wenn sich die SSD-Sektoren und logische Sektorgrenzen des Dateisystems überschneiden.

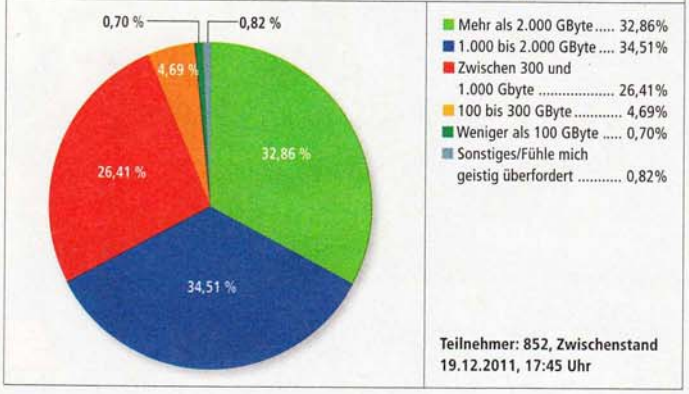
Die Behebung dieses Problems ist allerdings wesentlich aufwendiger als seine Erkennung. Um eine Boot-CD (oder USB-Stick) mit einer Live-Linux-Version samt dem Gnome Partition Editor („Gparted") kommen Sie nicht herum. Nachdem Sie hiervon erfolgreich gebootet haben, starten Sie Gparted, rechtsklicken auf die fragliche(n) Partition(en) und wählen „Größe ändern/verschieben". Wählen Sie 1 MB als vorhergehenden freien Speicherplatz. Ist Ihre SSD bereits bis zum letzten Megabyte durchpartitioniert, müssen Sie möglicherweise zunächst jedoch die Partitionsgrößen um dieses eine Megabyte verringern. Die folgende Warnmeldung nehmen Sie per Klick auf „OK" zur Kenntnis und starten den Vorgang mit „Apply" – danach bestätigen Sie den Warnhinweis noch. Nachdem der Vorgang beendet ist, fahren Sie den PC herunter und halten ein passendes Windows-Installationsmedium bereit: Hiervon müssen Sie unter Umständen die Reparaturoption ausführen, um Ihren PC wieder erfolgreich starten zu können. Die Windows-Routine meldet erkannte Probleme mit den Startoptionen, die Sie reparieren lassen und neu starten. Danach sollte Ihre SSD passend ausgerichtet sein.

Windows 7 richtet bei einer Formatierung und Neuinstallation übrigens den Startsektor automatisch anhand der Sektorgrenzen aus, sodass Sie sich über diese Problematik keine Gedanken machen brauchen – ein Grund mehr, beim Wechsel auf eine SSD Tabula rasa zu machen und mit einem frischen System anzufangen.

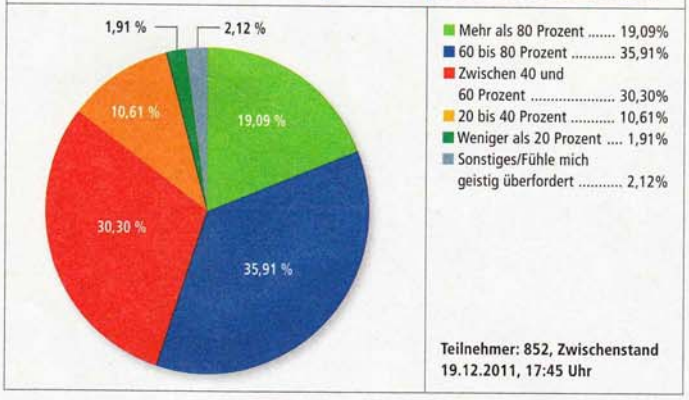
Nutzen Sie die Datenträgerbereinigung

Windows bietet ein praktisches Bordmittel, mit dessen Hilfe Sie überflüssige Dateien schnell und problemlos entsorgen, die Datenträgerbereinigung. Diese star- ▷

Wie viel Massenspeicherplatz im Hauptrechner?



Wie viel Prozent des Speicherplatzes nutzt ihr?



Mit dem Windows-Befehlsinterpreter können Sie sogenannte Junctions erstellen und so Steam vorgaukeln, verschobene Spiele befänden sich noch im Steam-Verzeichnis.

Datentransferraten typischer Schnittstellen

Back-up-Medium	Schnittstelle	Maximale Datentransferrate der Schnittstelle
Optisches Laufwerk	SATA 1,5 Gb/s	Bis zu 150 Megabyte pro Sekunde
USB-Stick	USB 2.0	Bis zu 60 Megabyte pro Sekunde
USB-3.0-Stick	USB 3.0	Bis zu 625 Megabyte pro Sekunde
Externe Festplatte	E-SATA 3 Gb/s	Bis zu 375 Megabyte pro Sekunde
Externe Festplatte	Firewire	Bis zu 400 Megabyte pro Sekunde
Interne Festplatte	SATA 6 Gb/s	Bis zu 750 Megabyte pro Sekunde
NAS	Ethernet	Bis zu 120 Megabyte pro Sekunde

SSDs mit gutem Preis-Leistungs-Verhältnis

Problemlose und fixe Crucial-SSD mit Marvell-Controller

Die m4-Reihe arbeitet mit einem SATA-6-Gb/s-Controller von Marvell und erreicht besonders in den Praxistests gute bis sehr gute Leistungswerte. Der Preis der mit dreijähriger Garantie ausgestatteten SSD liegt entsprechend unter den Spitzenreitern dieser Größenklasse.

Preisbrecher von A-Data mit Sandforce-2200-Controller

Die SSDs der S511-Reihe verwenden im Gegensatz zu den günstigeren S510ern schnellen synchronen NAND-Speicher (DDR) und den verbreiteten Sandforce-2200-Controller, der mit aktueller Firmware nun völlig ausgereift erscheint.

SSDs mit hoher Kapazität zum Festplatten-Ersatz

Agility 3 kombiniert guten Pro-Gigabyte-Preis und aktuelle Technik.

In der großen Klasse liefert OCZ mit der Agility 3 zwar nicht den Performance-Champion, bietet aber aktuelle Technik aus Sandforce 2200 und SATA 6Gb/s bei guter Performance zu einem sehr günstigen Preis – natürlich immer auf das Gigabyte gerechnet.

Samsung SSD 830: Ungeschlagen für den Desktop-Einsatz

Seit unserem Test in Ausgabe 11/2011 residiert die Samsung SSD 830 auf dem Performance-Thron – insbesondere bei der wichtigen Praxisleistung. Lediglich die für mobilen Einsatz etwas hohe Leistungsaufnahme verhindert den Testsieg.

ten Sie per Rechtsklick – „Eigenschaften" auf einen Datenträger im Windows-Explorer. Im sich öffnenden Fenster klicken Sie auf „Bereinigen" und fertig ist die Laube. Im Video auf der Heft-DVD erklären wir, wie Sie weitere Optionen der Bereinigungsfunktion gewinnbringend einsetzen.

Komprimierung aktivieren

Die Windows-eigene Datenträgerkomprimierung bietet sich an, um Speicherplatz zu sparen. Erreicht wird sie durch einen Rechtsklick auf das entsprechende Laufwerk in der Explorer-Anzeige. Unter „Eigenschaften" – „Allgemein" finden Sie das Häkchen, dessen Funktion nach einem Klick auf „Übernehmen" angewandt wird.

Im Test mit unserer knapp 39 GiByte großen Startpartition mit einer typischen Windows-7-Installation (Ultimae, 64 Bit, SP1) sollte das laut Anzeige circa 2,5 Stunden dauern, war dank der rasend schnellen SSD-Zugriffe allerdings bereits nach weniger als zehn Minuten abgeschlossen. Waren zuvor noch 7,8 GiByte frei, wies die SSD-Partition nach der Komprimierung rund 15 GiByte ungenutzten Speicherplatz auf. Die komprimierten Ordner und Dateien werden hernach im Windows-Explorer in blauer Schrift dargestellt. Sollten Sie die Datenkomprimierung wieder loswerden wollen, brauchen Sie die beschriebene Prozedur lediglich umzukehren. Bei modernen Mehrkern-CPUs im 3-GHz-Bereich stellte sich im Test kein merklicher Leistungsverlust durch die Komprimierung ein – nutzen Sie jedoch einen mobilen PC, kostet die Kompression durch die höhere CPU-Last etwas Akkulaufzeit, ganz ähnlich als würden Sie eine Verschlüsselung wie mit Truecrypt verwenden.

Spiele-Streaming

Mit Onlive und Gaikai sind zwei bekannte Streaming-Dienste für Spiele am Start. Dort können Sie neben Casual-Games auch Hochkaräter wie *The Witcher 2* auf Ihren Rechner strömen lassen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Eine lokale Installation ist nicht nötig, pro Streaming-Spiel sparen Sie mehrere Gigabyte und außerdem benötigen Sie keine besonders potente Hardware, da das Spiel durch die Cloud, also die Serverfarmen des Anbieters, berechnet wird. Im letzten PCGH-Test funktionierte das Spiele-Streaming allerdings noch nicht zufriedenstellend und neben der durch Komprimierung des Videostroms allgemein etwas flau wirkenden Grafik waren auch die zusätzlichen Latenzen durchaus spürbar – besonderes Spielvergnügen kam hier nicht auf.

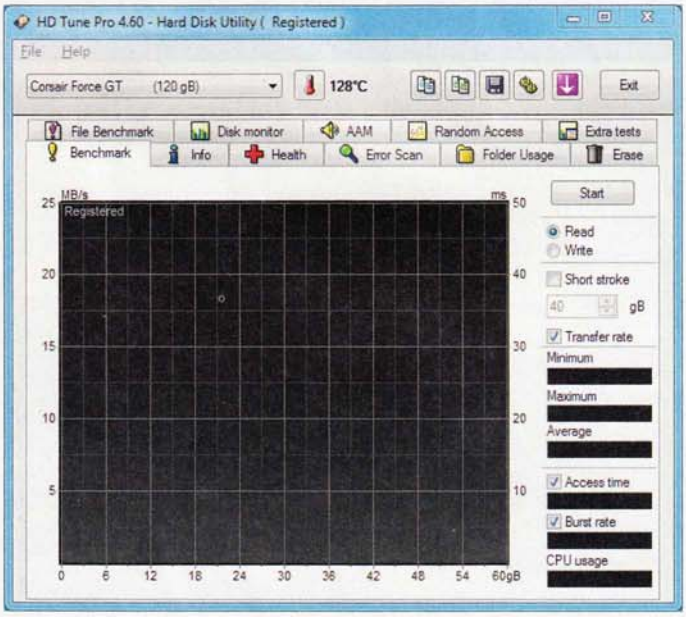
Steam optimieren

Viele Spieler nutzen Valves komfortables Steam-System – ob nun zwangsweise als DRM oder aus Überzeugung und Bequemlichkeit. Mit der Zeit sammeln sich im Steam-Ordner unter steamapps\common etliche Gigabyte an Spieledaten an. Neben dem Aufräumen und Löschen nicht gespielter Games gibt es noch eine weitere Lösung, die im Test mit *Serious Sam 3 BFE* sogar auf einem USB-Wechseldatenträger funktionierte.

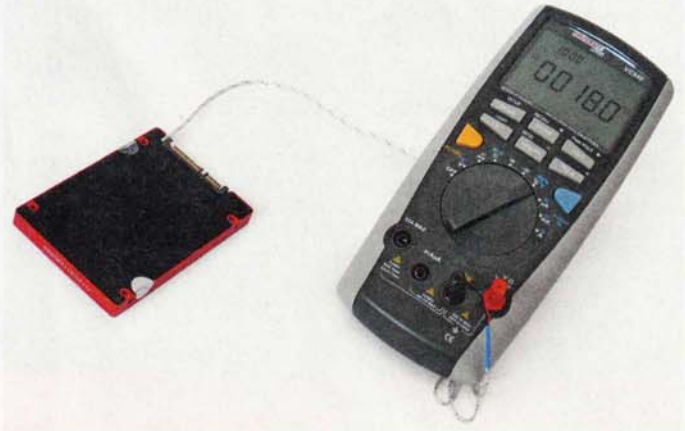
Die Rede ist vom Verschieben einzelner Spiele, ohne den kompletten Steam-Ordner von der SSD zu verbannen. Am besten eignen sich dazu natürlich Spiele, bei denen die Ladezeiten Sie nicht weiter stören – denn diese verschlechtern sich natürlich gegenüber dem Start auf einer SSD. Wenn Sie mögen, schauen Sie sich das Video auf der DVD an, in dem wir unter anderem diesen Tipp am praktischen Beispiel demonstrieren. Um ihn anzuwenden, verschieben Sie zunächst einen Spieleordner aus dem oben genannten Verzeichnis auf einen anderen Datenträger – aus praktischen Gründen hat sich hier ein kurzer Pfad wie D:\Steam\Duke bewährt. Starten Sie nun eine Eingabeaufforderung, die Sie im Windows-Menü per Rechtsklick mit Administratorrechten ausstatten. Dort geben Sie folgenden Befehl ein, der Windows veranlasst, eine sogenannte Junction, also einen Hardlink für ein komplettes Verzeichnis zu erstellen – das bekommen Sie später im Steam-Ordner übrigens auch als Verknüpfung angezeigt.

mklink /J „c:\steam\steamapps\common\duke nukem forever" „d:\steam\duke nukem forever"

Beachten Sie dabei die Anführungszeichen. Sie sind nötig, damit auch Pfadangaben mit Leerzeichen korrekt funktionieren. Nach der Bestätigung per Return können Sie das entsprechende Spiel ganz normal in Steam nutzen – im Test funktionierte das zum Beispiel mit *Duke Nukem Forever* und *Serious Sam 3 BFE*. *(cs)*



Viele Tools melden Fehler, weil sie die Temperatur der Solid State Disk nicht auslesen können. Laut HD Tune beträgt die Temperatur in der Corsair Force GT 128 Grad Celsius.



Selbst nach intensiver Nutzung steigt die Temperatur nur auf 32,8 Grad Celsius im Inneren der wie im Beispiel-Bild mit einem Messfühler ausgestatteten SSD.

Praxisprobleme gelöst

Nicht immer klappen Einbau und Betrieb einer SSD wie geplant.

Einbauen, anschließen und direkt loslegen. Was in der Theorie wirklich einfach klingt, kann in der Praxis durch auftretende Schwierigkeiten sehr mühselig werden. Auf den folgenden Seiten bringen wir Ihnen häufig auftretende Praxisprobleme mit Solid State Disks näher und erläutern, wie Sie diese beheben können. Wir gehen auch darauf ein, welche Besonderheiten Sie bei der Konfiguration einer Solid State Disk beachten müssen und wie Sie eventuelle Stolpersteine aus dem Weg räumen können.

SSD wird beim Booten nur sporadisch erkannt

Eines der am häufigsten auftretenden Probleme mit Solid State Disks ist, dass der Datenträger während des Bootvorgangs nicht richtig erkannt wird. Nach der Initialisierung vorhandener Komponenten stellt das BIOS fest, dass kein Laufwerk mit einer Windows-Installation vorhanden ist. Abhängig vom System kann das zwei Ursachen haben.

Möglichkeit 1: AMD-System mit erhöhtem Referenztakt

Sie haben die Solid State Disk in einem AMD-System verbaut, das Sie über den Referenztakt übertaktet haben. Gerade bei einem sehr hohen Referenztakt passierte es häufiger, dass die Solid State Disk nicht erkannt wurde. In unserem Praxistest an zwei unterschiedlichen Systemen konnten wir die Problematik gezielt nachstellen. Sowohl das Testsystem mit AMDs Llano-APU A8-3850 als auch das System mit dem Sechskernprozessor Phenom II 1075T konnte gezielt zur Reproduktion der Problematik genutzt werden. Wenn der A8-3850 mit einem Referenztakt von mehr als 110 MHz betrieben wurde, dann wurde die Solid State Disk sporadisch nicht erkannt. Erst nach mehrmaligem Neustarten konnten wir das System erfolgreich booten.

Auch beim Testsystem mit dem Phenom II 1075T konnten wir diese Problematik gezielt erzwingen, wenn wir den Referenztakt extrem (auf 250 MHz und mehr) angehoben hatten. Allerdings war das Testsystem mit dem AMD A8-3850 viel öfter von der genannten Problematik betroffen. Hier hilft es nur, den Referenztakt zu verringern und, falls möglich, den Multiplikator zu erhöhen. Sollten Sie von der geschilderten Problematik betroffen sein, sollten Sie ausprobieren, wie häufig die Solid State Disk nicht erkannt wird, wenn der Prozessor nicht übertaktet wurde. Tritt das Problem weiterhin in Einzelfällen auf, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass Sie auch von der zweiten Problematik betroffen sind. Übrigens: Bei Intel-Systemen, egal welche Plattform wir verwendet haben, konnten wir dieses mit der Übertaktung zusammenhängende Phänomen nicht erzwingen.

Möglichkeit 2: Intel-PC und Sandforce-Controller

Die zweite Möglichkeit und die wesentlich häufigere Ursache dafür, dass die Solid State Disk nicht erkannt wird, ist die Firmware des Datenträgers selbst. Gerade Solid State Disks mit alten Firmware-Versionen sind häufig von der Problematik betroffen. Auch lässt sich die Problematik gezielt auf einen Controller-Typ einschränken: Meist sind Solid State Disks mit Sandforce-Controllern der zweiten Generation (SF-2200) betroffen. Mit Solid State Disks, die über einen Controller von Marvell oder Indilinx verfügen, konnten wir die Problematik nicht reproduzieren.

Unabhängig davon, von welchem Hersteller die Solid State Disk mit Sandforce-Controller stammt, tritt das Problem in nicht reproduzierbaren Abständen auf. So konnten wir das System beispielsweise zehn Mal starten und die Solid State Disk wurde jedes Mal ohne Probleme richtig erkannt. Bei weiteren Versuchen passierte es allerdings, dass die Solid State Disk nicht erkannt wurde. Gerade bei dieser sporadischen Problematik ist es schwer, eine Quote zu nennen, wie häufig das Problem auftritt. Allerdings schafft hier in fast allen Fällen ein Firmware-Update Abhilfe.

Die Lösung: Firmware-Update

Diverse Hersteller wie Corsair und Adata bieten auf ihren Homepages Firmware-Updates für diverse Solid State Disks zum Download an. In unserem Praxistest verwende-

ten wir eine OCZ Agility 3 mit 60 GByte, die ab Werk mit der Firmware 2.03 bespielt war. Nachdem wir die zum Testzeitpunkt aktuelle Firmware-Version 2.09 auf die Agility 3 aufgespielt hatten, wurde die Solid State Disk bei jedem Systemstart ohne Probleme erkannt.

Ausgelesene SSD-Temperaturen liegen viel zu hoch

Ein weiteres Problem, über das viele stolpern, ist das Auslesen der angeblichen Temperatur von Solid State Disks. Viele Überwachungs-Tools die neben den Spannungen auch noch die Temperaturen des Systems kontrollieren, zeigen oft fehlerhafte Werte an. Der Fehler liegt hier allerdings nicht bei der Software, sondern bei der Solid State Disk selbst.

Anders als bei Festplatten verfügen Solid State Disks nicht über einen Temperaturfühler. Verschiedene Überwachungs-Tools erhalten aufgrund des fehlenden Temperaturfühlers keine Werte und schlagen daher Alarm. Als Beispiel ist hier HD Tune zu nennen. Entweder wird für die Solid State Disk keine Temperatur angegeben oder die Temperatur beträgt laut HD Tune 128 Grad Celsius, was nicht sein kann. Allerdings erwärmen sich Solid State Disks nur minimal.

In unserem Praxistest mit einer Corsair Force GT mit 120 GByte erzielten wir selbst nach intensiver Nutzung unbedenkliche Werte. So erwärmte sich die Luft im Inneren der Solid State Disk auf maximal 32,8 Grad Celsius, der Controller selbst kommt auf eine maximale Temperatur von 37,3 Grad Celsius. Es ist daher empfehlenswert, die Temperaturüberwachung für Datenträger zu deaktivieren.

Das System stürzt mit einem Bluescreen ab

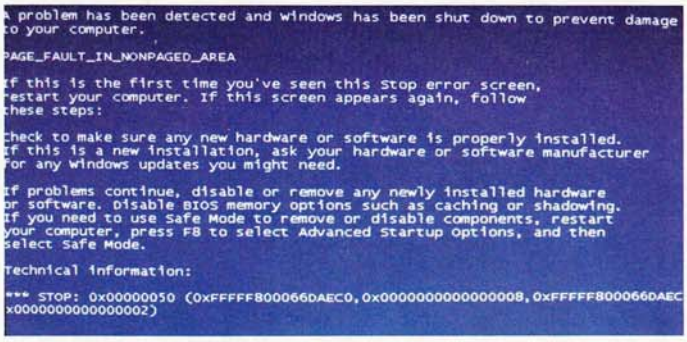
Abstürze mit Bluescreens gehören in letzter Zeit zu einem der am häufigsten auftretenden Probleme. Gerade Besitzer von Intel-Systemen sind von dieser Problematik oft betroffen. Während des Spielens oder Arbeitens stürzt das System ohne Voranmeldung mit einem Bluescreen ab. Allerdings ist dieses Problem schwer zu reproduzieren, wie wir bei unserem Praxistest feststellen mussten. Als Solid State Disk nutzten wir eine OCZ Agility 3 (60 GB), die mit der verwendeten Firmware 2.03 bekannt dafür sein sollte, das System häufig zum Absturz zu bringen. Weitere Komponenten des Testsystems waren ein Asus P8Z68V Pro und ein Intel Core i7-2600K. Die Intel-Mainboard-Treiber hatten wir bereits im Vorfeld aktualisiert, um diese als Fehlerquelle auszuschließen. Gerade ältere Treiberversionen sollen für zusätzliche Probleme und Abstürze sorgen.

Leider war es uns nicht möglich, das System gezielt zum Absturz zu bringen. Wir haben uns daher dazu entschieden, das Testsystem ganz normal zu beanspruchen. So haben wir es zum Surfen, Arbeiten und Spielen genutzt. In diversen mehrstündigen Testläufen, die wir über zwei Wochen verteilt haben, konnten wir so insgesamt 14 Abstürze feststellen, die von der Solid State Disk verursacht wurden. Selbst beim Arbeiten mit Microsoft Word und beim Surfen im Internet stürzte das System einfach ab. Auch in Spielen wurden wir von unvorhersehbaren Abstürzen überrascht. Als Beispiel wäre hier *Battlefield 3* zu nennen. Weitere Versuche, den Absturz in *Battlefield 3* an der gleichen Stelle nochmals zu erzwingen, waren wiederum erfolglos. Daher ist es schwer, eine Ursache für die Abstürze zu finden.

Abhilfe bei dieser Problematik schafft nur ein Firmware-Update, das von den meisten Herstellern mittlerweile bereitgestellt wird. Warum die Solid State Disks allerdings nur in Kombination mit einem Intel-Controller Probleme gemacht haben, ist schwer nachzuvollziehen. Es scheint, als habe der Controller der Solid State Disk einige Probleme mit dem Chipsatz gehabt. Nachdem wir die Firmware der Agility 3 aktualisiert hatten, konnten wir keinerlei Probleme feststellen und das System lief absolut stabil. Was nun genau der Auslöser für die Abstürze war, ist im Nachhinein schwer zu ergründen.

Ist AHCI für SSDs Pflicht?

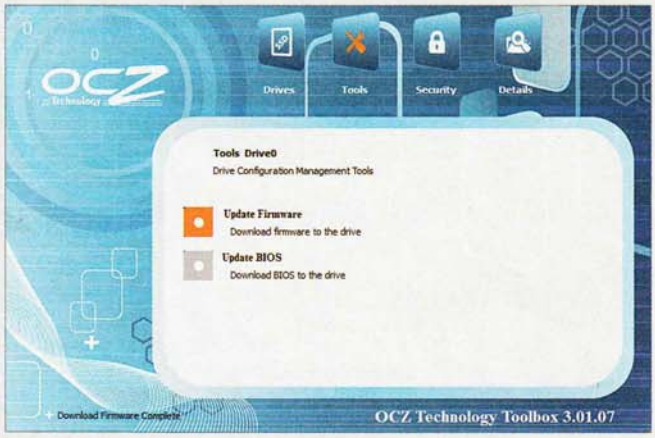
Damit moderne Solid State Disks ihre Leistung voll entfalten können, ist es notwendig, sie im AHCI-Modus zu betreiben. Der AHCI-Modus (Advanced Host Controller Interface) wird im BIOS des Mainboards aktiviert und hat gegenüber dem Betrieb im IDE-Modus entscheidende Vorteile. So erreicht die Solid State Disk im AHCI-Modus höhere Transferraten als im IDE-Modus. Neben der eigentlichen Perfor- ▷



Im Praxistest mit der OCZ Agility 3 mussten wir einige Systemabstürze feststellen. Gerade beim Arbeiten an wichtigen Dokumenten ist ein Absturz besonders ärgerlich.

Sandforce-basierte SSDs der zweiten Generation (hier die OCZ Agility 3) mit alten Firmware-Versionen sind besonders anfällig und bereiten manchmal Probleme.

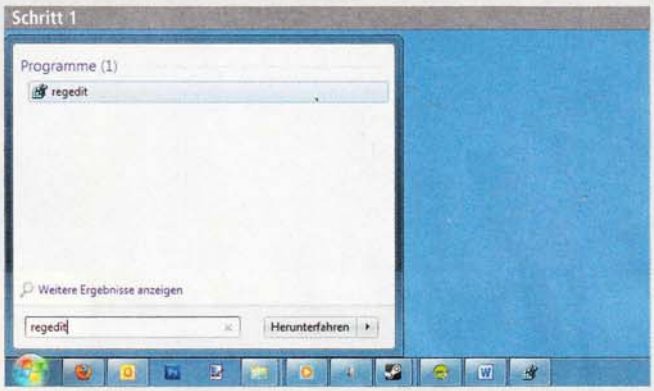
Firmware einfach aktualisieren



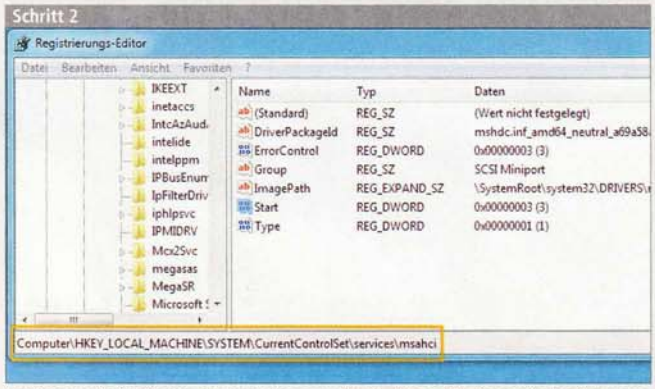
Oft lässt sich die Firmware mit einem Mausklick aktualisieren. Schwieriger wird's jedoch, wenn das Betriebssystem auf der SSD residiert.

„Software runterladen, nach Solid State Disks suchen lassen, Firmware runterladen und einfach aktualisieren lassen." Während die Theorie wunderbar simpel klingt, schaut es in der Praxis etwas anders aus. Nicht immer ist das Firmware-Update so leicht wie beschrieben. Besonders umständlich ist das Firmware-Update bei Solid State Disks von Crucial. Crucial stellt Usern lediglich ein ISO-Image zum Download bereit. Dieses muss erst auf eine CD gebrannt werden, bevor die Firmware überhaupt aktualisiert werden kann. Zusätzlich müssen noch eine BIOS-Einstellung geändert und die Boot-Reihenfolge angepasst werden – viel zusätzliche Arbeit für ein simples Firmware-Update. Andere Hersteller bieten da wesentlich einfachere und handlichere Möglichkeiten an, beispielsweise Intel, OCZ, Corsair oder auch Adata. Die genannten Hersteller stellen Usern ein kleines Windowsprogramm zur Verfügung um die Firmware zu aktualisieren. Die Hersteller-Tools erkennen die Solid Stade Disk zum Teil automatisch und laden das passende Firmware-Update herunter.

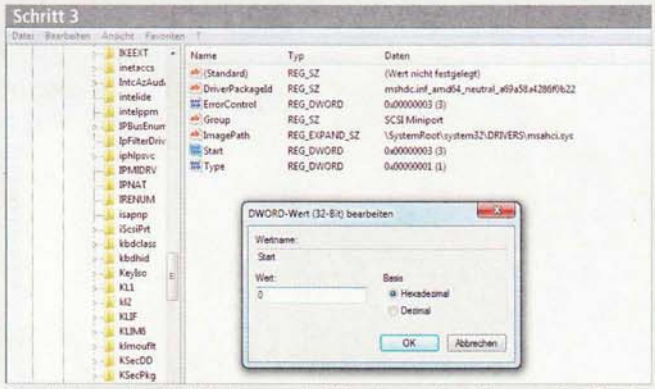
AHCI nachträglich einrichten



Damit der AHCI-Modus nachträglich aktiviert werden kann, muss in der Registrierung ein Wert geändert werden. Starten Sie „regedit" über das Suchfeld im Startmenü.



Navigieren Sie im Registrierungseditor zum Punkt „Msahci", diesen finden Sie unter „HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Services\".



Zum Aktivieren des AHCI-Modus muss der Wert des gezeigten Eintrags „Start" auf „0" gesetzt werden. Übernehmen Sie die Änderung und starten Sie das System neu.

Bevor Sie Windows booten, aktivieren Sie im BIOS den AHCI-Modus. Danach können Sie Windows starten und die Treiber für den SATA-Controller werden installiert.

mance bietet der AHCI-Modus aber auch noch weitere Vorteile. So lässt im AHCI-Modus beispielsweise das NCQ (Native Command Queuing) nutzen. Diese Technik ermöglicht, dass mehrere Anfragen gleichzeitig an den Controller der Solid State Disk geschickt werden können. Die Solid State Disk entscheidet dann selbst, in welcher Reihenfolge die gesendeten Anfragen bearbeitet werden. Ein weiterer Vorteil des AHCI-Modus ist Hot Plugging. Durch Hot-Plugging ist es möglich, während der Rechner in Betrieb ist, eine Festplatte auch aus einem RAID-Verbund zu tauschen. Auch wenn Letzteres für die meisten Heimnutzer eher uninteressant ist, sind allein NCQ und die gesteigerte Performance schon Grund genug, jede Solid State Disk im AHCI-Modus zu betreiben.

AHCI nachträglich aktivieren

Haben Sie einen neuen Computer zusammengebaut oder den vorhandenen PC mit einer Solid State Disk aufgerüstet, sollten Sie den AHCI-Modus direkt aktivieren, wenn Sie das Betriebssystem installieren. Siedeln Sie das Betriebssystem von einer Festplatte auf die neue Solid State Disk um, ist es auch nachträglich möglich, den AHCI-Modus zu aktivieren. Allerdings können dabei möglicherweise Probleme auftreten, sodass das System hinterher nicht mehr richtig bootet – legen Sie also auf jeden Fall ein vollständiges Back-up Ihrer wichtigen Daten an, bevor Sie sich in die Registry-Untiefen begeben.

Unser Praxisversuch war dabei weniger von Erfolg gekrönt. In zwei von drei Versuchen konnten wir das System, egal ob im IDE- oder AHCI-Modus, nicht mehr booten. Das System stürzte aus unerklärlichen Gründen während des Boot-Vorgangs ab. Auch nachdem wir den IDE-Modus wieder aktiviert hatten, wollte das System nicht mehr starten. Lediglich ein einziger Versuch war erfolgreich. Nachdem wir den in der Randspalte beschriebenen Registry-Eintrag geändert und im darauffolgenden Neustart den AHCI-Modus aktiviert hatten, konnten wir das Testsystem erfolgreich booten. Nach der Treiberinstallation lief das System stabil und es konnten keine weiteren Komplikationen festgestellt werden. Falls die Umstellung nicht erfolgreich ist und das System nicht mehr startet, können Sie zumindest all Ihre Daten aus dem angelegten Back-up wiederherstellen.

Das System bootet nach BIOS-Update nicht mehr

Ein weiteres Praxisproblem, was bei der Verwendung von Solid State Disks auftreten kann, ist, dass die SSD nach einem BIOS-Update nicht mehr richtig erkannt wird beziehungsweise das Booten von dieser nicht mehr möglich ist. Dieses Problem tritt bei aktuellen Platinen recht häufig auf, ist aber durch einen leichten Eingriff im BIOS zu lösen. Der Grund für das Dilemma ist, dass der zuvor gewählte AHCI-Modus nach einem BIOS-Update nicht mehr eingestellt ist. Bei einigen Herstellern kann es passieren, dass nach dem BIOS-Update der IDE-Modus anstatt des AHCI-Modus voreingestellt ist – oder im Falle vieler Sockel-2011-Boards auch anders herum. Wird das System im jeweils falschen Modus gebootet, kommt es während des Boot-Vorgangs zu Bluescreens und das System stürzt ab. Erst wenn der AHCI-Modus im BIOS wieder aktiviert wurde, lässt sich das System wieder ohne Probleme starten. Wo Sie diese Umstellung vornehmen, ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich – ein guter Anfangspunkt ist der BIOS-Eintrag „Integrated Peripherals".

Fazit

So viele Vorteile eine Solid State Disk in der Praxis auch bringt, wenn nach dem Aufrüsten nur Probleme auftreten, kann dies auf Dauer schon frustrierend sein. Gerade nervige Abstürze und Bluescreens vermiesen einem schnell die Freude, obwohl das System durch die Solid State Disk eigentlich beschleunigt werden sollte.

Auch wenn sich viele Praxisprobleme mit Solid State Disks relativ einfach beheben lassen, ist die Suche nach der Ursache nicht immer simpel und oft zeitaufwendig. Der wichtigste Tipp lautet also: Bevor Sie eine frisch erworbene Solid State Disk in Betrieb nehmen, sollten Sie sicherstellen, dass die aktuelle Firmware des jeweiligen Herstellers aufgespielt ist. Denn besonders eine veraltete Firmware ist eine der häufigsten Fehlerquellen. Aber auch die Chipsatztreiber sollten bei AMD- wie auch Intel-basierten Systemen auf dem aktuellen Stand sein. *(jr)*

Bild: MEV

Bild: Dropbox

Cloud-Speicherplatz wird von immer mehr Anbietern kostenlos zur Verfügung gestellt. Dabei sollte man aber prüfen, ob es eine Größenbeschränkung für einzelne Dateien gibt; manchmal existiert auch ein Limit für die Zahl der übertragenen Dateien.

Gladinet vereint den Webspeicherplatz mehrerer Anbieter unter einer einheitlichen Oberfläche, so lassen sich 100 GByte und mehr komfortabel nutzen.

Kostenloser Online-Speicherplatz (Auswahl)

Dienst	Speicher (gratis)	Details / Einschränkungen
Adrive.com	50 GiByte	Java-Client mit Werbeeinblendungen
Box.net	5 GiByte	Eine Datei darf max. 25 MiByte groß sein.
getDropbox.com	2 GiByte	Viele Clients, u. a. für Iphone, Linux etc.
Skydrive.live.com	25 GiByte	Erfordert Windows-Live-Account, inkl. Office
Strato.de	5 GiByte	Send-In-Service (bei kostenpflichtigem Account)
Sugarsync.com	5 GiByte	Viele Funktionen und Clients
T-Online.de	25 GiByte	Daten lagern in Deutschland
Wuala.com	2 GiByte	Peer-to-peer-Ansatz

Alternative: Cloud

Wie Sie wichtige Daten in die Cloud auslagern

Per „Cloud Computing" können Daten und Programme zentral gelagert und bei Bedarf aus dem Internet heruntergeladen werden. Wie kann man die Dienste sinnvoll nutzen und wo sind ihre Grenzen?

Cloud-Anbieter

Für den Privatgebrauch sind vor allem Dateihosting-Dienste nützlich; diese speichern die Daten nicht nur, sondern synchronisieren sie auch. Leider haben alle Anbieter aus verständlichen Gründen ein mehr oder weniger hohes Speicherplatzlimit. Die beliebte Dropbox beispielsweise darf in der Standardvariante maximal zwei GByte groß sein. Gegen eine monatliche Gebühr gibt es 50 oder 100 GByte, was für eine durchschnittliche Datensammlung aber immer noch viel zu wenig ist. Unter den kostenlosen Anbietern sind vor allem Microsoft (skydrive.live.com) und T-Online (medien-center.t-online.de) großzügig – beide gewähren je 25 GiByte. Sugarsync, Box.net und Idrive spendieren je fünf Gigabyte gratis. Satte 50 GByte gibt es bei Adrive (www.adrive.com), allerdings muss der Nutzer hier Werbeeinblendungen hinnehmen.

Cloud verwalten

Durch die Kombination mehrerer Webservices lässt sich schon eine beachtliche Menge Online-Speicherplatz erreichen. Damit deren Verwaltung aber nicht zum Albtraum wird, muss eine einheitliche Oberfläche her; das Tool Gladinet (www.gladinet.com) leistet dabei wertvolle Dienste. Es vereint verschiedene Cloud-Dienste und macht den Datenabgleich zum Kinderspiel. Leider unterstützt Gladinet überwiegend amerikanische Dienste; deutsche Cloudservices können daher nicht verwendet werden.

Datensicherung

Sollen Daten lediglich über das Internet gesichert werden, bietet Crashplan (www.crashplan.com) eine gute Lösung. Hier kann ein Netzwerk- oder Internet-PC die Daten eines anderen aufnehmen; in der kostenlosen Version sogar unbegrenzt viele. Online-Speicherplatz gibt es dagegen nur gegen Bares. Dennoch bietet kaum eine Gratis-Backuplösung so viel Komfort und Sicherheit wie Crashplan – Daten lassen sich per Mausklick zum Beispiel vom Arbeits-Notebook unterwegs im Handumdrehen auf den Server daheim spiegeln. Symform (symform.com) bietet 100 GiByte Speicherplatz; der Nutzer muss dafür allerdings Speicherplatz von seiner eigenen Festplatte im Verhältnis 1:1,5 bereitstellen (hier also 150 GiByte). Symform kooperiert mit Qnap, kann also auch aus einem NAS heraus genutzt werden.

Sicherheit

Offene Datenschutzfragen und Sicherheitsbedenken halten viele Anwender von der Nutzung der Cloud-Dienste ab. Tatsächlich sind die Sorgen berechtigt; die meisten Anbieter lagern die Daten in den USA, wo sie im Rahmen des „Patriot Act" ohne nennenswerte Anstrengung von jeder US-Behörde eingesehen werden können. Auch de-Adressen verhindern dies nicht, denn die Daten können trotzdem auf Servern in den USA liegen. Um Dateien vor neugierigen Augen oder Sicherheitslücken zu schützen, sollten diese daher verschlüsselt werden. Für Datenmengen bis zwei Gigabyte übernimmt das Tool Boxcryptor (www.boxcryptor.com) diese Aufgabe automatisch („on the fly"); alternativ eignet sich ein Truecrypt-Container fester Größe.

Cloud als Festplattenersatz?

Mit den hier erwähnten Lösungen lassen sich einige Dutzend Gigabyte ins Internet auslagern. Um eine ganze Festplatte einzusparen, ist aber weit mehr Speicherplatz nötig. Eine recht komfortable Lösung bietet das Strato HiDrive. Hier kann man für 30 Euro eine Festplatte anfordern, mit Daten bespielen und anschließend zurückschicken; ein paar Tage später hat man per Internet Zugriff auf maximal 500 GiByte; der Dienst kostet knapp vier Euro pro Monat. Wer noch mehr Freiheit braucht, sollte sich Ftpbox (ftpbox.org) oder Sparkleshare (sparkleshare.org) ansehen. Hier kann man im Prinzip seine eigene Cloud aufsetzen und nahezu beliebig viel Speicherplatz auslagern; beide befinden sich aber noch im experimentellen Stadium. *(cg)*

Grafikkarten

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

Kommentar

Der Tahiti-Launch oder AMDs Vorstellung von einem besinnlichen Weihnachtsfest

14. November 2011, per E-Mail bittet AMD, doch den 8. Dezember für eine Radeon-Produktvorstellung in München freizuhalten. Prima, gern! Und passend zum ersten Heft 2012 – denken wir und sagen natürlich zu.

8. Dezember – nach Unterzeichnung der üblichen Stillschweigevereinbarung lassen wir uns einen Nachmittag lang die Vorzüge von AMDs neuester Radeon-Generation nahebringen und sprechen mit leitenden Entwicklern, dazu Kaffee und Fingerfood. Schlecht: Das NDA läuft erst am 9. Januar 2012 aus – fünf Tage zu spät für dieses Heft. Wir fragen, ob wir nicht den Artikel verschlüsselt auf die DVD packen und den Key passend zum NDA auf der Webseite veröffentlichen können. Eine Woche und mehrere Telefonate später kommt am 15.12. eine weitere Mail: Man verlegt den Launch kurzerhand auf den 22. Dezember. Prima, passt gerade noch fürs Heft und seit dem 14.12. ist sogar der Treiber verfügbar. Dumm nur, dass wir erst ab diesem Zeitpunkt den Heftartikel vorbereiten können, da wir nicht auf Verdacht acht Seiten freihalten oder „auf Halde" produzieren können. Es beginnt ein Kampf gegen die Uhr, geprägt von kurzen Essenseinwürfen, wenig Tageslicht und vielen Überstunden. Ach ja: Am Montag, drei Tage vor NDA-Fall, gibt's einen neuen Treiber, der Probleme mit Powertune behebt, welche die Testresultate verfälschen können. Wir testen neu.

Das Ergebnis sehen Sie, wenn Sie umblättern. In diesem Sinne: Wünsche ein besinnliches Fest (gehabt zu haben) – auch wenn es bei uns eher ein „besinnungsloses" wird.

Powercolor Radeon HD 6970 Devil 13

Trotz der Marketing-Steilvorlage verzichten wir auf teuflische Wortspiele und klären, was Powercolors hochgezüchtete HD 6970 leistet.

Während die Radeon HD 7970 bereits in der Tür steht, treibt der AMD-Partner Powercolor die ältere Radeon HD 6970 in neue Sphären. Die Devil 13 besticht nicht nur durch ihr extravagantes Aussehen – die komplette Verkleidung ist aus Metall, die herausstehenden Heatpipes vernickelt, eine Rückplatte montiert und silberfarbene Unterschriften der Designer aufgetragen –, sondern auch mit ihrer Leistung: Drücken Sie den roten Knopf an der Slotblende, bootet die Karte mit 960/2.850 MHz und ist damit die schnellste HD 6970 auf dem Markt; das zweite BIOS begnügt sich mit dem Referenztakt (880/2.750 MHz). In Spielen kann sich die Devil 13 um bis zu drei Prozent von MSIs R6970 Lightning und der hauseigenen PCS+ distanzieren und in Einzelfällen (wie *Crysis*) auch der GTX 580 gefährlich werden. Die Custom-Platine mit Spannungs-Messpunkten und selektierten Bauteilen erlaubt in Kombination mit dem starken Dual-Slot-Kühler noch etwas mehr: 990/3.000 MHz stellen kein Problem dar; an stabilen 1.050 MHz scheitert unser Muster jedoch selbst mit 1,3 Volt.

Außergewöhnlich ist auch das Zubehör der Devil 13: Neben einem üppigen Schraubendreherset liegen auch *Dirt 3* (Steam) und zahlreiche Kabel bei. Vom hohen Preis jenseits von 400 Euro abgesehen, haben wir nur einen Kritikpunkt: Wie alle Powercolor-Designs der HD-6900-Reihe ist die Karte selbst im Leerlauf laut (2,5 Sone), surrt unter Last aber mit höchstens 2,9 Sone. *(rv)*

CASEKING.de
präsentiert:
VGA-Power bei Caseking
Du willst maximale Grafik-Power von **AMD** oder **NVIDIA**? Alles außer Standardware für alle PC-Enthusiasten und Hardcore-Gamer gibt's bei Caseking! Von Profis für Profis: High-End-Luft- und Wasserkühlung, vorinstalliert und getestet vom King Mod Service – bei voller Garantie!

Neues vom Kepler

Pünktlich zu Weihnachten servierte uns die Gerüchteküche schmackhaften Spekulatius rund um Nvidias Kepler. Man sagt, Nvidia habe Großes vor.

Während Redakteure in aller Welt AMDs Radeon HD 7970 (Test auf den folgenden Seiten) auf Herz und Nieren überprüften, kamen ein paar Details zu Nvidias Antwort ans Licht. Die ausdrücklich inoffiziellen Informationen sprechen Kepler, dem Fermi-Nachfolger in 28-Nanometer-Fertigung, große Stärke zu. Demnach wird Nvidia im Dunstkreis der Cebit (Anfang März 2012) den GK104-Grafikchip vorstellen. Gemäß der bekannten Nomenklatur handelt es sich hierbei nicht um das Flaggschiff der Architektur, sondern um das „Performance"-Derivat (analog zur GTX 460 mit dem GF104). GK104 – das K steht für Kepler – wird es angeblich mit AMDs Tahiti (HD 7970) aufnehmen können, also bis zu 30 Prozent schneller rechnen als die GTX 580. Insider munkeln, dass Nvidia diese Leistung mit einer Architekturänderung erreicht: Kepler verzichtet womöglich auf die „Hot clock" (höhere Taktdomäne der Shader-ALUs), welche man mit G80 (Bild: 8800 GTX) einführte. Die Ingenieure planen anscheinend, das komplette Design einheitlich zu takten und, ähnlich AMD, zu verbreitern. Die „Geforce GTX 760 Ti" könnte mit 512 ALUs und mindestens 1 GHz Kerntakt starten.

GK100, die Kepler-Speerspitze, soll im Sommer folgen. Informationen zu dieser GPU sind vage, man vermutet, dass Nvidia seinen Kurs beibehält und einen sehr großen Chip am Rande des Machbaren anstrebt. Die aktuelle Gerüchtelage spricht von bis zu 1.024 Shader-Prozessoren – doppelt so viele wie bei GK104 und GF110. Jene „Geforce GTX 780" wird es schätzungsweise mit aktuellen Dual-GPU-Boliden (Geforce GTX 590 und Radeon HD 6990) aufnehmen können.

Warum wir von einer Geforce-700-Reihe sprechen? Weitere Gerüchte besagen, dass Nvidia die Kepler-Generation so taufen wird, aus zwei guten Gründen: Erstens erfolgte kürzlich der Start einer Geforce-600-Reihe im Mobilsegment in Form umbenannter Fermi-GPUs. Zweitens zieht man so namentlich mit AMDs HD-7000-Reihe gleich, wodurch klarer wird, welche Generationen vergleichbar sind. All das könnte so (oder ähnlich) eintreten, möglich ist aber auch, dass diese Werte reine Fantasien sind. *(rv)*

PCGH-Leistungsindex Single-GPU

Die Basis bildet unser aktueller Testparcours (s. PCGH 08/2011, Seite 52 ff.) mit aktuellen Treibern. Weitere Karten nehmen wir sukzessive auf.

BESSER ▶ | **Normierte Leistung**

	Preis:		1.680 x 1.050:	1.920 x 1.080:	2.560 x 1.600:
Radeon HD 7970 (3 GiB)	€ 550 (+/–0 €)	100 %	80 - 47 - 81 - 61 - 83 - 52 - 39	71 - 42 - 74 - 55 - 74 - 46 - 35	43 - 27 - 50 - 35 - 45 - 25 - 24
Geforce GTX 580 (1,5 GiB)	€ 400 (+10 €)	89,9 %	78 - 38 - 80 - 59 - 59 - 41 - 47	69 - 33 - 72 - 52 - 48 - 37 - 44	39 - 19 - 47 - 32 - 28 - 22 - 32
Radeon HD 6970 (2 GiB)	€ 280 (+/–0 €)	80,0 %	72 - 37 - 66 - 52 - 68 - 36 - 32	62 - 34 - 60 - 46 - 60 - 31 - 30	37 - 20 - 39 - 28 - 36 - 17 - 19
Geforce GTX 570 (1,25 GiB)	€ 280 (+10 €)	78,1 %	67 - 33 - 70 - 51 - 51 - 35 - 42	59 - 29 - 64 - 46 - 41 - 31 - 40	33 - 17 - 41 - 28 - 24 - 18 - 27
Geforce GTX 480 (1,5 GiB)	Auslaufmodell	76,8 %	70 - 31 - 63 - 49 - 51 - 36 - 44	61 - 27 - 57 - 44 - 42 - 32 - 40	34 - 16 - 40 - 26 - 24 - 18 - 29
Gef. GTX 560 Ti-448 (1,25 GiB)	€ 250 (+/–0 €)	75,1 %	64 - 32 - 67 - 50 - 48 - 34 - 41	57 - 28 - 61 - 44 - 39 - 30 - 39	32 - 16 - 39 - 27 - 23 - 17 - 26
Radeon HD 6950 (1 GiB)	€ 190 (+/–0 €)	70,8 %	62 - 33 - 58 - 46 - 60 - 31 - 28	54 - 30 - 53 - 41 - 52 - 28 - 26	32 - 15 - 34 - 25 - 31 - 15 - 16
Radeon HD 6950 (2 GiB)	€ 220 (+/–0 €)	70,2 %	61 - 33 - 58 - 46 - 60 - 31 - 28	54 - 30 - 52 - 41 - 52 - 28 - 26	32 - 17 - 34 - 25 - 31 - 15 - 16
Radeon HD 5870 (1 GiB)	Auslaufmodell	69,8 %	61 - 32 - 58 - 44 - 61 - 31 - 28	55 - 29 - 53 - 39 - 53 - 28 - 26	32 - 16 - 35 - 24 - 32 - 15 - 16
Geforce GTX 560 Ti (1 GiB)	€ 180 (+/–0 €)	66,0 %	56 - 29 - 61 - 39 - 45 - 28 - 39	50 - 26 - 55 - 34 - 37 - 25 - 37	28 - 13 - 36 - 20 - 21 - 15 - 23
Geforce GTX 470 (1,25 GiB)	Auslaufmodell	61,4 %	54 - 25 - 51 - 40 - 40 - 28 - 38	48 - 22 - 46 - 35 - 33 - 25 - 35	27 - 13 - 28 - 21 - 19 - 14 - 22
Geforce GTX 560 (1 GiB)	€ 140 (+/–0 €)	59,7 %	51 - 25 - 54 - 33 - 42 - 26 - 38	45 - 22 - 49 - 29 - 35 - 22 - 36	24 - 11 - 30 - 16 - 19 - 13 - 22
Radeon HD 6870 (1 GiB)	€ 140 (+/–0 €)	58,2 %	53 - 28 - 49 - 36 - 50 - 27 - 28	46 - 25 - 45 - 32 - 44 - 24 - 23	27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 11 - 13
Radeon HD 5850 (1 GiB)	Auslaufmodell	56,4 %	51 - 27 - 48 - 37 - 50 - 23 - 23	46 - 24 - 44 - 33 - 43 - 21 - 21	27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 10 - 12
Geforce GTX 460 (1 GiB)	€ 120 (+/–0 €)	49,9 %	45 - 22 - 46 - 29 - 35 - 21 - 33	39 - 19 - 41 - 25 - 27 - 19 - 29	21 - 10 - 25 - 14 - 15 - 11 - 19
Radeon HD 6850 (1 GiB)	€ 120 (+/–0 €)	49,3%	47 - 23 - 40 - 29 - 41 - 23 - 23	42 - 21 - 36 - 25 - 36 - 21 - 21	24 - 11 - 22 - 15 - 21 - 11 - 12
Radeon HD 6790 (1 GiB)	€ 100 (–5 €)	39,7 %	35 - 20 - 35 - 25 - 34 - 20 - 15	32 - 17 - 32 - 22 - 29 - 17 - 13	19 - 10 - 19 - 13 - 17 - 9 - 5
Geforce GTX 550 Ti (1 GiB)	€ 100 (+/–0 €)	38,9 %	35 - 16 - 36 - 22 - 28 - 16 - 28	31 - 14 - 33 - 19 - 23 - 14 - 26	17 - 8 - 20 - 10 - 12 - 7 - 14

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: Supersampling-AA, Metro 2033: Analytical-AA)/max. AF in 1.680 x 1.050, 1.920 x 1.080 und 2.560 x 1.600

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 4 GiB DDR3-1600 (8-8-8-24-2T), Win7 x64 SP1, Cat 11.12/GF 290.36

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

PCGH sucht Verstärkung

Lust auf Hardware und Spiele? Die PC-Games-Hardware-Redaktion sucht ab März und ab April spielebegeisterte, engagierte Praktikanten/Praktikantinnen.

Als Praktikant/in arbeiten Sie aktiv an unserer Webseite und im Forum mit, verfassen Online-News, testen zusammen mit Fachredakteuren Hardware, führen selbstständig Benchmarks durch, schreiben eigene Texte und erhalten Einblicke in die komplexen Abläufe der Produktion eines Printmagazins. Für das Praktikum gibt es eine Vergütung. Eine Stelle ist ab dem 01. März frei, eine weitere ab dem 01. April. Initiativbewerbungen für einen späteren Zeitpunkt sind ebenfalls möglich, da wir regelmäßig auf der Suche nach Verstärkung sind. Wir bieten Ihnen ein anspruchsvolles Aufgabengebiet in einem hoch motivierten, professionell organisierten Team.

Wenn Sie aktiv an einem der innovativsten Hardware-Hefte incl. Webseite in Deutschland mitarbeiten wollen, senden Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung mit einer Kostprobe Ihrer Schreibkünste und Ihren letzten Zeugnissen an:

Computec Media AG, PC Games Hardware
Stichwort: Praktikum,
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
oder an online@pcgameshardware.de.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.pcgh.de/code/27E8.

Interesse geweckt?
Dann jetzt bewerben!

AMDs „Graphics Core Next"-Architektur (GCN) debütiert mit der Tahiti-GPU

Test: Radeon HD 7970

AMD erklimmt den Thron: Die High-End-Grafikkarte Radeon HD 7970 vereint Direct X 11.1, fortschrittliche 28-Nanometer-Fertigung, eine brandneue Architektur und PCI-Express-3.0-Kompatibilität.

Die schöne Südseeinsel Tahiti ist der Namenspate für AMDs neuesten Coup – den Grafikchip der Radeon HD 7970. Ähnlich wie beim Bulldozer war auch hier das Beste vom Besten gerade gut genug. Anders als bei den FX-CPUs jedoch gelingt AMD mit Tahiti und der HD 7970 der Sprung an die Leistungsspitze im PCGH-Index für Single-GPU-Karten. Außerdem erneuert AMD auch die Architektur und richtet sie stärker auf die Erfordernisse von GPU-Computing aus: „Graphics Core Next" (GCN) soll in Ablösung der vorhergehenden VLIW-Chips die Basis für die nächsten Jahre bilden. Auch in Sachen Bildqualität war man fleißig und hat den von uns seit Jahren bemängelten anisotropen Filter überarbeitet.

In unserem umfangreichen Test der Karte gehen wir auf die für Spieler wichtigsten Aspekte ein und prüfen die Leistungsfähigkeit der Karte in aktuellen, grafisch fordernden Spielen und beim Einsatz von Super- beziehungsweise Downsampling. Weitere Spielebenchmarks wie zum Beispiel von *Battlefield Bad Company 2*, *Dragon Age 2* oder *Dirt 3* finden Sie im PCGH-Leistungindex auf der vorigen Seite. Freuen dürfen Sie sich auch auf die nächste Ausgabe der PC Games Hardware, in der ein umfangreicher Artikel zum Praxiseinsatz der HD 7900 sowie hoffentlich erste Partnerkarten und weitere Modelle auf dem Plan stehen.

AMD wieder im High-End

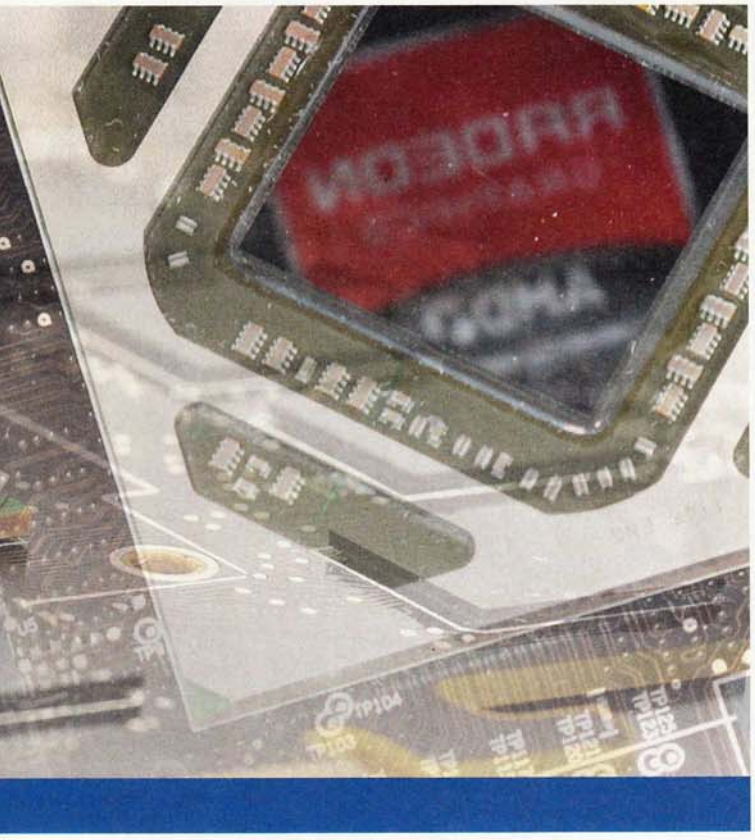
Nachdem AMD mit der X1950 XTX vor nunmehr rund fünfeinhalb Jahren eine Niedrigpreis-Strategie begann und die schnellsten Single-GPU-Grafikkarten im Gegensatz zur Konkurrenz zum Teil deutlich unter 400 Euro anbot, ist man bei der Radeon HD 7970 umgeschwenkt. Die unverbindliche Preisempfehlung zu Redaktionsschluss lag bei 549 US-Dollar und damit dürfte sich die HD 7970 auch preislich deutlich oberhalb der Geforce GTX 580 ansiedeln. Inklusive Europa-Zuschlag und Mehrwertsteuer rechnen wir mit 549 bis 600 Euro zum Start. Das ist für eine High-End-Karte nichts absolut Ungewöhnliches, besonders wenn die Verfügbarkeit anfangs noch knapp ausfallen dürfte – so zumindest Quellen aus der Industrie, AMD selbst spricht nur von Verfügbarkeit zum Launch. Dafür bekommen Sie auch satte drei durch die 384 Bit breite Speicherschnittstelle bedingte Gigabyte schnelles GDDR5-RAM, welche eine Übertragungsrate von 264 Gigabyte pro Sekunde liefern. Auf die in der Gerüchteküche auf kleiner Flamme geköchelte Ausstattung mit Rambus' XDR2-RAM angesprochen, grinsten AMD-Vertreter nur.

Auch in Sachen Grafikchip fährt AMD schweres Geschütz auf. Nach dem Debakel mit der falschen Bulldozer-Transistorzahl nimmt man es diesmal etwas übergenau und gibt augenzwinkernd 4.312.711.873 – also 4,3 Milliarden – an. Diese verteilen sich laut AMD auf 365 Quadratmillimeter Chipfläche und damit fällt die in 28-Nanometer-Strukturbreite produzierte Tahiti-GPU laut offizieller Angabe sogar etwas kleiner aus als der noch in 40-nm-Technik produzierte Vorgänger Cayman. Das fette Transistorbudget investiert AMD nicht nur in die

Bonusmaterial

Heft-DVD: Dort finden Sie ein Redaktionsvideo, welches die erste Inbetriebnahme der HD 7970 zeigt.

www.pcgh.de/go/02-12



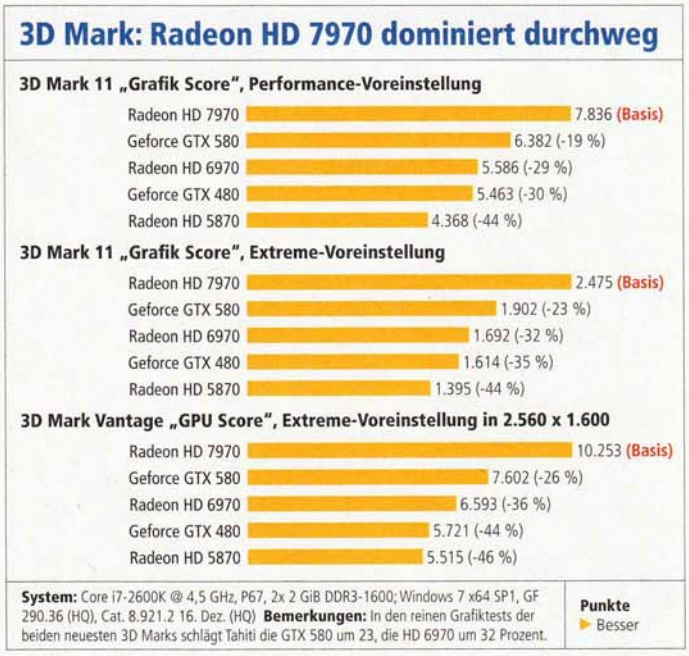
umgekrempelte GCN-Architektur, sondern auch in zusätzliche Funktionseinheiten. Gegenüber den 24 SIMD-Blöcken in Cayman sind es nun mit 32 Compute Units (CUs) im Tahiti-Chip ein Drittel mehr. Auch wuchs die Speicherschnittstelle von den bei AMD lange beibehaltenen 256 parallelen Datenbits auf 384 und zieht damit in Sachen Breite und maximaler Speicherausbau mit Nvidias High-End-Chips gleich. Da AMD jedoch höhere Taktraten im Speichercontroller fährt, liegt die Übertragungsrate nun 37 Prozent über derjenigen einer Geforce GTX 580 und glatte 50 Prozent oberhalb der HD 6970.

Zahlenspiele

In knackigen, aber theoretischen Zahlen ausgedrückt, liegt AMDs neues Flaggschiff deutlich vor der Konkurrenz – aus eigenem wie fremdem Hause. Gegenüber der bislang schnellsten Single-GPU-Karte Geforce GTX 580 ergeben sich Steigerungen, die teils eher in Faktoren denn in Prozent ausgedrückt werden sollten. Besonders in Sachen purer Rechen- und Texturierungsleistung kann die HD 7970 auftrumpfen: Beim 2,4-Fachen einer GTX 580 liegt der AMD-Bolide in diesen Disziplinen. Die Steigerungen im Bereich Speicher- und Pixeltransfer fallen mit 37 beziehungsweise 19 Prozent Vorsprung jedoch geringer aus. Weitere Details finden Sie in der Technikatabelle auf der nächsten Doppelseite dieses Artikels.

Auf dem Papier ist die Radeon HD 7970 also ein echter Tiger und bestens gerüstet, um es mit den bisherigen High-End-Spitzenreitern von Nvidia aufzunehmen. Wie gut AMD die enorme Rohleistung auf die Straße bringt, zeigen unsere auf die Erläuterungen zur neuen GCN-Architektur folgenden Tests. Doch eins vorab: Um Faktor 2,4 liegt die HD 7970 in Spielen nicht vorn. ▷

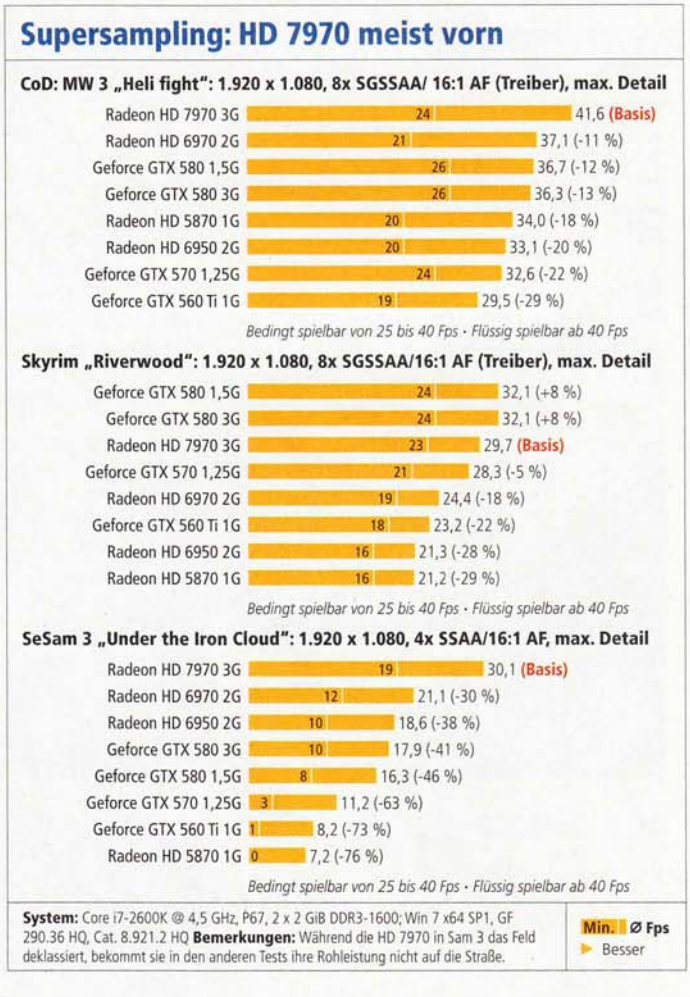
3D Mark: Radeon HD 7970 dominiert durchweg



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 (HQ), Cat. 8.921.2 16. Dez. (HQ) **Bemerkungen:** In den reinen Grafiktests der beiden neuesten 3D Marks schlägt Tahiti die GTX 580 um 23, die HD 6970 um 32 Prozent.

Punkte
▶ Besser

Supersampling: HD 7970 meist vorn



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ **Bemerkungen:** Während die HD 7970 in Sam 3 das Feld deklassiert, bekommt sie in den anderen Tests ihre Rohleistung nicht auf die Straße.

Min. Ø Fps
▶ Besser

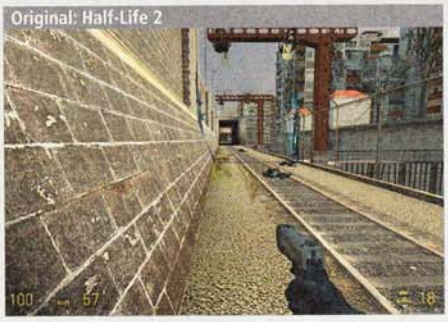
Techniktabelle: High-End-Grafikkarten

Modell	GTX 580	GTX 570	GTX 480	GTX 470	HD 7970	HD 6970	HD 6950 (2G)	HD 5870
Circa-Preis (Euro)	400,-	280,-	Auslaufmodell	Auslaufmodell	500,-	280,-	220,-	Auslaufmodell
Codename	GF110	GF110	GF100	GF100	Tahiti XT	Cayman XT	Cayman Pro	Cypress XT
Direct-X-Version	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.0	11.0	11.0
Fertigungstechnik/Strukturbreite	40 nm	40 nm	40 nm	40 nm	28 nm	40 nm	40 nm	40 nm
Transistoren Grafikchip (Mio.)	3.000	3.000	3.000	3.000	4.313	2.640	2.640	2.150
SP-Rechenleistung (GFLOPS)	1.581	1.405	1.344	1.089	3.788	2.703	2.253	2.720
DP-Rechenleistung (GFLOPS)	198	176	168	136	947	676	563	544
Polygondurchsatz (Mio. Dreiecke/s)	3.088	2.928	2.800	2.432	1.850	1.760	1.600	850
Pixeldurchsatz (GPix/s)	24,7	23,4	21	17	29,6	28,2	26	27,2
Texturleistung (GTex/s)	49,4	43,9	42	34	118,4	84,5	70,4	68
Speichertransferrate (GByte/s)	192,4	152	177,4	133,9	264	176	160	153,6
Takt Grafikchip (Megahertz)	772	732	700	608	925	880	800	850
Takt Shader-ALUs (Megahertz)	1.544	1.464	1.400	1.215	925	880	800	850
Takt Videospeicher (Megahertz)	2.004	1.900	1.848	1.674	2.750	2.750	2.500	2.400
Shader-/SIMD-/Textureinheiten	512/16/64	480/15/60	480/15/60	448/14/56	2.048/32/128	1.536/24/96	1.408/20/88	1.600/20/80
Rasterendstufen (ROPs)	48	40	48	40	32	32	32	32
Speicheranbindung (Bit)	384	320	384	320	384	256	256	256
Übliche Speichermenge/-typ	1.536 GDDR5	1.280 GDDR5	1.536 GDDR5	1.280 GDDR5	3.072 GDDR5	2.048 GDDR5	2.048 GDDR5	1.024 GDDR5
PCI-E-Stromanschluss (Netzteil)	1x6- & 1x8-polig	2x 6-polig	1x6- & 1x8-polig	2x 6-polig	1x6- & 1x8-polig	1x6- & 1x8-polig	2x 6-polig	2x 6-polig

Radeon HD 7970: Anisotroper Filter stark verbessert und nun fast perfekt

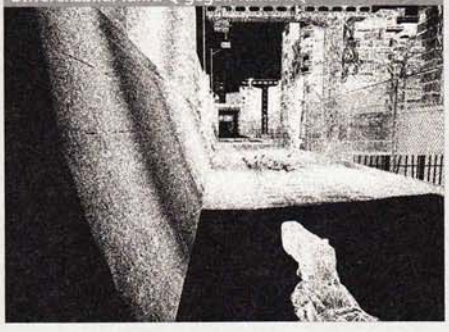
Was seit dem R600 (2007) währt, wird endlich gut. Treue Leser erinnern sich an unsere Abhandlungen des Krisenthemas „Anisotroper Texturfilter". Nachdem Cypress (HD 5800) zwar gut filterte, aber bei bestimmten Mustern zu sogenanntem Banding neigte, folgte eine Veränderung bei Barts (HD 6800) und Cayman (HD 6900): Das Banding verschwand, doch das Texturflimmern bei hochfrequenten Strukturen blieb. AMD bestritt lange, dass der AF-Algorithmus Probleme hat, diverse Tests bewiesen aber das Gegenteil. Die Diagnose: Die Gradientenberechnung ist ideal und es werden genug Samples genommen, allerdings ist die Gewichtung der Werte wirr. Es handelt sich also nicht um einen Trick zwecks höherer Fps, sondern um einen Bug. Nachdem vor allem die deutsche Presse verwertbares Feedback lieferte, hat AMD das Problem erkannt und in Tahiti beseitigt: Die Radeon HD 7970 ist die erste AMD-GPU nach dem R580, die flimmerfreies AF ausgeben kann! Unsere Tests beschränken sich auf die Modi Q (Treiberstandard) und HQ. Tahiti-HQ liefert eine exzellente Texturqualität, die sich keineswegs vor Geforce-HQ verstecken muss. Der Q-Modus hingegen wird eindeutig „optimiert": Der Grundfilter ist reduziert-trilinear und das Textur-LOD anscheinend minimal positiv – wir sehen den Geforce-Treiberstandard nach wie vor hauchdünn in Front.

Original: Half-Life 2

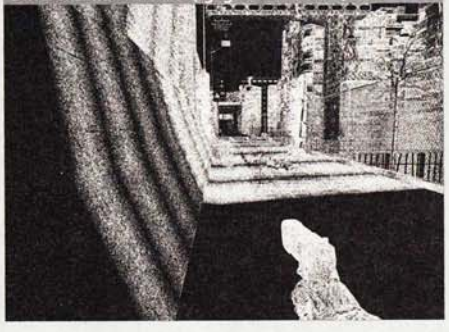


Differenzbild: Tahiti HQ gegen Cayman HQ

Differenzbild: Tahiti Q gegen Tahiti HQ



Differenzbild: Geforce Q gegen Geforce HQ

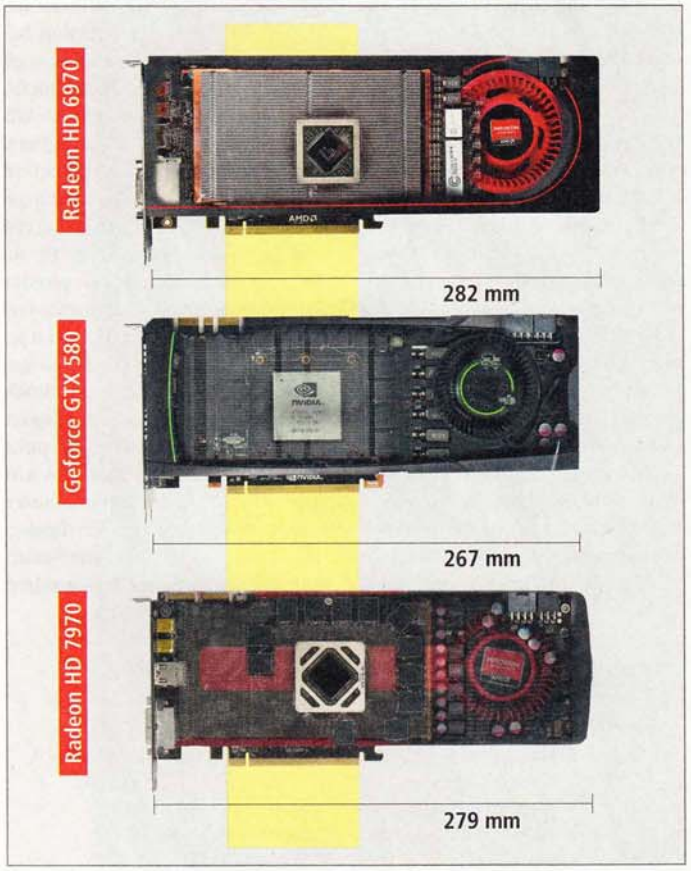


Crysis: Tahiti HQ gegen Cayman HQ

Skyrim: Tahiti HQ gegen Cayman HQ

Differenzbilder zeigen, was Screenshots nur erahnen lassen. Schwarz kennzeichnet identische Pixel, das heißt, dass die GPU in beiden Fällen dasselbe tut; Weiß bedeutet, dass mindestens ein Bit „umgekippt" ist. Gut zu sehen: Wo kein AF nötig ist, normalerweise vorn im Bild und bei der Skybox (Himmel), verändert sich normalerweise nichts. Sehr delikat sind die Differenzen zwischen Cayman und Tahiti, gerade in *Half-Life 2* (Mitte links): Die weißen Flächen kennzeichnen deutlich jene Stellen, wo Cayman zum Flimmern neigt. Auch die Shots aus *Crysis* und *Skyrim* zeigen diese weißen Flächen. Die schwarzen Streifen im Bild direkt über diesem Text zeigen, dass Nvidia bei Q-AF stärker an den MIP-Banden spielt, die Verteilung aber regelmäßig ist. Mehr zum AF in der Ausgabe 03/2012.

Größenvergleich zu anderen Karten



Battlefield 3 (DX11): Flüssiger denn je

„Operation Swordbreaker": 1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF, Ultra-Details

	Ø Fps
Radeon HD 7970 3G	42,5 (Basis)
Geforce GTX 580 1,5G	40,7 (-4 %)
Geforce GTX 580 3G	40,4 (-5 %)
Geforce GTX 570 1,25G	35,5 (-16 %)
Radeon HD 6970 2G	32,5 (-24 %)
Geforce GTX 560 Ti 1G	31,2 (-27 %)
Radeon HD 5870 1G	28,9 (-32 %)
Radeon HD 6950 2G	28,6 (-33 %)
Geforce GTX 470 1,25G	28,5 (-33 %)
Radeon HD 6870 1G	26,4 (-38 %)
Radeon HD 5850 1G	24,4 (-43 %)
Geforce GTX 460 1G	24,2 (-43 %)

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

„Operation Swordbreaker": 2.560 x 1.600, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF, Ultra-Details

	Ø Fps
Radeon HD 7970 3G	29,5 (Basis)
Geforce GTX 580 3G	26,4 (-11 %)
Geforce GTX 580 1,5G	26,3 (-11 %)
Geforce GTX 570 1,25G	22,8 (-23 %)
Radeon HD 6970 2G	21,0 (-29 %)
Radeon HD 6950 2G	18,5 (-37 %)
Geforce GTX 470 1,25G	18,2 (-38 %)
Radeon HD 5870 1G	12,6 (-57 %)
Geforce GTX 560 Ti 1G	12,2 (-59 %)
Radeon HD 6870 1G	11,7 (-60 %)
Radeon HD 5850 1G	11,1 (-62 %)
Geforce GTX 460 1G	10,5 (-64 %)

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

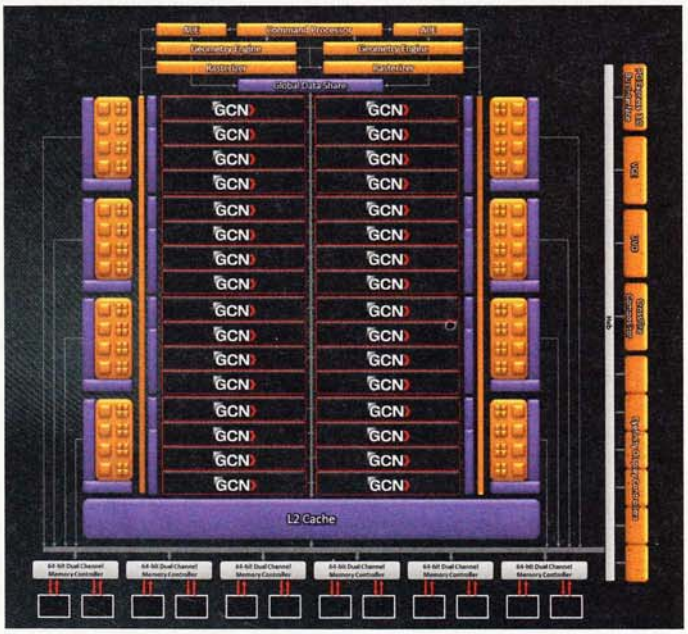
System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** In Full-HD erringt die HD 7970 nur einen knappen Sieg, baut ihren Vorsprung aber mit steigender Auflösung aus.

Min. Ø Fps
▶ Besser

„Graphics Core Next": die neue Architektur

AMD hat das GPU-Compute-Zeitalter, also die Ausführung genereller Berechnungen – von der Videobearbeitung über Raytracing bis hin zum Supercomputing –, nun endgültig eingeläutet und eine Menge Ressourcen in die Entwicklung einer neuen Architektur gesteckt sowie sich von den spätestens seit der DX10-Generation bekannten VLIW-Recheneinheiten verabschiedet. GCN, so die Kurzform, präsentierte man erstmals auf dem hauseigenen Fusion Developer Summit im Sommer 2011 und stellte den Marktstart noch für 2011 in Aussicht – wir berichteten bereits in Ausgabe 08/2011 darüber und lagen in Bezug auf das Aussehen der HD 7970 gar nicht so weit daneben. Die Architekturen der Vergangenheit basierten auf sogenannten Very Long Instruction Words – zunächst in Fünfer- später, im Cayman-Chop, in Vierer-Grüppchen („VLIW5" bzw. „VLIW4"). Hier musste der Treiber noch genügend parallele ausführbare Befehle zusammenstellen, um die Einheiten optimal auszulasten. Während speziell angepasste Programme, besonders im Compute-Bereich, eine hohe Auslastung jenseits der 90 Prozent erzielen, war dies bei „generischerem" Programmcode problematisch. In Spielen zum Beispiel war eine Belegung von unter vier Einheiten Durchschnitt – ein Grund für den Zwischenschritt von VLIW5 zum VLIW4 der Cayman-GPU.

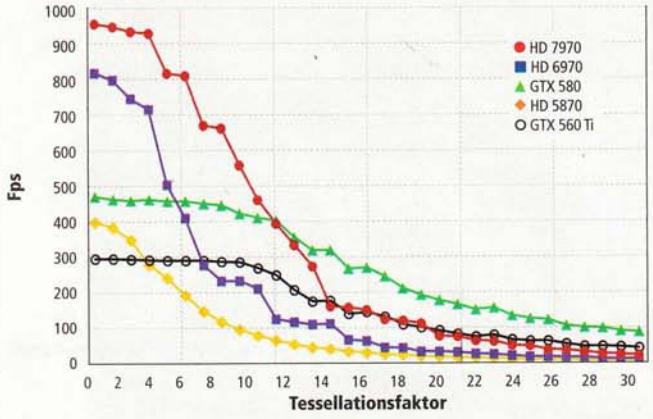
Ein weiteres Problem war die Skalierung mit steigender Anzahl an SIMDs: Von HD 5870 auf HD 5850 erreichten die DX11-Radeons der ersten Generation im Schnitt 24 von 30 möglichen Prozent; die Caymans boten mit 13 von 20 ▷



Das Blockdiagramm der Tahiti-GPU zeigt die einzelnen Einheiten: 2.048 ALUs in 32 CUs, 8 Quad-ROPs, sechs Speichercontroller sowie Caches und Display-Controller.

Tessellation-Analyse (SubD11)

Direct X SDK (June 2010): „SubD11" in 1.920 x 1.200, Fullscreen, kein AA/AF



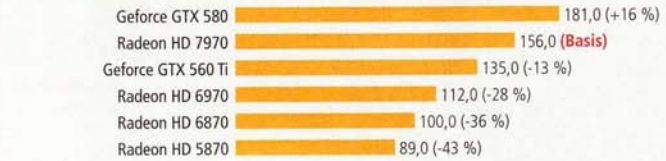
System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 (HQ), Cat. 8.921.2 16. Dez. (HQ) **Bemerkungen:** Die gesteigerte Tessellationsleistung beim Tahiti macht sich bemerkbar. Während die AMD-Chips mit sehr niedrigen Unterteilungsstufen schon seit Cayman deutlich vorn liegen, kann Tahiti die GTX 580 bis Faktor 12 in Schach halten, liegt danach aber nur auf GTX-560-Ti-Niveau.

möglichen Prozent eine schlechtere Skalierung. Zum Vergleich: Die Geforce-GTX-500-Versionen setzen ihren theoretischen Vorsprung nahezu 1:1 in die Praxis um.

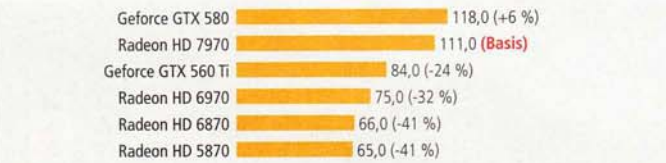
Die neue AMD-Architektur soll nun eine Verbesserung in allen Bereichen bewirken, eine Eier legende Wollmilchsau werden, wenn man so will. Die Basiseinheiten sind recht unabhängige kleine Prozessoren, sogenannte Compute Units (CUs) mit eigener Befehlsverwaltung (Scheduler), einer skalaren Einheit und vier breiten Vektoreinheiten, welche jeweils 16 Befehle (FMA) parallel bearbeiten und pro Takt einen Befehl aufnehmen können sowie von jeweils separaten Registerspeichern (à 64 kiB) gefüttert werden. Pro GCN-Prozessor ist eine Textureinheit vorhanden, welche 16 Texturwerte pro Takt adressieren und vier bilinear gefilterte Pixel zur Verarbeitung bereitstellen kann. Einen separaten Texturcache gibt es nicht mehr, die Daten werden über den 16 kiB großen Level-1-Cache gepuffert, auf den die Ausführungseinheiten auch zugreifen – die Übertragungsrate beträgt 64 Byte pro Takt, die sich Lese- und Schreibzugriffe jedoch teilen müssen. Im Gegensatz zu AMDs früheren Architekturen werden komprimierte Texturen jedoch erst entpackt, wenn sie ausgelesen, sprich von einem ALU-Block abgerufen werden – das spart wertvollen Platz. Zusätzlich steht nach wie vor ein ebenfalls 64 kiB großer Local Data Share genannter Zwischenspeicher zur Verfügung, falls die SIMDs und/oder die Skalareinheit Informationen austauschen

Tessellation im Spiel: Hawx 2 (DX11)

Hawx 2 Benchmark-Demo: 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF, max. Detail



Hawx 2 Benchmark-Demo: 2.560 x 1.600, 4x MSAA/16:1 AF, max. Detail



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 (HQ), Cat. 8.921.2 16. Dez. (HQ) **Bemerkungen:** In der Hawx-2-Benchmark-demo kann die HD 7970 zumindest knapp an die GTX 580 heranreichen.

Ø Fps
Besser

Tessellation: Unigine Heaven 2.5 (DX11)

Benchmark: 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF, max. Detail (Tess: Extreme)

Benchmark: 2.560 x 1.600, 4x MSAA/16:1 AF, max. Detail (Tess: Extreme)

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67-Chip, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 (HQ), Cat. 8.921.2 16. Dez. (HQ) **Bemerkungen:** Im szenenweise tessellationslastigen Unigine-Benchmark schlägt Tahiti über die gesamte Laufzeit die GTX 580.

Min. Ø Fps
Besser

OC-Benchmark: 1,1 GHz GPU-Takt sind möglich

Crysis Warhead (DX9): 1.920 x 1.080, 4x SGSSAA/16:1 AF, Enthusiast-Detail

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** +19 GPU- und +15 Prozent RAM-OC steigert die Leistung der HD 7970 um 17 Prozent; der Kerntakt bestimmt die Fps.

Min. Ø Fps
Besser

Lautheit und Leistungsaufnahme

	GTX 580	HD 7970	HD 6970	GTX 570
Lautstärke				
Leerlauf	0,8 Sone	0,7 Sone	0,5 Sone	0,8 Sone
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	0,8 Sone	0,7 Sone	2,2 Sone	1,3 Sone
Blu-ray-Wiedergabe	0,8 Sone	0,9 Sone	1,9 Sone	1,1 Sone
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	3,4 Sone	4,1 Sone	4,8 Sone	3,4 Sone
Maximale Last	5,9 Sone	6,6 Sone	11,0 Sone	6,8 Sone
	GTX 580	**HD 7970**	**HD 6970**	**GTX 570**
Leistungsaufnahme				
Leerlauf	32 Watt	12 Watt	22 Watt	28 Watt
Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore)	91 Watt	48 Watt	74 Watt	85 Watt
Blu-ray-Wiedergabe	42 Watt	75 Watt	74 Watt	37 Watt
Battlefield: Bad Company 2 (DX11)	221 Watt	185 Watt	186 Watt	194 Watt
Maximale Last	312 Watt	234 Watt	218 Watt	287 Watt

Bei allen Karten gilt die Standardeinstellung für Powertune und Power Containment.

müssen. Im Tahiti-Chip sind jeweils vier solcher CUs in einer Gruppe zusammengefasst, innerhalb derer sich die skalaren Co-Prozessoren ihren jeweils 4 kiB großen Cache teilen. AMD gibt jedoch an, dass die Fixierung auf Vierergruppen nicht in Stein gemeißelt ist: Die einzelnen CUs seien in der Tat sehr unabhängig – das wird auch durch die Tatsache unterstrichen, dass die Wavefronts, also Instruktionsgruppen, nach dem Absenden an eine CU bis zum bitteren Ende von dieser bearbeitet werden und nicht wieder zurück ins Front-End gelangen können.

Die Vektoreinheiten sind auf hohen Durchsatz der verbreiteten Fused-Multiply-Add-Befehle ausgelegt, nach denen sich die maximale Rechenleistung des Tahiti-Chips mit 925 MHz auf 3.788 GFLOPS (Single Precision, SP) beziffert. Der Durchsatz für doppelt genaue Berechnungen (Double Precision, DP) liegt bei 947 GFLOPS – einem Viertel also. Obwohl die Architektur als solche maximal Half-Rate-DP unterstützen könnte, hat AMD sich entschieden, die großen und damit teuren Multiplikatoren sparsamer auszulegen, sodass im Tahiti-Chip je vier Einheiten zusammenarbeiten müssen, um 64-Bit-FP-Genauigkeit zu erreichen. Die weniger häufigen, sogenannten Transzendentalen Funktionen wie Sinus, Cosinus oder Reziproke werden ebenfalls von den Vektoreinheiten übernommen. Wie bei Double-Precision-Berechnungen sinkt hierbei jedoch der Durchsatz auf ein Viertel, also vier Transzendental-Funktionen pro Takt und Vektoreinheit. Unsere synthetischen Durchsatzmessungen bescheinigen Tahiti größtenteils die den neuen Ausführungseinheiten entsprechenden Leistungswerte – zumindest solange die Shaderprogramme lang genug sind. Während bei kurzen Instruktionssequenzen im Bereich von 32 bis 48 Anweisungen nur geringe Zuwächse beim Wechsel von Vektor-4-Sequenzen auf einkanalige Befehle zu beobachten sind, steigt die Performance, je länger die Programme ausfallen und erreicht bei 128 Anweisungen bereits Faktor 3; bei 256 Instruktionen ist mit knapp Faktor 4 beinahe das Optimum erreicht. Ähnliches lässt sich bei Nvidias GF104/b-Chips beobachten, die im Vergleich zu GF100/b ebenfalls längere Programme benötigen, um ihre Rechenkraft umzusetzen.

Cache- und Speichersystem

Das bereits angerissene Cache-System hat AMD vereinheitlicht und stellt nun eine über den gesamten Chip einheitliche Struktur samt Lese-/Schreibzugriff zur Verfügung. Dabei fängt der aus sechs 128 kiB großen Partitionen bestehende L2-Cache Datenüberläufe sowohl aus der ersten Cachestufe als auch aus den Instruktions- und Datencaches der Compute-Units auf. Zwischen den Rechenkernen und den einzelnen L2-Partitionen kommt ein Verbindungsnetz zum Einsatz, welches jeden Anschluss mit 64 Byte pro Taktzyklus versorgen kann. Bei 32 CUs, aber nur sechs L2-Partitionen kann hier ein Datenstau auftreten – vermutlich war das ein wichtiger Grund, warum AMD sich bei der Tahiti-GPU für sechs 64-Bit-Partitionen entschieden hat und in dieser Hinsicht mit Nvidia gleichzieht. Auch im Hinblick auf den Speicherschutz für die Anwendung zum Beispiel in Supercomputern bietet AMD nun ebenfalls (optional) einen kompletten ECC-Schutz für alle Caches und den GDDR5-Speicher.

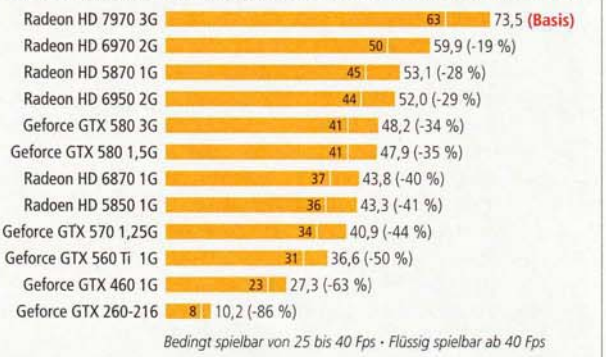
Am Ende der Speicherkette stehen die Rasterendstufen (ROPs). Deren Zahl hat AMD gegenüber Cayman, Barts und Cypress nicht verändert und so wird die gleiche Ausgabeleistung wie bei Cayman erreicht – samt der ebenfalls unterstützten EQ-Antialiasing-Modi mit Coverage-Sampling. AMD-Ingenieure geben an, man habe durchschnittliche Pixelraten von 23 bis 24 Punkten pro Takt in den vorigen Architekturen gemessen, sodass weitere ROPs, deren Anzahl im Gegensatz zu Nvidia auch unabhängig vom Speicherinterface skalierbar ist, nur geringe Vorteile geboten hätten.

Front-End: die Arbeitsvorbereiter

Wie Cayman auch verfügt Tahiti über eine zweifach ausgelegte Geometrievorverarbeitung („Triangle Setup") und, analog zu Cypress, über einen doppelten Rasterisierer. Beide Einheiten sind primär an einen Block aus je 16 CUs gekoppelt. Wenn die Lastverteilung es erfodert, können aber Dreiecke und Pixel in den jeweils anderen CU-Block verschoben werden. In der Praxis liegt AMD damit weiterhin vor Nvidia, deren GF100/110-basierte Karten zwar eine deutlich höhere Setup- und Verwerfungsrate bieten, diese aber bei sichtbaren Dreiecken halbieren – das gilt ▷

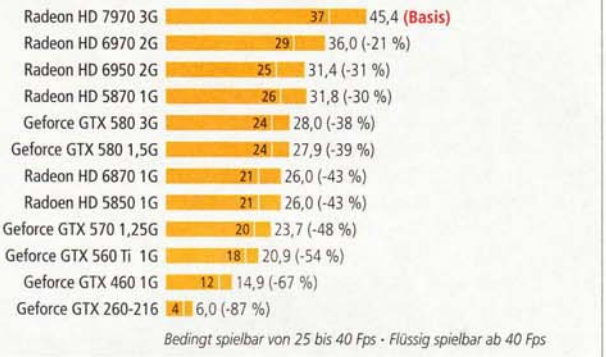
Mass Effect 2 (DX9): Radeon-Dominanz

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



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

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



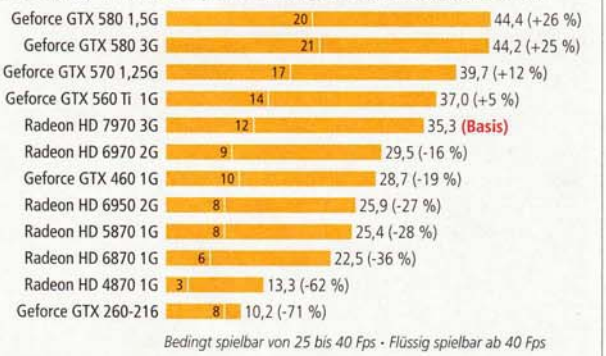
Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** Den Geforce-Karten schmeckt das Spiel mit Supersample-AA nicht. Die HD 7970 bekommt erst mit 8x SGSSAA Probleme.

Min. Ø Fps
▶ Besser

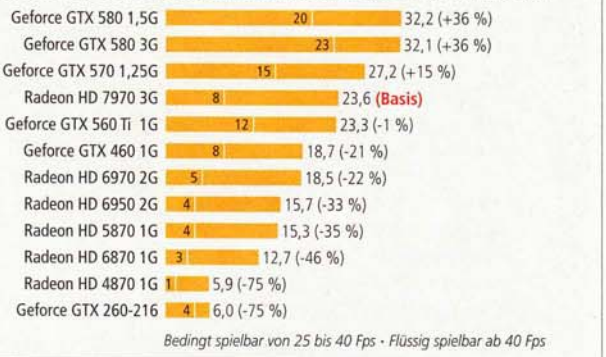
Starcraft 2 (DX9): Tahiti deutlich vor Cayman

„2 on 2 MP-Replay": 1.920 x 1.080, 4x MSAA/16:1 AF (Treiber), max. Detail



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

„2 on 2 MP-Replay": 2.560 x 1.600, 4x MSAA/16:1 AF (Treiber), max. Detail



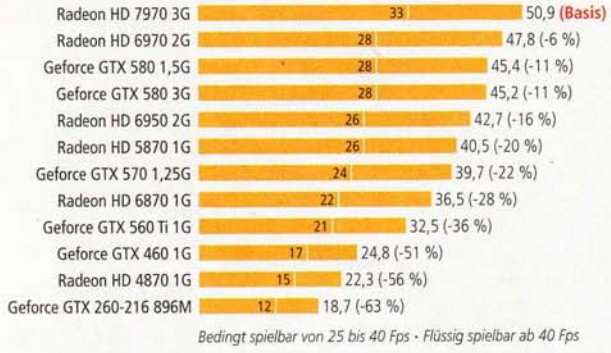
Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** Auch die GCN-Architektur räumt nicht mit dem Radeon-Defizit in Starcraft 2 auf – aber es sind Fortschritte erkennbar.

Min. Ø Fps
▶ Besser

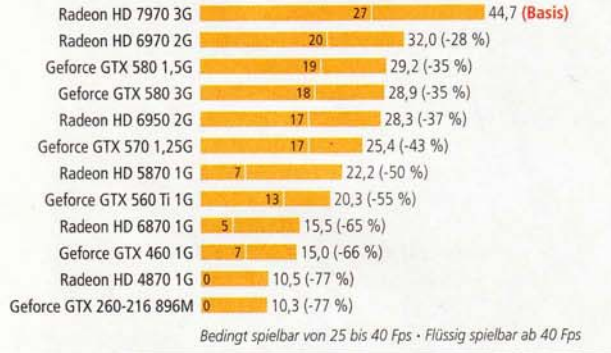
Serious Sam 3 (DX9): AMD meilenweit in Front

„Under the Iron Cloud": 1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF, Ultra-Detail



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

„Under the Iron Cloud": 2.560 x 1.600, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF, Ultra-Detail



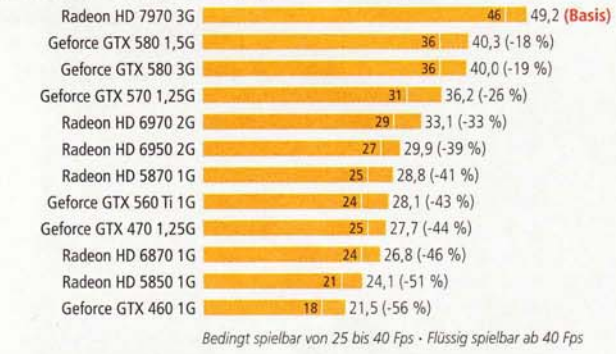
Bedingt spielbar von 25 bis 40 Fps · Flüssig spielbar ab 40 Fps

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** Während Full-HD relativ CPU-limitiert ist, trumpft die HD 7970 in 2.560 x 1.600 und erst recht mit SSAA auf.

Min. Ø Fps
▶ Besser

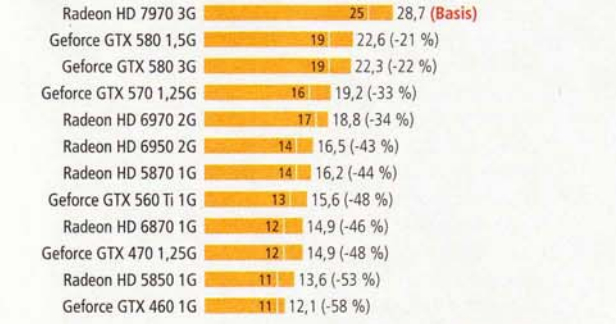
Crysis 2 v1.9 mit DX11 und High-Res-Texturen

„Lebender Toter": 1.920 x 1.080, Ingame-AA/16:1 AF, Ultra-Detail



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

„Lebender Toter": 2.560 x 1.600, Ingame-AA/16:1 AF, Ultra-Detail



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

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2x 2 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64 SP1, GF 290.36 HQ, Cat. 8.921.2 HQ (16. Dez.) **Bemerkungen:** In Crysis 2 lässt Tahiti seine Muskeln spielen; in 2.560 x 1.600 rechnet die Karte 53 Prozent schneller als die HD 6970.

Min. Ø Fps
▶ Besser

zumindest, solange keine Tessellation zum Einsatz kommt.

Wie bei jeder Generation seit der HD 5870 hat AMD den in die Geometrieeinheit integrierten Tessellator aufgebohrt und ist laut interner Zählweise nun in der neunten Generation angekommen. Der Durchsatz mit Direct-X-11-Tessellation soll maximal Faktor 4 gegenüber Cayman betragen – im synthetischen SubD11-Test (übrigens von AMD beigesteuert) aus dem Direct-X-SDK kommen wir im praxisnahen Test auf maximal Faktor 3,07 gegenüber einer HD 6970. Im Vergleich zur Geforce GTX 580 ist das theoretisch allerdings immer noch ein deutlicher Rückstand, welcher umso größer ausfällt, je mehr tesselliert wird. Für die meisten praktischen Belange dürfte die Tessellationsleistung der HD 7970 allerdings keinen Bremsklotz darstellen, da sie bei niedrigen Faktoren die Geforce schlägt und auch im mittleren Bereich noch gut mithalten kann.

Powertune 2.0

Das mit Cayman eingeführte Energiemanagement hat AMD weiter verfeinert, um das Leistungspotenzial voll auszuschöpfen, ohne dass besonders anspruchsvolle Programme den Chip überlasten. Im Spielebetrieb und 3D-Mark-Test konnten wir mit unserem Muster kein Heruntertakten der HD 7970 feststellen. Die Leistungsaufnahme bleibt unter maximaler Last wie im Spielebetrieb auf dem Niveau der HD 6970 und damit unter der von Geforce GTX 580 & Co. bei gleichzeitig höherer Spieleleistung – sehr gut! Im Teil- und Niedriglast-Bereich hat AMD ebenfalls tolle Arbeit geleistet, wie die Messwerte unseres Musters beweisen. Besonders für Multi-GPU-Freunde erwähnenswert: Mit der Zero-Core-Technik versetzt AMD die GPU in einen Tiefschlafmodus, der im Test nur 6 Watt benötigt – bei per Windows Power-Management abgeschaltetem Bildschirm. Laut AMD sind sogar 3 Watt als Untergrenze möglich.

Bildqualität für Enthusiasten

Wie bereits im Extrakasten beschrieben, hat AMD sich der seit einigen Jahren geäußerten Kritik am anisotropen Filter angenommen und die notwendigen Hardware-Einheiten angepasst, um die vorhandene Genauigkeit über die gesamte Latenz der Textur-Pipeline zu erhalten. Nach unseren Beobachtungen ist das Ergebnis sehr erfreulich und zumindest in der Einstellung „Hohe Qualität" der von Nvidia ebenbürtig bis überlegen, bezieht man die fehlende Winkelabhängigkeit von GCN mit ein. Für den Test der High-End-Karten haben wir uns daher entschieden, alle Benchmarks mit maximaler Bildqualität – „HQ" hüben wie drüben – durchzuführen. In der kommenden Ausgabe werden wir uns des Themas noch einmal ausführlich annehmen.

Spieleleistung

Keine Frage: Mit der HD 7970 hat AMD die Leistungskrone nach gut anderthalb Jahren von Nvidia zurückerobert. Der Abstand im normierten PCGH-Leistungsindex beträgt knapp elf Prozent. Das mag etwas wenig erscheinen, doch die Treiber für GCN stecken noch in den Kinderschuhen – obwohl gerade die vereinfachte Treiberentwicklung ein Vorteil der neuen Architektur sein soll. In manchen Tests, wie etwa *Serious Sam 3 BFE* – sowie mit dem leider nach wie vor auf Direct X 9 beschränkten Supersample-Antialiasing –, kann der Tahiti-Chip jedoch sein Potenzial aufblitzen lassen und sich mit größerem Vorsprung an die Spitze setzen. In Sachen GPU-Compute haben wir uns vorerst auf ein paar Stichproben beschränkt, die jedoch besonders im Bereich Raytracing mit dem Luxmark 1.0 erfreulich ausfielen. Mit rund 16.800 Punkten im Standard-Test schlägt die HD 7970 sowohl HD 6970 (Cat. 11.6) als auch GTX 580 (Treiber: 275.33) beinahe um Faktor 2.

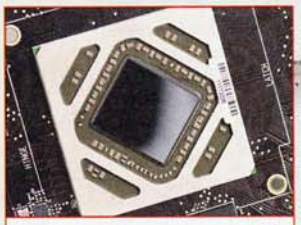
Weitere Benchmarkergebnisse der HD 7970 finden Sie im PCGH-Leistungsindex auf Seite 25 und im großen HD-7000-Praxisartikel ▷ der nächsten Ausgabe. *(cs/rv/ms)*

Fazit

Radeon HD 7970

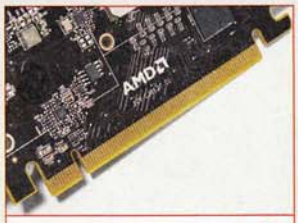
Mit der HD 7970 gelingt AMD ein toller Wiedereinstieg ins High-End. Die Kombination aus exzellenter Performance, umfangreichem Feature-Set (u. a. Eyefinity), modernisierter, DX11.1-fähiger Architektur und der niedrigen Leistungsaufnahme lässt nur wenige Wünsche offen. Kleine Wermutstropfen sind der im Referenzdesign nicht allzu leise Lüfter, der hohe Preis und die unklare Verfügbarkeit zum Launch. Ultra-Enthusiasten vermissen Down- und Supersampling-Support für alle APIs.

Die Radeon HD 7970 im PCGH-Röntgenblick



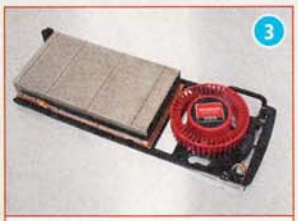
Tahiti XT (1)

AMDs neue GPU in 28-nm-Technik bietet 4,3 Mrd. Transistoren und unterstützt Direct X 11.1. Mit der neuartigen Architektur rüstet sich AMD für die Zukunft und bietet Performance-Freaks schon heute 2.048 Shader-ALUs und 128 TMUs.



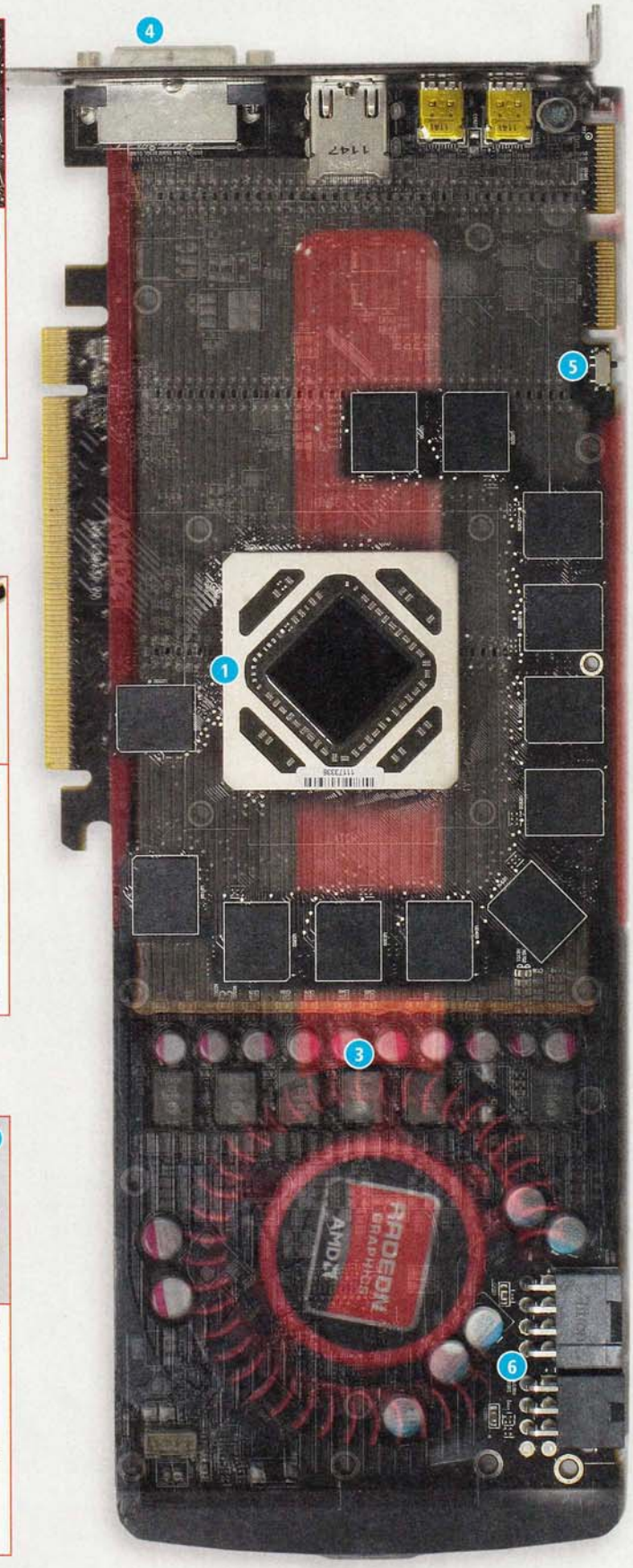
PCI-Express 3.0 (2)

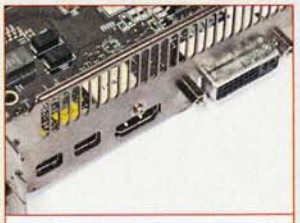
AMDs HD 7970 ist die erste GPU, welche den brandneuen PCI-Express-Standard unterstützt. Auf PCI-E.-3.0-Systemen (SB-E) liegt die Übertragungsgeschwindigkeit bei bis zu 12 Gigabyte pro Sekunde – mehr als doppelt so hoch wie bei Cayman und GF110.



Vapor-Chamber-Kühler (3)

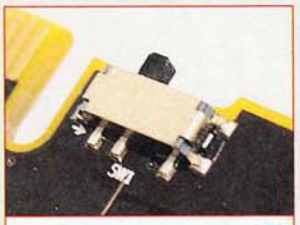
Bei der Kühl-Kombo handelt es sich „nur" um eine Vapor Chamber. Vergrößerte Oberflächen des Kühlkörpers sowie der Schaufeln des radial arbeitenden Lüfterrades verbessern die Wärmeabfuhr und halten den Chip bei 75 Grad Celsius in *BF: Bad Company 2*.





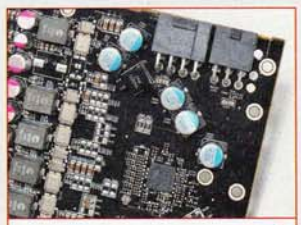
Eyefinity 2.0 (4)

Wie schon AMDs restliche DX11-Karten bietet auch Tahiti die Mehrschirmlösung Eyefinity. Für eine bessere Wärmeabfuhr streicht AMD den zweiten DVI-I. Mit Direct X 11.1 kommt nativer Stereo-3D-Support per Quad-Buffer – AMDs HD3D-Ansatz.



Dual-BIOS (5)

Wie schon Cayman bietet auch unser Tahiti-Referenzmuster ein zweites BIOS. Ob dieses bei den Partnerkarten eine Standard- und eine OC-Einstellung beinhaltet oder ob sich künftige HD-7900-Modelle gar freischalten lassen werden, ist offen.



Powertune (6)

Mithilfe diverser Schaltungen in der GPU hält AMD die Auslastung einzelner Einheiten unter Kontrolle, sodass die Karte mit einem Budget von typisch 210 und maximal 250 Watt auskommt. In unseren Spiele-Messungen bleibt sie deutlich unter ersterer Grenze.

Inject AA: Kantenglättung und Farbanpassungen in jedem Spiel

Antialiasing-Injektion

Antialiasing funktioniert nicht? Ihr neues Lieblingsspiel könnte außerdem etwas kräftigere Farben vertragen? Für beide Probleme gibt es nun Abhilfe: Inject-AA.

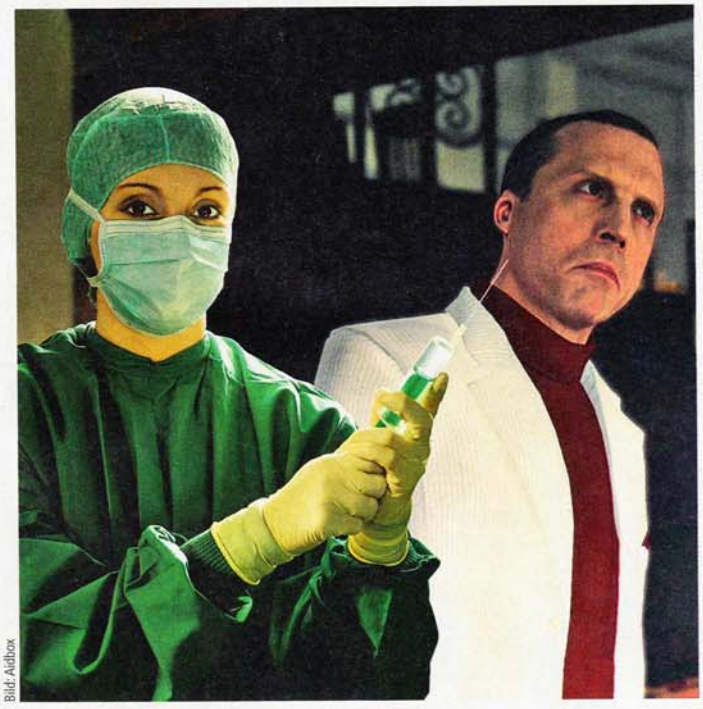
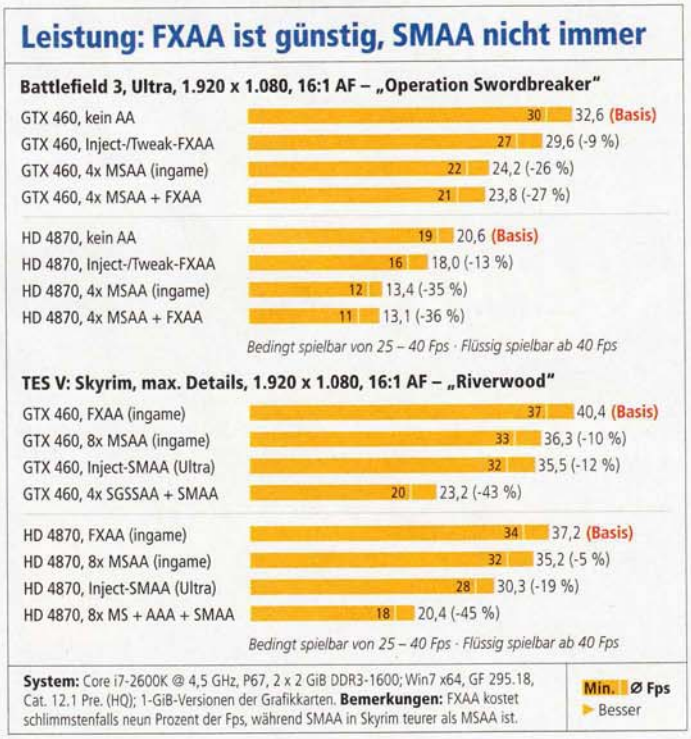


Bild: Aidbox

Leistung: FXAA ist günstig, SMAA nicht immer



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win7 x64, GF 295.18, Cat. 12.1 Pre. (HQ); 1-GiB-Versionen der Grafikkarten. **Bemerkungen:** FXAA kostet schlimmstenfalls neun Prozent der Fps, während SMAA in Skyrim teurer als MSAA ist.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Erst in der vergangenen Ausgabe präsentierten wir Ihnen ein riesiges AA-Special, in dem auch die sogenannten Post-Processing-Modi einen Auftritt hatten. In der Zwischenzeit hat sich einiges getan: FXAA und SMAA lassen sich nun einfacher und vielfältiger konfigurieren. Außerdem steckt FXAA seit Neuestem im Geforce-Treiber.

FXAA & SMAA: Wie bitte?

Beim Fast-Approximate-Antialiasing (FXAA) und dem Enhanced Subpixel Morphological Antialiasing (SMAA) handelt es sich um Verfahren, die am Ende der Bildberechnung angewendet werden. Ihr Ziel ist, ungeglättete Spielszenen nachträglich aufzuhübschen – Make-up sozusagen. Die Vorteile: Diese Postfilter sind prinzipiell mit jedem Spiel kompatibel und kosten wenig Leistung. Die erzielte Glättung kann es noch nicht mit „echtem" Antialiasing (Multi-/Supersampling) aufnehmen. Interessant ist ferner, dass im Zuge der Glättung auch „Photoshopping in Echtzeit" möglich ist: Sie möchten sattere Farben oder eine Konturschärfung? Das ist mittlerweile kein Problem mehr.

Injizieren leicht gemacht

FXAA lässt sich über mehrere Wege aktivieren. Geforce-Nutzer können den Filter seit der 290er-Treiberserie mit dem Nvidia Inspector (auf DVD) einschalten. Mit der Serie 295 wird die Option vermutlich offiziell im Nvidia-Treiberpanel angeboten – der inoffizielle 295.18 gibt einen Vorgeschmack. Weitere Informationen zum noch experimentellen FXAA im Geforce-Treiber finden Sie im Bonusmaterial – ebenso alle im Folgenden erwähnten Tools.

An dieser Stelle widmen wir uns den „Inject"-Varianten von FXAA 3.11 und SMAA 1.x. Hierbei handelt es sich um spezielle Dateien oder Tools, die in das Spielverzeichnis kopiert werden und anschließend ihre Wirkung entfalten – Sie „injizieren" den Spielen diese Glättung sozusagen. Der Vorteil aller Injects ist, dass sie entgegen mancher Gerüchte grafikkartenunabhängig arbeiten und daher auch auf Radeon-GPUs funktionieren.

SMAA ist derzeit nur per Injektion nutzbar. Dieser Algorithmus glättet Polygonkanten ähnlich gut wie FXAA, verzichtet dabei jedoch weitgehend auf Vollbild-Unschärfe. Gegen Flimmern auf Subpixelebene sind beide zugänglichen Verfahren machtlos. Das könnte sich mit den Weiterentwicklungen ändern: FXAA 4.0 bietet „Super Resolution", eine Art günstiges Supersampling, und auch SMAA 2.x, das eine bessere Subpixel-Approximation aufweist, könnte bald per Inject-Tool verfügbar sein.

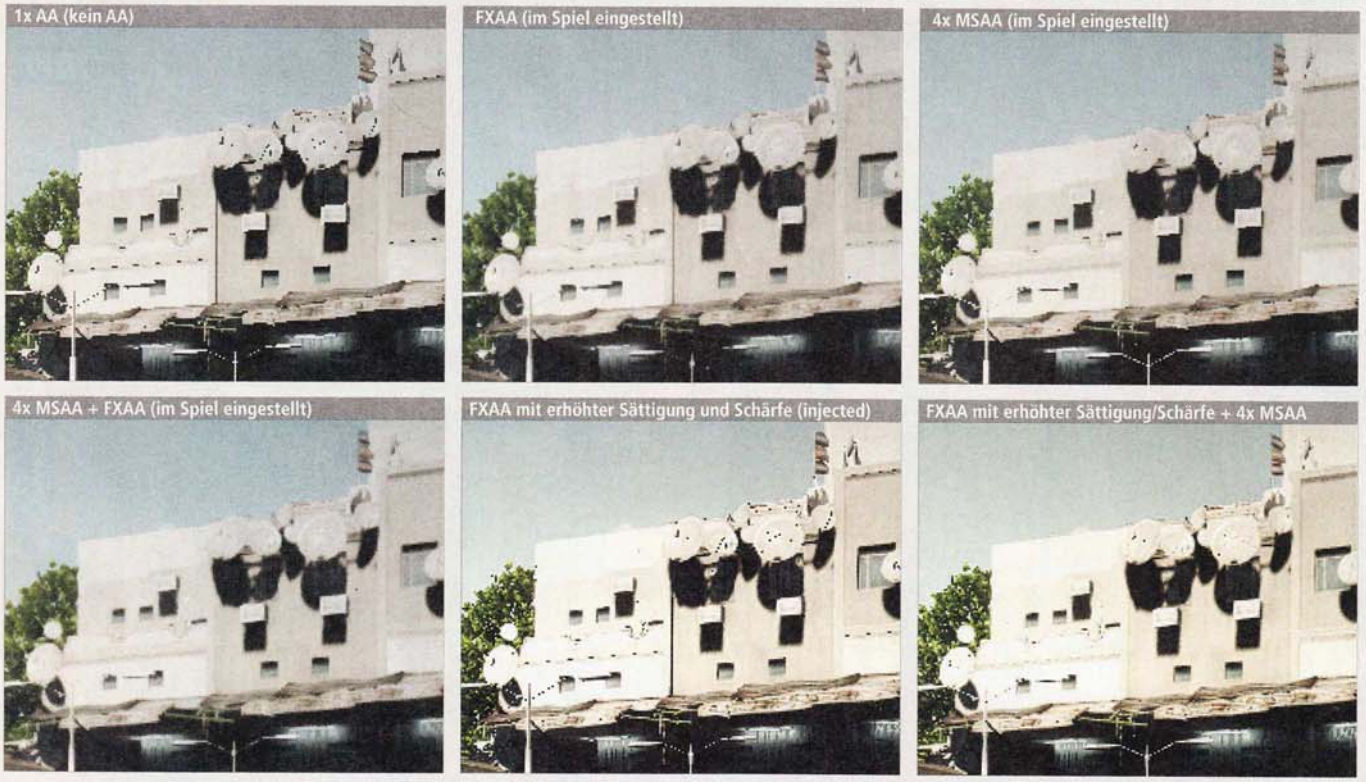
Post-AA: Status quo

Unsere Praxistests zeigen, dass sowohl FXAA als auch SMAA Probleme bereiten können, wenn im Spiel weitere AA-Verfahren (etwa Multisampling) aktiv sind – mitunter starten Spiele gar nicht. Sie sollten die Postfilter nur als Notnagel für Spiele sehen, die gar keine Glättung anbieten. Doch auch als Ergänzung für Downsampling eignen sich die günstigen Verfahren sehr gut.

Wenn es mehr sein darf

Die komfortabelste Methode, um das Beste aus FXAA herauszuholen, ist das neue Inject-Tool von „Violator". Das Programm lässt sich problemlos für jede DX9-Anwendung nutzen und erlaubt neben unterschiedlichen Schärfegraden auch die Anpassung von Sättung, Kontrast und Leuchtkraft. Obgleich viele Spieler auf „knackige" (überscharfe) Bilder stehen, raten wir davon ab, die Regler an den Anschlag zu ziehen: Zu viel Sharpening zerstört nicht nur den Glättungseffekt, sondern erzeugt auch unschöne Schatten und vor allem Flimmern. *(rv)*

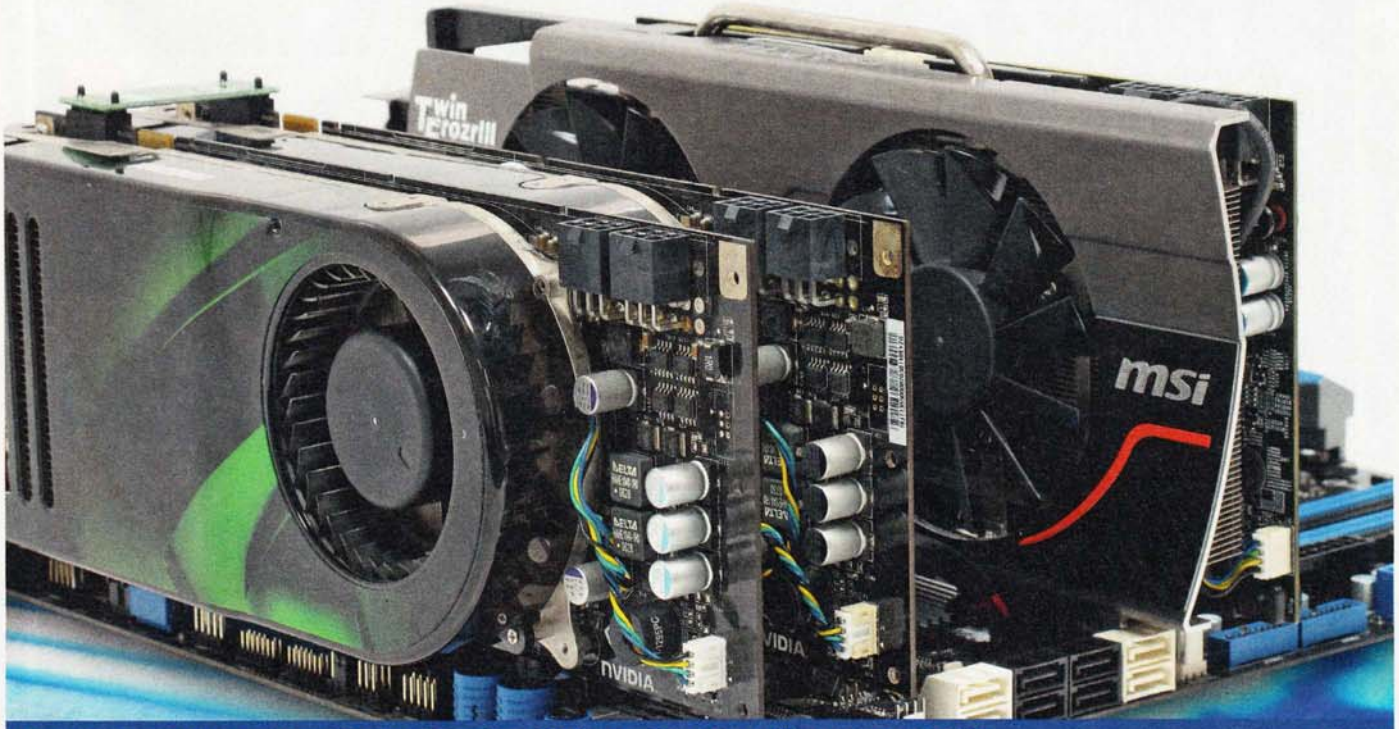
AA-Vergleich in Battlefield 3



Battlefield 3 lässt Ihnen im spieleigenen Menü die Wahl, ob Sie MSAA oder FXAA einstellen. FXAA bietet eine Vollbildglättung, stiehlt dabei jedoch Kontrast und verhindert Flimmern in Bewegung trotzdem nicht. Ist Ihnen dieses FXAA zu unscharf, können Sie per Inject-Tool die Farben und das Sharpening verändern – auf Kosten der Bildruhe.

AA-Vergleich in The Elder Scrolls V: Skyrim

Skyrim bietet ebenfalls FXAA und/oder MSAA als Glättungsoptionen an. Außerdem profitiert das Spiel enorm von Supersample-AA: Beachten Sie das Geäst, das nicht nur detaillierter, sondern auch ruhiger dargestellt wird. SMAA liefert ein deutlich besseres Bild als FXAA, da der Kontrast nicht leidet – alternativ schärfen Sie das FXAA.



Upgrade: Zweite Grafikkarte oder lieber ein schnelleres Modell?

Aufrüstfrage: 1 + 1 = ?

Einer der beworbenen Vorteile von Multi-GPU ist die einfache Aufrüstbarkeit, wenn die Leistung der ersten Grafikkarte nicht mehr ausreicht. Wir gehen dem Versprechen auf den Grund.

Sie haben vor einiger Zeit eine flotte Grafikkarte gekauft, doch inzwischen sind die Spiele aufwendiger, das Display oder Ihre Ansprüche, beispielsweise an Antialiasing oder Downsampling, größer geworden – vielleicht sogar alles zusammen. Nun wollen Sie, den Werbetexten glaubend, einfach eine zweite Grafikkarte gleicher Bauart hinzustecken und sich an der neu erworbenen Oberklasseleistung Ihres Grafik-Subsystems erfreuen. Doch steigen die Fps und der Spielspaß dadurch auch in gewünschtem Maße? Wir geben Antworten und beziehen dabei nicht nur die reine Balkenlänge der Benchmark-Ergebnisse mit in die Betrachtungen ein.

Testfeld

Neben den Single-/Dual-Konfigurationen aktueller Direct-X-11-Karten wie Radeon HD 6870 und Geforce GTX 460 testen wir auch die älteren High-End-Modelle HD 4870 und Geforce GTX 260-216 im Einzel- und Doppeleinsatz. Aufgrund der ohnehin schon geringen Verbreitung von Multi-GPU-Systemen haben wir uns dabei auf Zwei-Karten-Konfigurationen beschränkt, da weitere GPUs Kosten, Systemanforderungen und die Eingabeverzögerung noch weiter in die Höhe treiben und hauptsächlich bei Benchmark-Fans Verwendung finden. Außerdem beleuchten wir den Einsatz einer zusätzlichen älteren Geforce-Karte als separater Physikbeschleuniger im neuen *Batman: Arkham City* – nicht zu verwechseln mit dem circa ein Jahr älteren *Arkham Asylum*, das spielerisch und hinsichtlich der Physikunterstützung dem Neuling recht ähnlich ist.

Der Aufrüstpfad

Die Rechnung klingt einleuchtend: Kombinieren Sie zwei gleichartige Grafikkarten, haben Sie die doppelte Grafikleistung und können so mit zwei aktuellen Mittelklasse- oder ehemaligen High-End-Modellen wieder in der Oberliga mitspielen.

Doch zunächst sind einige weitere Voraussetzungen für das Zusammenwirken der Grafikknechte zu erfüllen: Seit circa drei Jahren ist bei (damaligen) High-End-Karten wie HD 4870 und GTX 260 die dreifache Stromversorgung mittels des PCI-E-Steckplatzes und mindestens zweier Sechspolanschlüsse vom Netzteil Pflicht – manche Karten wie die GTX 280/285 benötigten gar schon eine Sechs- und Achtpolbestückung. Seit 2010 gilt diese Regel der beiden sechsadrigen Kabel auch in der gehobenen Mittelkasse ab GTX 460 und HD 6870 als Standard. Die Netzteile sollten dafür unter anderem eine nominelle Leistung von 500 Watt für zwei Mittelklassekarten und 700+ Watt für zwei High-End-Karten bereitstellen und natürlich über die entsprechende Anzahl an Steckverbindungen verfügen. Darüber hinaus ermöglichen erst Mainboards mit mehreren PCI-Express-x16-Steckplätzen den reibungslosen Datenverkehr zwischen den Grafikchips.

AMD stellt angehende Crossfire-Nutzer hier vor geringere Einstiegshürden als Nvidia, die das SLI-Siegel auf den meisten Mainboards vom Vorhandensein eines NF200-Zusatzchips abhängig machen, der als PCI-E-Verteiler auch auf P67, Z68 und Co. die x16-Kommunikation

Bonusmaterial

Heft-DVD: Auf der Heft-DVD finden Sie aktuelle Treiber und Tuning-Programme sowie weitere Diagramme.

www.pcgh.de/go/02-12

zwischen den beiden Geforce-Karten sicherstellt. Crossfire dürfen Sie dagegen weitgehend ohne Beschränkungen ausprobieren, sofern mindestens zwei mechanische x16-Anschlüsse vorhanden sind, auch wenn einer der beiden nur mit vier Datenbahnen angebunden ist. Für optimale Leistung empfiehlt natürlich auch AMD die 2x16-Verbindung, die wir über das Gigabyte Z68X-UD7-B3 mit Z68-Chipsatz samt NF200 im Test sicherstellen.

Voraussetzung: Treiberprofil

Die zweite, mindestens genauso wichtige Bedingung für ein gelungenes Multi-GPU-Erlebnis ist ein Profil im Treiber. Immer ausgefuchstere Techniken bei der Berechnung der Spielegrafik machen es für die Grafikkarten schwierig, die Einzelbilder stur abwechselnd zu berechnen, wie es in einfachen Multitexturing-Engines von *Serious Sam* oder *Unreal Tournament 2004* noch möglich war und Fps-Steigerungen nahe der 100-Prozent-Marke gebracht hat. Moderne Spiele verwenden viele Daten eines Bildes auch für das nachfolgende, um beispielsweise Bewegungsunschärfe oder Helligkeitshistogramme für die Irissimulation beim HDR-Rendering zu ermöglichen. Diese Daten müssen ebenso wie die fertigen Bilder zwischen den Grafikprozessoren ausgetauscht und über den PCI-Express-Steckplatz oder über die speziellen SLI- beziehungsweise Crossfire-Brücken übertragen werden.

Damit die Grafikchips wissen, welche Daten aus welchen Pufferspeichern sie wann am besten übertragen, sind für jedes Spiel angepasste Treiberprofile nötig, die im Idealfall bereits zum Release des Spiels im Treiber bereitgestellt werden. Darum bemühen sich AMD und Nvidia nach Kräften, können aufgrund der Spieleflut aber nicht überall gleichzeitig das Optimum erreichen.

Bei Geforce-Karten erlauben Tools wie der inzwischen nicht mehr unterstützte Nhancer oder der Nvidia Inspector (beide auf Heft-DVD) auch manuelle Eingriffe in die Treiberprofile. Findige Forennutzer haben kurz nach Release neuer Spiele oft schon die funktionierenden Einstellungen herbeigemoddet. Während Nvidia traditionell engere Beziehungen zu Spieleentwicklern unterhält und so SLI-Profile oft bereits vor Erscheinen eines Titels im Geforce-Treiber integriert werden, liefert AMD mit den nach Bedarf erscheinenden Catalyst Application Profiles (CAP) als kleine Zusatzinstallation zu bestehenden Treibern die Crossfire-Anpassungen nach. Bestehen gravierende Probleme mit einem bestimmten Spiel, werden in manchen Profilen auch die kompletten Crossfire-Funktionen für einzelne Titel abgeschaltet – entweder dauerhaft oder bis ein reibungsloser Betrieb gewährleistet ist; so geschehen mit dem Catalyst 11.11 Performance-Hotfix und *The Elder Scrolls V: Skyrim*. Die folgenden 11.11b- und 11.11c-Treiber reaktivierten Crossfire wieder.

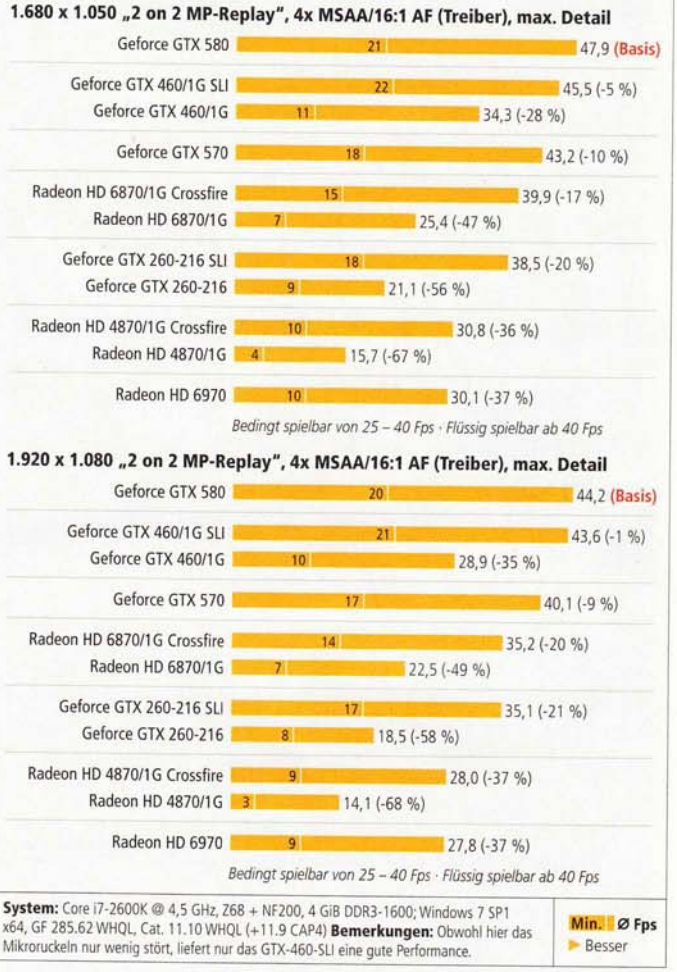
Auf jeden Fall müssen Multi-GPU-Aspiranten sich darauf einstellen, wesentlich stärker auf die aktuelle Treibersituation zu achten als Single-GPU-Nutzer.

Multi-GPU im Praxiseinsatz

Die im Verlauf unserer Tests angefallenen Praxiserfahrungen wollen wir Ihnen an dieser Stelle nicht vorenthalten. Wechseln Sie von einer Radeon- auf zwei Geforce-Karten, sollten Sie den Catalyst-Treiber zuvor deinstallieren, da ansonsten eine Fehlermeldung beim Aktivieren des SLI-Modus angezeigt wird – wir mussten manuell das CCC.exe im Taskmanager beenden und konnten danach im Treiber SLI einschalten. Crossfire hingegen ließ sich direkt aktivieren und zeigte auch beim ersten Systemstart gleich an, dass die zweite GPU nun die Spielerfahrung verbessern würde. Ein standardmäßig durchgeführter, synthetischer Füllraten-Benchmark bestätigte die doppelte Rohleistung und auch die beiden Testspiele *Metro 2033* sowie *Starcraft 2* sprangen sofort auf den zweiten Grafikchip an.

Battlefield 3 hingegen verweigerte hartnäckig höhere Fps-Raten und erst eine komplette Neuinstallation des zum Testzeitpunkt aktuellen Catalyst 11.10 WHQL mit von AMD für dieses Spiel empfohlenem CAP4-Update des 11.9er-Treibers (!) brachte den erwarteten Fps-Boost. Dies allerdings auch nur, bis wir im Spiel die Auflösung von 1.680 x 1.050 auf 1.920 x 1.080 erhöhten, was die Crossfire-Skalierung zunichte machte. Nach dem Neustart des Spiels lagen die gesteigerten Fps-Werte dann allerdings auch in der Full-HD-Auflösung an – bis ▷

Starcraft 2 (DX9): Geforce allein ist stark genug



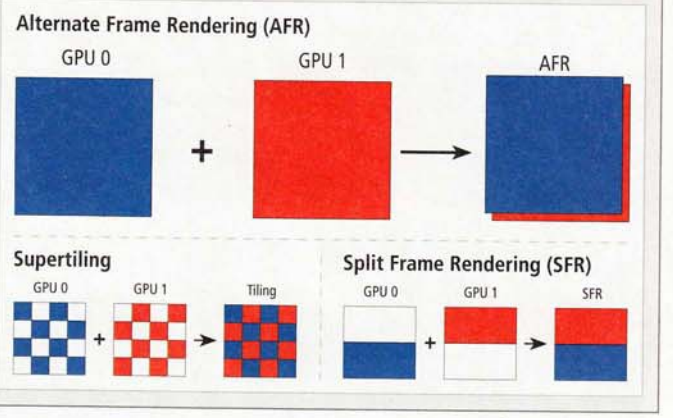
System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Z68 + NF200, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 SP1 x64, GF 285.62 WHQL, Cat. 11.10 WHQL (+11.9 CAP4) **Bemerkungen:** Obwohl hier das Mikroruckeln nur wenig stört, liefert nur das GTX-460-SLI eine gute Performance.

Min. Ø Fps
▶ Besser

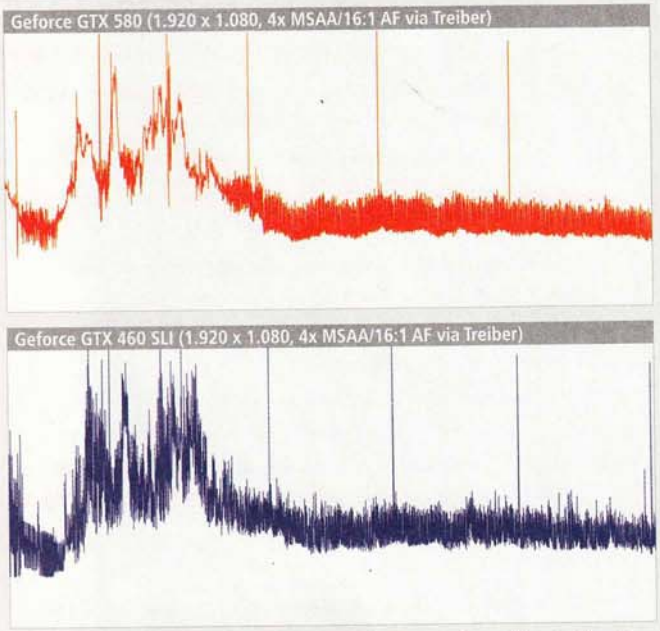
SLI und Crossfire – so entsteht ein Bild

AFR, SFR und Tiling – so lauteten zumindest bei Crossfire einmal die Optionen. Zugunsten langer Benchmark-Balken wird fast nur noch AFR genutzt.

Prinzipiell kann ein Bild auf verschiedene Weisen zusammengesetzt werden: Beide Grafikkarten teilen sich jedes einzelne Bild entweder streifen- oder kachelweise (SFR, Tiling) oder jede Karte rendert abwechselnd je ein eigenes Bild (AFR). Während die ersten beiden Methoden eigentlich recht kompatibel sein sollten, bringen sie die aufwändigere Bildaufteilung einen geringeren Fps-Zuwachs. Das übliche AFR-Verfahren kann bis zu 100 Prozent mehr Bilder pro Sekunde erzeugen, ist aber neben einer größeren Eingabeverzögerung auch anfällig für den Effekt der sogenannten Mikroruckler.



Bildberechnungszeiten in Starcraft 2 (Beispiel)



In den Bildern sehen Sie die Berechnungszeiten jedes einzelnen Bildes (senkrecht) über die 60 Sekunden unseres *Starcraft 2*-Benchmarks (waagerecht) – „mehr" ist in diesem Falle also schlechter. Besonders im GPU-limitierten Teil des Benchmarks (linkes Drittel) sind die Schwankungen des Multi-GPU-Setups (unten) deutlich stärker ausgeprägt, als wenn eine einzelne Grafikkarte die Szene berechnet.

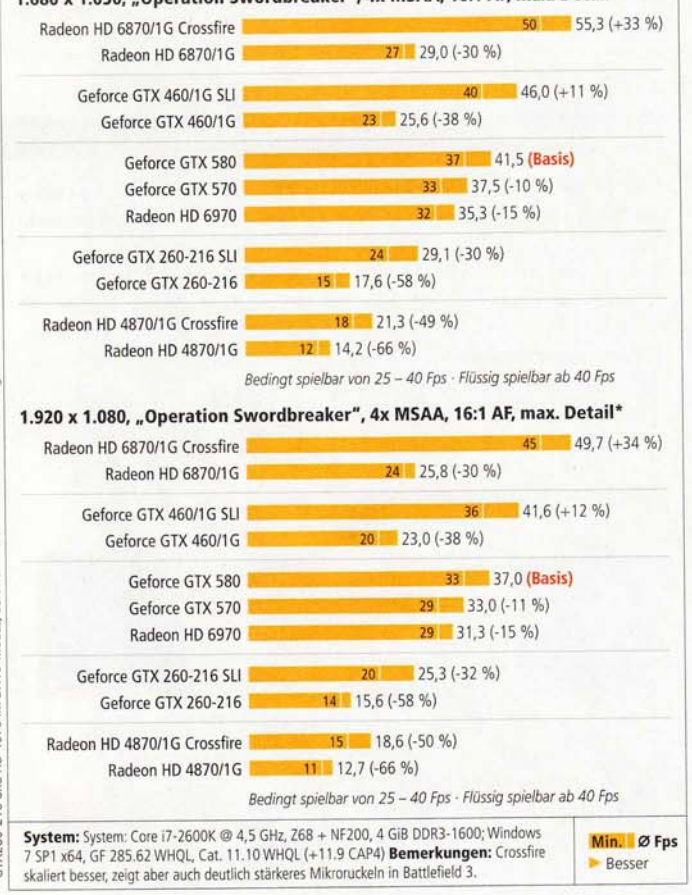
zum nächsten Auflösungswechsel. Mit aktivem Crossfire stürzte *Battlefield 3* im Test mit zwei HD-6870-Karten des Öfteren beim Starten des Spiels, beim Laden einer Map oder auch nur beim Wechsel der Auflösung ab. SLI verhielt sich hier deutlich unauffälliger, allerdings war das Duett aus GTX-260-Karten von einem anderen Problem geplagt: Mit den 285er-Geforce-Treibern zeigte *Battlefield 3* starkes Nachziehen des Bildes auf DX10-Karten im Einzel- wie auch im SLI-Betrieb. Der bei Single-GPUs erfolgreiche Konsolenbefehl „RenderDevice.ForceRenderAheadLimit 1" verhinderte allerdings im SLI effektiv den Leistungszuwachs. Mit den zwischenzeitlich erschienenen Forceware-290-Treibern wurde das Problem jedoch behoben.

Mikroruckeln und Co.

Das Phänomen Mikroruckeln bei mehreren GPUs geht auf die unterschiedlichen Laufzeiten für Bildberechnung und -transfer zurück. In ungünstigen Fällen treffen zwei fertige Bilder direkt nacheinander beim Monitor ein, gefolgt von einer längeren Pause, bis Bild Nr. 3 angezeigt wird. Technisch gesehen stimmt die hohe angezeigte Fps-Zahl also, aber die Wahrnehmung geht häufig dahin, nur die lange Pause, nicht aber die beiden dicht aufeinander folgenden Bilder zu registrieren; das Resultat: Die Animation wird als rucklig empfunden.

Je nach Spiel(-typ) und individueller Wahrnehmung ist das Problem unterschiedlich stark ausgeprägt, weswegen PC Games Hardware seit über einem Jahr Multi-GPU-Karten nicht mehr benotet. Trotz Beteuerungen sowohl von Nvidia als auch von AMD, Techniken zur Reduzierung dieser Probleme in neueren Hardware-Generationen integriert zu haben, ist der Effekt nach wie vor oftmals stark ausgeprägt. Vermutlich aufgrund des Feedbacks hat Nvidia in inoffiziell durchgesickerten Betatreibern der 295er-Reihe testweise einen Frame-Limiter integriert, der die Ausreißer nach oben mildern und so das Fps-Bild glätten soll. Auf der Startseite Grafikkarten schauen wir uns diesen näher an. ▷

Battlefield 3 (DX11): Crossfire schneller als SLI

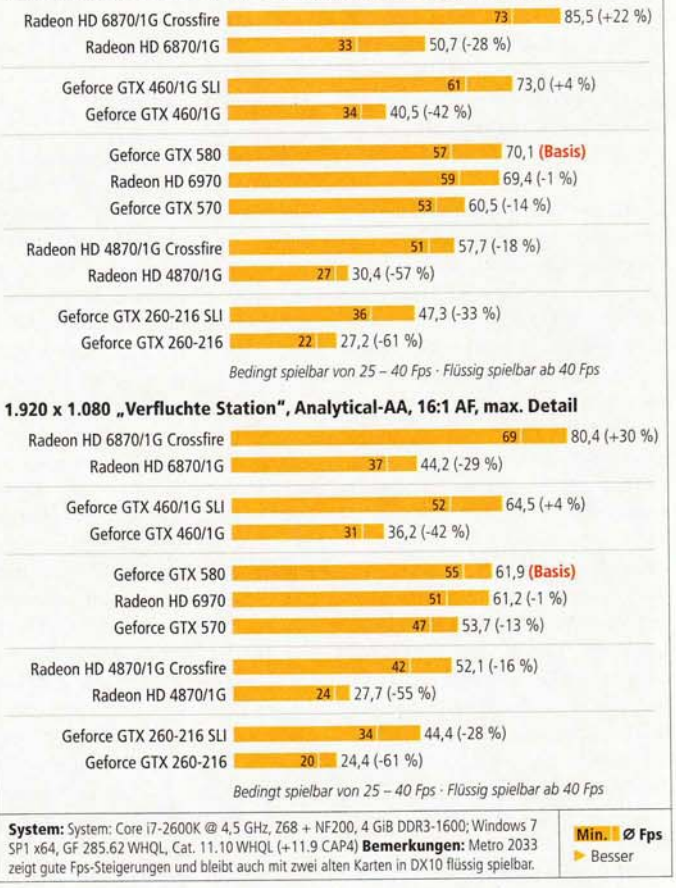


System: System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Z68 + NF200, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 SP1 x64, GF 285.62 WHQL, Cat. 11.10 WHQL (+11.9 CAP4) **Bemerkungen:** Crossfire skaliert besser, zeigt aber auch deutlich stärkeres Mikroruckeln in Battlefield 3.

Min. Ø Fps
▶ Besser

* GTX260-216 und HD 4870 im DX10-Modus, dort nur mittlere Landschaftsdetails möglich

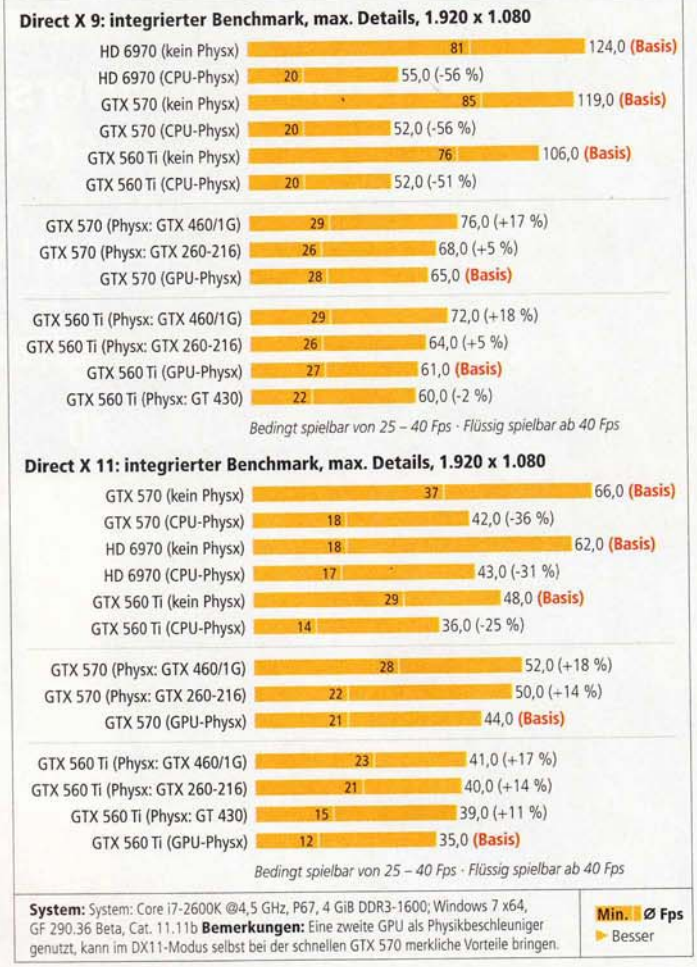
Metro 2033 (DX10): Gute MGPU-Skalierung



System: System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, Z68 + NF200, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 SP1 x64, GF 285.62 WHQL, Cat. 11.10 WHQL (+11.9 CAP4) **Bemerkungen:** Metro 2033 zeigt gute Fps-Steigerungen und bleibt auch mit zwei alten Karten in DX10 flüssig spielbar.

Min. Ø Fps
▶ Besser

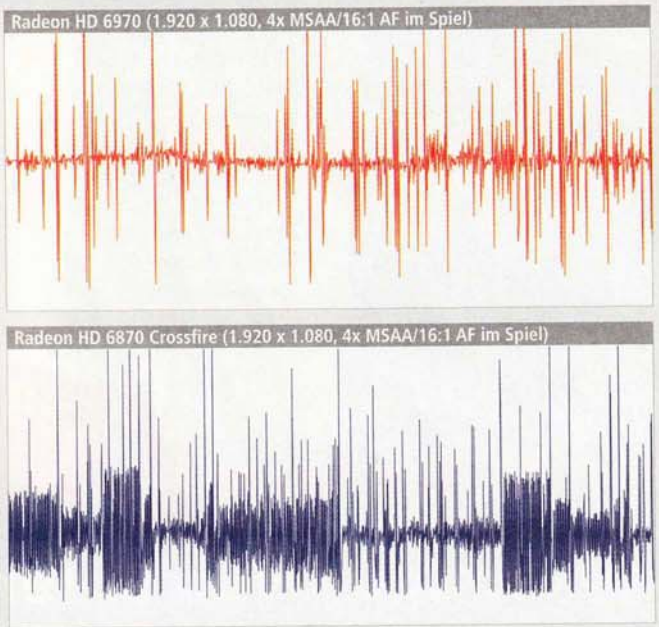
Batman: Beta-Patch beflügelt Physx und DX11



System: System: Core i7-2600K @4,5 GHz, P67, 4 GiB DDR3-1600; Windows 7 x64, GF 290.36 Beta, Cat. 11.11b **Bemerkungen:** Eine zweite GPU als Physikbeschleuniger genutzt, kann im DX11-Modus selbst bei der schnellen GTX 570 merkliche Vorteile bringen.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Bildberechnungszeiten in Battlefield 3 (Beispiel)



Die Bildberechnungszeiten (senkrecht) im 30-sekündigen PCGH-*Battlefield 3*-Benchmark – „mehr" ist schlechter. Zwar sind die beiden HD 6870 insgesamt deutlich schneller, zeigen aber auch eine wesentlich höhere Schwankung der Bildlaufzeiten.

Spiele mit Multi-GPU

Während neben den beschriebenen Problemen in *Battlefield 3* auch das Mikroruckeln besonders bei Crossfire stark ausgeprägt war und den Fps-Eindruck minderte, fiel die Bildlaufzeitenverteilung in *Metro 2033* deutlich besser aus. Vermutlich auch aufgrund der eingesetzten Bewegungsunschärfe-Technik war das Mikroruckeln im „Moskauer Untergrund" mit Crossfire und SLI ein weniger störender Faktor als der erhöhte Inputlag. *Starcraft 2* ist aufgrund der Spielsteuerung sowieso weniger anfällig für Mikroruckeln, da hier eher ungleichmäßige Bewegungen stattfinden. Zudem fiel bei der Analyse der Frametime-Diagramme (s. Randspalte) auf, dass hauptsächlich im stark GPU-limitierten Bereich unseres Benchmarks die Bildberechnungszeiten stärker variierten, während in den hinteren Dritteln der 60-sekündigen Benchmark-Sequenz zumindest das SLI-Setup aus zwei GTX-460-Karten nur eine geringe Verschlechterung aufwies. Die gesammelten Diagramme finden Sie übrigens als Begleitmaterial auf der Heft-DVD.

Darüber hinaus zeigten unsere Benchmarks eines recht deutlich: Solange die Karten aus der gleichen, aktuellen Generation stammen, ist das Zusammenspiel rein aus Sicht der erzielten Fps lohnender und kann durchaus das Fps-Niveau, kaum aber das Spielgefühl einer einzelnen High-End-Karte übertreffen. Koppeln Sie jedoch zwei ältere High-End-Karten, um noch spielbare Fps zu erreichen, müssen Sie trotz guter Skalierung oft deutliche Abstriche in Sachen Fps in Kauf nehmen und sind selbst mit einer aktuellen Grafikkarte der gehobenen Mittelklasse in der Regel besser bedient – vom problemloseren Umgang, geringerer Systembelastung und dem Spielgefühl sowie der Unterstützung aktueller DX11-Technik ganz zu schweigen.

Die zweite GPU als Physiker

Neben der reinen Fps-Steigerung durch parallele Bildberechnung gibt es bei Nvidia-Karten noch eine Möglichkeit, zwei GPUs nutzbringend einzusetzen. Die Rede ist von der hauseigenen Physx-Schnittstelle, die Geforce-Karten seit der DX10-Generation in Hardware beschleunigen können (32 Shader-ALUs und 256 MiB Videospeicher vorausgesetzt).

Egal ob Sie nun eine ältere GTX 260 weiterbeschäftigen wollen oder Ihnen die letztjährige Mittelklassekarte GTX 460 doch nicht mehr ausreicht: Für Physx-Beschleunigung lässt sich die Rechenleistung weiterhin nutzen. Dabei spielt auch die DX-Generation keine Rolle, da die Physx-Berechnungen über Nvidias Cuda-Schnittstelle umgesetzt werden.

Wir haben das aktuelle *Batman: Arkham City*, das im letzten Heft in der ungepatchten Release-Version eine im DX11-Modus schwache Performance zeigte, mit dem inoffiziellen DX11- und Physx-Patch von Microsofts Servern erneut vermessen. Der Patch allein lindert den Leistungshunger von *Batman* mit Direct X 11 und GPU-beschleunigtem Physx bereits drastisch: In Full-HD mit maximalen Details samt DX11 und Physx auf „hoch" genügt eine GTX 560 Ti zum Spielen – eine potente CPU wie der übertaktete i7-2600K unseres Testsystems stemmt auch die Physikberechnungen in hoher Einstellung noch ausreichend, sodass auch eine aktuelle Radeon hier gut mithalten kann.

Mit einer separaten Geforce-Karte, welche die Physikbeschleunigung übernimmt, lassen sich die Fps-Werte ganz ohne Nebenwirkungen wie Mikroruckler und Co. deutlich steigern. Eine GTX 560 Ti läuft im fordernden DX11-Modus selbst mit einer schwachbrüstigen GT 430 (im PCI-E-x4-Slot) noch um 11 Prozent schneller und auch eine GTX 570 kann noch von einer ältlichen GTX 260-216 profitieren und läuft im DX11-Betrieb 14 Prozent schneller, wenn die GTX 260-216 via Cuda die anfallenden Physikberechnungen stemmt. *(cs)*

Fazit

Aufrüsten mit Multi-GPU

Die vielen Auflagen, mit denen der Fps-Gewinn durch eine zweite GPU erschwert wird, machen das Aufrüsten für Besitzer älterer Karten unattraktiv. Zwei Karten der aktuellen gehobenen Mittelklasse sind da schon deutlich sinnvoller, bekäme man nicht für einen geringen Aufpreis (bei Verkauf der alten Karte) und mit weniger Stress aufseiten des Nutzers bereits eines der attraktiven High-End-Modelle Radeon HD 6970 oder Geforce GTX 570 – von der Leistungsaufnahme ganz zu schweigen.

Mehr Übersicht auf dem Schlachtfeld und am Arbeitsplatz

Multi-LCD: Optimiert!

Während das Arbeiten auf mehreren Bildschirmen längst Standard ist, fristet Multi-Monitor-Gaming ein Nischendasein. Wir erläutern die Vor- und Nachteile des Mehrschirmbetriebs.

Pixel waren noch nie so günstig: Während ein durchschnittlicher Bildschirm mit 1.680 x 1.050 Bildpunkten vor drei Jahren noch mehr als 300 Euro kostete, erhalten Sie heute zahlreiche Full-HD-Displays (1.920 x 1.080) für ein Drittel dieses Preises. Während der Übersichtsgewinn in vielen Büros längst für erhöhte Produktivität sorgt, spielt kaum jemand an mehr als einem Bildschirm: Laut einer Umfrage auf www.pcgh.de liegt der Anteil jener Spieler bei etwa fünf Prozent. Dafür gibt es gute Gründe, denn die Einrichtung und der Mehrschirm-Alltag sind nicht ganz trivial – vor allem dann, wenn sich zum Multi-Monitor- noch ein Multi-GPU-Unterbau dazugesellt. PC Games Hardware beleuchtet und löst die üblichen Probleme.

Pro Monitor steigt der Arbeitsaufwand für die GPU

Auflösung	Übliche Monitor-Konfiguration	Pixelmenge	Megapixel
1.680 x 1.050	1 x 20-22 Zoll	1.764.000	1,76
1.920 x 1.080	1 x 21-27 Zoll	2.073.600	2,07
2.560 x 1.440	1 x 27 Zoll	3.686.400	3,69
2.560 x 1.600	1 x 30 Zoll	4.096.000	4,10
3.840 x 1.080	2 x Full-HD (vertikal aufgestellt)	4.147.200	4,15
2.880 x 1.620	1,5 x 1,5 Downsampling bei Full-HD	4.665.600	4,67
3.240 x 1.920	3 x Full-HD (vertikal aufgestellt)	6.220.800	6,22
5.760 x 1.080	3 x Full-HD (horizontal aufgestellt)	6.220.800	6,22
3.840 x 2.160	2 x 2 Downsampling bei Full-HD	8.294.400	8,29

Anmerkungen: Die Ausrichtung mehrerer LCDs spielt hinsichtlich der Pixelmenge keine Rolle – dennoch ist eine horizontale Platzierung in Spielen deutlich fordernder (Erläuterung im Text)!

Das erste Mal zu zweit

Oft keimen Multi-Display-Aktionen spontan: Nachdem der brandneue Monitor platziert ist, stellt sich die Frage, wohin das altgediente Modell soll – viele Spieler nutzen diese Gelegenheit für einen ersten Ausflug ins Multi-Monitoring. Derartige Aktionen sind normalerweise kein Problem: Jede aktuelle Grafikkarte kann zwei DVI-Displays befeuern und zur Not hilft ein DVI-VGA-Adapter dabei. So lassen sich selbst zwei verschieden große Anzeigen mit unterschiedlichen Auflösungen betreiben, allerdings nur im (2D-)Desktop-Betrieb. Ein typisches Nutzungsszenario für einen solchen Aufbau (neben mehr Übersicht beim Internetsurfen und Arbeiten): Spiele laufen auf dem großen Primärbildschirm, während der zweite im wahrsten Sinne des Wortes als Monitor herhält und neben Tools für Temperatur und Auslastung auch einen Messenger darstellt. Es soll auch Leute geben, die neben dem Spiel einen Film laufen lassen oder stets einen Blick auf Facebook haben möchten.

Ernsthaftes Dual-Monitoring

Ideal ist natürlich der Zusammenschluss mehrerer Monitore mit gleichen Proportionen und identischer Auflösung, beispielsweise 2x oder 3x 1.920 x 1.080.

Für Multi-Monitoring-Aspiranten beginnt der Hürdenlauf bei der verwendeten Grafikkarte. Besitzer einer Radeon HD ab der 5000er-Serie sind prinzipiell auf der sicheren Seite, denn AMD etablierte mit diesen Modellen „Eyefinity": umfangreiche Mehrschirm-Fähigkeiten für mindestens drei und auf einigen Grafikkarten sogar sechs parallel nutzbare Displays – sogar beim Spielen. Nvidia ist deutlich restriktiver, mit einer Geforce dürfen Sie lediglich zwei Monitore parallel nutzen und auf einem davon spielen. Um drei LCDs auf dem Desktop zu füttern, ist eine beliebige zweite Geforce nötig; für Triple-Spielerei kommen Sie nicht an einem SLI-Pärchen vorbei. Abhilfe dafür existiert nur inoffiziell (siehe Extrakasten „Soft TH").

Vorspeise: Kabelsalat

Während die Kabelage zweier Monitore überschaubar ist, stellt Sie ein Dreiergespann vor logistische Probleme: 3 x DVI ist an einer Single-GPU-Grafikkarte nicht möglich, ein LCD muss via Displayport oder HDMI angeschlossen werden. Käufer eines aktuellen Monitors werden feststellen, dass die nötigen Kabel nicht immer dabei sind. Ein weiteres Problem: Bei vielen Grafikkarten von AMD und Nvidia kommen die platzsparenden Mini-Versionen von Displayport und HDMI zum Einsatz. Die nötigen Adapter in Kabel- und Steckerform liegen den meisten Grafikkarten bei. PC Games Hardware gibt derlei Zubehör in der Testtabelle an.

Vertikal oder horizontal?

Spätestens beim Anschluss stellt sich die Frage nach der Ausrichtung: Wünschen Sie sich maximale Übersicht, dann reihen Sie die Monitore horizontal aneinander; legen Sie hingegen Wert auf ein vernünftiges Seitenverhältnis, raten wir zur Neigung um 90 Grad – diese Option wird jedoch nicht von jedem Display unterstützt. Ein Beispiel: Drei senkrecht nebeneinander platzierte Full-HD-Displays mit der verschmolzenen Auflösung 3.240 x 1.920 haben ein Seitenverhältnis zwischen 16:9 und 16:10.

Bonusmaterial

Heft-DVD: 13-Minuten-Video: Triple-Head-Praxis mit einer Radeon – Einrichtung, Vorteile, Tücken

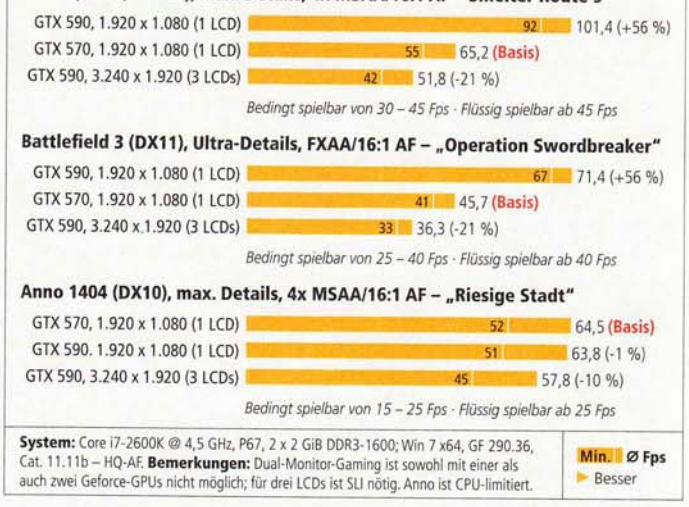
Brett vorm Kopf: Abhilfe

Im ausführlichen Video auf der Heft-DVD führen wir Sie Schritt für Schritt durch die Einrichtung eines 3-LCD-Gespanns. Dort gehen wir auch auf das Hauptproblem multipler Bildschirme ein: der Rahmen inmitten des Bildes. Dessen Breite hängt von Hersteller und Fabrikat ab und lässt sich nicht beseitigen – aber konfigurieren. Die Grafiktreiber von AMD und Nvidia enthalten durchdachte Assistenten, die Ihnen die Hauptarbeit abnehmen. Bei einer Radeon finden Sie die passenden Optionen unter „AMD Eyefinity für mehrere Anzeigen" im Catalyst Control Center (ab zwei Bildschirmen). Nvidias Surround-Features erblühen erst ab drei LCDs mit SLI vollständig. Unter „3D-Einstellungen" – „Multi-GPU, Physx, Surround konfigurieren" starten Sie den Assistenten mit einem Klick auf „Mit Surround über Anzeigen verteilen".

Während der Einrichtung dürfen Sie dem Treiber mitteilen, welcher Monitor links, mittig und rechts steht, sodass auch eine vermeintlich wirre Verkabelung keine Rolle mehr spielt. Die Rahmen dürfen Sie erst nach dem Erstellen einer Monitorgruppe angehen. Ohne Eingriffe findet ein abrupter Übergang von einem zum nächsten Panel statt, sobald Sie die Maus zum Rand navigieren – logisch, da nur die Bildpunkte der einzelnen LCDs erfasst und berechnet werden. Dabei gilt: Zwei Displays erfordern den doppelten und drei Panels den dreifachen Rechenaufwand; jene Auflösungen haben wir in der Tabelle auf der vorigen Seite dokumentiert.

Mithilfe der Rahmen-Kompensation („Bezel correction") ist es möglich, die Zwischenräume einzubeziehen. Nach der manuellen Korrektur, die Sie per Augenmaß im Grafiktreiber vornehmen, wird ein durchgehender Bildschirm simuliert – die hinter den/dem Rahmen liegenden Pixel werden mitberechnet (aber natürlich nicht dargestellt). Abhängig von der Rahmenbreite erhöht sich die neu erstellte Gruppenauflösung um ein paar Hundert Bildpunkte. Bei unserem Testaufbau mit einem Benq XL2410T und zwei XL2420T entsteht so die Auflösung 3.500 x 1.920 anstelle von 3.240 x 1.920, was der Grafikkarte rund acht Prozent mehr Arbeit aufhalst. Das Ergebnis mag ästhetisch wertvoll sein, bringt aber auch ▷

Geforce: Triple-Head-Gaming mit SLI flüssig



System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64, GF 290.36, Cat. 11.11b – HQ-AF. **Bemerkungen:** Dual-Monitor-Gaming ist sowohl mit einer als auch zwei Geforce-GPUs nicht möglich; für drei LCDs ist SLI nötig. Anno ist CPU-limitiert.

Min. Ø Fps ▶ Besser

Obacht: Multi-Monitoring erhöht Stromverbrauch

Grafikkarte	Verbrauch mit 1 LCD	Verbrauch 2 verschiedene LCDs	„Verschwendungsfaktor"
Evga GTX 560 Ti Superclocked	16 Watt	69 Watt	4,31
Palit GTX 560 Sonic Platinum	18 Watt	65 Watt	3,61
Asus EAH6970 Direct Cu II	23 Watt	74 Watt	3,22
Asus ENGTX580 Direct Cu II	28 Watt	87 Watt	3,11
MSI N460GTX Cyclone 1GD5/OC	18 Watt	55 Watt	3,06
Zotac Geforce GTX 560 Multiview	21 Watt	63 Watt	3,00
Zotac Geforce GTX 580 AMP²	33 Watt	96 Watt	2,91
MSI N570GTX Twin Frozr III PE/OC	31 Watt	86 Watt	2,77
MSI N580GTX Twin Frozr II/OC	36 Watt	98 Watt	2,72
Xfx Radeon HD 6950 Dual-Fan	26 Watt	67 Watt	2,58
HIS Radeon HD 6950/2G	25 Watt	63 Watt	2,52
MSI R6970 Lightning	40 Watt	92 Watt	2,30
Sapphire HD 6870 Dual-Fan	23 Watt	48 Watt	2,09
MSI R5770 Hawk	14 Watt	26 Watt	1,86
Sapphire Radeon HD 6770 Flex	23 Watt	35 Watt	1,52

Anmerkungen: Mit unterschiedlichen LCDs aktivieren die Grafikkarten nicht den geringsten Power-State. Je höher der angewendete Takt ist, desto größer der „Verschwendungsfaktor" gegenüber dem 1-LCD-Sparmodus. **Legende:** Miserabel Akzeptabel Gut

Soft TH: Mehrschirmbetrieb für alle

Das kostenlose Programm Soft TH (http://softth.com) ermöglicht Multi-Monitoring in jeder erdenklichen Kombination – auch auf Geforce-Karten.

Der größte Vorteil von Soft TH ist, dass das Programm fast alle Restriktionen der Grafiktreiber umschifft. So ist es beispielsweise möglich, an einer einzelnen Geforce sowohl zwei als auch drei Monitore zu betreiben. Außerdem bietet das Programm die Möglichkeit, mehrere Monitore unterschiedlicher Auflösungen zu verheiraten.

Die Installation von Soft TH ist simpel: Kopieren Sie die DLL-Datei in das Spielverzeichnis, wo sich die Ausführungsdatei (Exe) befindet. Beim nächsten Programmstart öffnet sich ein Fenster und die Software erstellt eine Config-Datei mit Standardeinstellungen. Diese können Sie mithilfe des Config-Editors auf der Soft-TH-Webseite modifizieren. Soft TH befindet sich nach wie vor im experimentellen Alpha-Stadium und ist daher nicht mit jedem Spiel kompatibel – insbesondere DX10/11-Applikationen können Probleme bereiten. Welche Spiele (nicht) unterstützt werden, klärt eine Liste auf der Programm-Webseite. Bei unseren Tests zeigte sich außerdem eine starke Tearing-Neigung, sobald Soft TH die Bilddaten unter mehreren Grafikkarten aufteilt. Mehr zu diesem Tool erfahren Sie in den PDF-Artikeln auf der Heft-DVD.

Radeon: Ab drei LCDs kann Crossfire helfen

Dirt 3 (DX11; Steam), max. Details, 4x MSAA/16.1 AF – Smelter Route 9

	Min.	Ø Fps
HD 6990, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	92	100,9 (Basis)
HD 6990, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	58	64,6 (-36 %)
HD 6990, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	43	48,5 (-52 %)
HD 6970, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	53	59,3 (Basis)
HD 6970, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	34	38,5 (-35 %)
HD 6970, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	25	28,1 (-53 %)

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

Battlefield 3 (DX11), Ultra-Details, FXAA/16:1 AF – „Operation Swordbreaker"

	Min.	Ø Fps
HD 6990, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	70	79,0 (Basis)
HD 6990, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	51	52,4 (-34 %)
HD 6990, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	35	41,5 (-47 %)
HD 6970, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	43	46,2 (Basis)
HD 6970, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	26	33,5 (-27 %)
HD 6970, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	22	24,0 (-48 %)

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

Anno 1404 (DX10), max. Details, 4x MSAA/16:1 AF – „Riesige Stadt"

	Min.	Ø Fps
HD 6990, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	53	64,8 (Basis)
HD 6990, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	53	64,7 (-0 %)
HD 6990, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	53	64,3 (-1 %)
HD 6970, 1.920 x 1.080 (1 LCD)	53	65,3 (Basis)
HD 6970, 3.840 x 1.080 (2 LCDs)	52	53,4 (-18 %)
HD 6970, 3.240 x 1.920 (3 LCDs)	35	36,7 (-44 %)

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

System: Core i7-2600K @ 4,5 GHz, P67, 2 x 2 GiB DDR3-1600; Win 7 x64, GF 290.36, Cat. 11.11b (HQ) **Bemerkungen:** Dreimal so viele Pixel kosten schlimmstenfalls (nur) 50 Prozent der Bildrate. Anno 1404 ist auf einer Radeon HD 6990 vollständig CPU-limitiert.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Multi-Monitor-Spezialkarten

Radeon-Besitzer erhalten ab Werk reichhaltige Multi-Monitor-Funktionen, während Geforce-Besitzer auf Spezial- oder Extrakarten angewiesen sind.

Mithilfe eines Zusatzchips spaltet Zotacs Multiview-Reihe ein Displayport-Signal des Grafikchips. Damit sind diese Karten in der Lage, drei Bildschirme parallel zu betreiben. Das ist jedoch mit mehreren Restriktionen verbunden: Für den Triple-Betrieb benötigen Sie zwei HDMI-Displays und ein weiteres mit DVI- oder Displayport-Eingang. Außerdem funktioniert das Trio nur im Desktop-Betrieb tadellos, Spielen auf drei LCDs ist nicht möglich. Abgesehen von Zotacs GTX 560 (Test in PCGH 12/2011) und GTX 550 Ti Multiview bietet auch die KFA² GTX 570 X4 MDT Unterstützung für mehr als zwei Monitore – vier, um genau zu sein. Die vor einiger Zeit angekündigte Karte (s. PCGH 12/2011) ist jedoch nach wie vor nicht verfügbar.

Grafikkarten aus Sapphires Flex-Reihe ermöglichen Eyefinity mit drei DVI-Monitoren, dazu liegt den Karten ein passiver HDMI-DVI-Adapter bei. Weitere Monitore können durch die verbleibenden Displayport-Anschlüsse gespeist werden.

Sapphire Radeon HD 6970 Flex

Zotac Geforce GTX 560 Multiview

Aus eins mach zwei: Sapphire Vid-2X

Sapphire bietet neuerdings Peripherie, die aus einem Monitorsignal zwei zaubert – aktiv, ohne Treiber und ohne Zutun des Nutzers.

Unser Testmuster hält, was Sapphire verspricht – sogar Spielen auf zwei LCDs ist mit nur einem Bildausgang möglich. Erweiterte Funktionen, wie Strecken oder Klonen, lassen sich per Schalter einstellen. Der Haken: Das Gerät kostet sowohl in der DVI- als auch in der Displayport-Version 150 Euro (www.pcgh.de/preis/709457).

Nachteile: Objekte - wie Feinde -, die sich hinter den Rahmenpixeln befinden, sind für Sie unsichtbar.

Vorsicht, Watt-Falle!

Man sollte meinen, dass die Ausgabe zweidimensionaler Bilder keine Herausforderung für eine moderne Grafikkarte ist. Die Synchronisierung der Bilddaten über mehrere Monitore ist jedoch nicht ganz trivial. Nutzen Sie nur ein LCD - laut Umfragen tun dies fast 2/3 unserer Leser -, schalten aktuelle Grafikkarten in den Low-Power-State, bei dem Taktraten und Spannungen auf ein Minimum reduziert werden. Kommt ein zweites Display dazu, sehen sich sowohl AMD als auch Nvidia genötigt, den maximalen Speichertakt zu aktivieren, um Bildflackern zu vermeiden. Eine Radeon-Grafikkarte arbeitet bei mehreren Displays immer mit ihrem mittleren Power State (UVD), bei dem zumindest der Kerntakt nebst Spannung reduziert ist; abhängig vom Modell sind es bis zu 500 MHz (Radeon HD 6970).

Geforce-GPUs differenzieren: Kommen zwei LCDs mit identischer Bildwiederholrate und Auflösung zum Einsatz, verbleiben sie im 2D-Modus. Nehmen jedoch unterschiedliche Monitore Kontakt auf, wie es meistens geschieht, aktiviert das Grafik-BIOS den 3D-Power-State (voller Takt, volle Spannung). Dieses Verhalten hat bei schnellen Grafikkarten enorme Auswirkungen auf die 2D-Leistungsaufnahme, teils steigt der Verbrauch um Faktor 3 bis 4 (siehe Tabelle auf der vorigen Seite). Dieses Verhalten lässt sich zwar mit Tools wie dem Nvidia Inspector (auf DVD) verändern, allerdings mit Nebenwirkungen: Forcieren Sie den 2D-Status oder betreiben Sie Underclocking, kann Bildflackern auftreten.

Ihre Geforce taktet nicht auf 51/101/135 MHz herunter, obwohl Sie mehrere identische Displays nutzen? Dann handelt es sich vermutlich um 120-Hz-Geräte. Wir haben festgestellt, dass es in diesem Fall hilft, die Bildwiederholrate auf 100 Hertz zu senken.

Viel Fläche, viel Tearing

Tearing, die von Spielern unbeliebten Bildrisse durch fehlende Synchronisierung, wird mit steigender Bildfläche zu einem immer auffälligeren Artefakt. Während unserer Tests störte die holprige Bildausgabe gerade bei drei LCDs. Abhilfe schafft die Vertikale Synchronisierung (Vsync) im Spiel und/oder Grafikkartentreiber. Beachten Sie, dass diese Maßnahme die Bildrate stark reduzieren kann, Sie sollten auf jeden Fall - sofern möglich - Triple-Buffering dazuschalten.

Leistung mit Überraschung

Die Anzahl der Pixel wird von der Ausrichtung Ihrer Monitore nicht beeinflusst, wohl aber das, was Ihre Grafikkarte berechnen muss. In Shootern und Rennspielen wird im oberen Bildbereich Himmel dargestellt, was einer anspruchslosen Fläche entspricht. Links und rechts hingegen gilt es, spielrelevante Grafik zu berechnen. Nutzen Sie den Vorteil der Rundum-Sicht, erhalten Sie niedrigere Bildraten als bei senkrecht platzierten LCDs. Im Falle von Strategiespielen (etwa *Anno 1404*), bei denen Sie normalerweise aus einem flachen Winkel auf die Welt schauen, ist der Unterschied zu vernachlässigen.

In jedem Fall gilt: Der Pixelmenge von drei LCDs begegnen Sie am besten nur mit einer High-End-GPU - oder zweien. Ein Dual-LCD-Gespann ist wegen des Rahmens nur im 2D-Betrieb sinnvoll. *(rv)*

Aufstieg und Fall des 3D-Pioniers 3dfx Interactive

3dfx-Voodoo-History

Ein kleines Start-up-Unternehmen revolutionierte die Spielegrafik am PC: Wir werfen anlässlich des 11. Todestages einen Blick auf die Geschichte des einstigen Kultherstellers 3dfx.

3dfx ist eine Legende. Trotz (oder gerade wegen) ihrer kurzen Lebenszeit erlangte die IT-Firma einen Status, den keine andere für sich beanspruchen kann. Sechs Jahre nach der Gründung und drei Jahre nach der unangefochtenen Vormachtstellung im Bereich der PC-3D-Grafik kam das Ende. Was dazu führte, warum 3dfx auch heute noch Fans hat und was nach dem Ende gekommen wäre, beleuchten wir auf den folgenden Seiten.

Graue Vorzeit: 90er-Jahre

PC-Spieler hatten's schwer: Während sich Playstation-Käufer seit Ende 1994 an flüssiger 3D-Grafik erfreuten, sah es auf dem heimischen Rechner düster aus. Selbst Intels sündhaft teure Pentium-Prozessoren hatten Mühe, die (noch seltenen) 3D-Spiele in grobkörnigen 320 x 200 Pixeln darzustellen. Die ersten 3D-Karten von Nvidia (NV1) und S3 (Virge) entschärften die Situation keineswegs: Jene „3D-Bremsen" renderten zwar schöner, aber oft langsamer als ein Pentium. Das sollte sich mit 3dfx ändern.

Aller Anfang ist klein

Wie viele Start-ups hat auch 3dfx klein begonnen. Gegründet wurde 3dfx im August 1994 von Gordon Campbell und drei ehemaligen Silicon-Graphics-Mitarbeitern: Gary Tarolli, Ross Smith und Scott Sellers. Sie schufen 3dfx mit dem Ziel, 3D-Grafik für den Arcade- und später für den PC-Massenmarkt zu entwickeln. Der Voodoo-Graphics-Chipsatz wurde im Wesentlichen von nur drei Ingenieuren zur Produktionsreife entwickelt. Lediglich 17 Millionen US-Dollar Risikokapital waren dazu nötig. Brian Hook (später id Software) entwickelte in Eigenregie die zum Chip passende Programmierschnittstelle „Glide". Mitte 1996, zum Zeitpunkt des Voodoo-Durchbruchs, war 3dfx noch immer eine sehr kleine Firma mit weniger als 40 Angestellten.

Das Voodoo-Erfolgskonzept

Der Voodoo Graphics verdankte seinen Erfolg mehreren Faktoren: Ingenieurskunst, Risikobereitschaft und einem Zufall. Statt schnellen und teuren SDR-Speicher an einem schmalen Interface zu verwenden, entschied sich 3dfx zu einer exotischen Kombination aus mehreren Chips und EDO-RAM im Verbund: Die Voodoo 1 berechnet 3D-Grafik mithilfe zweier Prozessoren, die jeweils über ihre eigene 64-Bit-Speicherschnittstelle verfügen. Ein Prozessor, der Pixel-FX, widmet sich der Rasterisierung und den Tiefenberechnungen (Z-Buffering), während sein Kollege, der Texel-FX (TMU), Texturfunktionen übernimmt. Durch dieses Design verfügte 3dfx Jahre vor der Konkurrenz über ein effektives 128-Bit-Speicherinterface mit einer Transferrate von 800 MByte/s. Die Chips waren so kompromisslos auf 3D getrimmt, dass 3dfx auf einen 2D-Kern verzichtete: Die Voodoo benötigt zum Betrieb eine 2D-Karte, deren Signal sie durchschleift.

Sowohl der damalige Marktführer S3 als auch die OEM-Größe Ati waren angesichts des massiven Leistungsdefizits ihrer Produkte schockiert – die Voodoo bot zwei- bis dreimal so viel Kraft. Beeindruckt von den 3dfx-Techdemos, war auch vielen Spieleentwicklern klar, dass die 3dfx-Chips alles Bis-

Bonusmaterial

Heft-DVD: Special: Videos zur V5 6000, Retro-PDFs, Original-3dfx-Whitepapers, Prototypenbilder und mehr

www.pcgh.de/go/02-12

Voodoo Glide: Als Spiele die Schönheit lernten

Im Herbst 1996 war Schluss mit Pixelblöcken und Diashows: 3dfx' Voodoo Graphics brachte seine Leistung nicht zuletzt wegen der Glide-API auf die Straße.

Anstelle von Blocktexturen, niedrigen Bildraten und Mini-Auflösungen zauberten Voodoo-Chips (damals) wunderhübsche 640 x 480 Bildpunkte mit butterweichen 30 Fps und gefilterten Texturen auf den Bildschirm. 3dfx' Glide, eine effiziente, an Open GL angelehnte Programmierschnittstelle, motivierte viele Spieleentwickler, ihre 3D-Engines um Voodoo-Unterstützung zu erweitern. Es folgte eine Flut an 3dfx-Patches: *(GL-)Quake, Tomb Raider, Whiplash, Formula 1, Need for Speed 2 SE* (Bild oben) und andere Toptitel galten fortan als Zugpferde für 3dfx, da diese Spiele nur mit Voodoo-Grafikkarten optimale 3D-Optik boten. 3dfx galt in den Jahren 1996 und 1997 als Inbegriff für grandiose PC-3D-Grafik. Nach der weltweiten Begeisterung konnte es sich kein Spielehersteller mehr leisten, ein 3D-Spiel ohne 3dfx-Support anzubieten, Glide avancierte mangels brauchbarer Alternativen zur Standard-3D-Programmierschnittstelle – Direct 3D wurde erst mit Version 6 populär. Mit *Gex 3D* und *Pandemonium 2* erschienen sogar Spiele, die zwingend eine 3dfx-Karte benötigten; ein D3D- oder Software-Pfad existiert nicht.

Tomb Raider ohne Voodoo (Software)

Tomb Raider auf einer Voodoo 1

Voodoo 5: Zehnmal so schnell wie Voodoo 1

Turok Benchmark-Demo, 640 x 480, 16 Bit, Glide-/D3D-Pfad

System: Pentium III-S (1,4 GHz), GA-6OXET-C (i815), 2 x 256 MiB PC133-SDR; Win 98, letzte Referenztreiber **Bemerkungen:** 3dfx-SLI skaliert im Grafiklimit absolut linear, weshalb V2 SLI etwa V3-2000-Niveau erreicht. Die V5 6000 könnte über 1.000 Fps stemmen.

Ø Fps
▶ Besser

lich, sich die Arbeit untereinander aufzuteilen. Hierbei widmet sich eine Karte den geraden und die andere den ungeraden Pixelzeilen eines jeden Frames. Was heutzutage aufgrund der Veränderungen beim Renderprozess unmöglich scheint: 3dfx-SLI skalierte im Grafiklimit zu 100 Prozent und verzichtete dabei auf Nebenwirkungen wie Mikroruckeln. In der Folge ermöglichte ein rund 600 Dollar teures V2-Duett Auflösungen von 1.024 x 768 Pixeln bei sagenhaften 60 Fps.

Voodoo Banshee

Insider berichten, dass 3dfx erst nach Vollendung der V2 das Projekt „Rampage" startete: eine völlig neue Architektur, die spätestens im Jahr 2000 erscheinen sollte. Allerdings verzichtete das 3dfx-Management erneut auf die Rekrutierung frischer Ingenieure, um mehrere Projekte parallel voranzutreiben. Die nahe Zukunft hatte größere Priorität – es galt, endlich den umsatzträchtigen OEM-Markt zu erobern. Ein neuer, günstiger 2D-/3D-Chipsatz sollte es richten: der Voodoo Banshee. Während der 2D-Teil diesmal im Kern integriert war, stammte der 3D-Part aus dem Voodoo 2 – um eine TMU erleichtert, aber dafür 100 MHz schnell. Der Voodoo Banshee erschien im Sommer 1998 in einem schwer umkämpften Markt. „Ich hätte in eine größere Gruppe Mitarbeiter für die physische Realisierung von Chipdesigns investieren sollen, sodass wir den V2 und den Banshee zur selben Zeit hätten fertigstellen können", so CEO Ballard selbstkritisch.

Konkurrenz, Kurioses ...

Die Mitbewerber, allen voran Nvidia, wachten derweil aus dem Tiefschlaf auf. Insbesondere der Riva TNT konnte 3dfx noch im Jahr 1998 gut Paroli bieten und warf zusätzliche Funktionen in die Waagschale: 32-Bit-Farbtiefe, Texturen mit 2.048 Pixeln Kantenlänge und AGP-Support. All das war entweder extrem langsam oder zu Lebzeiten der Grafikkarten nutzlos – der Begriff „Checklistenfeatures" war geboren. Dennoch geriet 3dfx für den Feature-Mangel bei Entwicklern und Presse in die Kritik. Die großen Voodoo-Vorteile, allen voran die hohe Spielekompatibilität und das ebenso günstige wie hübsche 16-/22-Bit-Rendering, wurden oft unter den Tisch gekehrt – vermutlich auch, weil 3dfx diese Alleinstellungsmerkmale kaum bewarb.

... und Fehlentscheidungen

Um der eigenen Firma und der Marke „Voodoo" eine größere Präsenz zu verschaffen, übernahm 3dfx Ende 1998 den Grafikkartenhersteller und ehemaligen Kunden STB Systems. Kostenpunkt: rund 140 Millionen Dollar. STB sollte, so der Plan, dank guter OEM-Kontakte und eigener Fabriken fortan exklusiv Voodoo-Grafikkarten unter der 3dfx-Flagge fertigen und in Rechner für die breite Masse packen. In der Folge kündigte 3dfx allen Boardpartnern, welche dann anfingen, Chips der Konkurrenz zu verwenden. Dieser Schnitt gilt rückblickend als eine der größten Fehlentscheidungen von 3dfx.

Voodoo 3, der Rächer

Die Voodoo 3, das hochgetaktete Beste aus Voodoo 2 und Banshee, kam im Frühjahr 1999 auf den Markt – ohne 32-Bit-Fähigkeit, nach wie vor auf 256er-Texturen beschränkt und aufgrund des neuen Geschäftsmodells mit monatelanger Verspätung. Zwar konnte der Grafikchip mit dem Codenamen „Avenger" (Rächer) mit hoher Leistung überzeugen, allerdings fehlte erstmals die von 3dfx bekannte Souveränität: Nvidias Riva TNT 2 (Ultra), Matrox' G400 (Max) und Atis Rage 128 (Pro) boten eine gleichwertige Leistung und dazu

Winter 1998

Voodoo Banshee

3Dfx' erste gelungene 2D-/3D-Kombikarte erscheint – verspätet. Die Banshee überzeugt mit hoher Leistung zum fairen Preis.

Frühling 1999

Voodoo 3/Restrukturierung

3dfx kauft den Fertiger STB und kündigt seinen Partnern. Die V3-Serie wird nur von 3dfx hergestellt und krankt an Lieferengpässen.

Herbst 1999

V3 3500 vs. Geforce 256

Das V3-Flaggschiff mit 183 MHz und TV-Tuner erscheint. Wenige Wochen später zieht Nvidia mit der ersten Geforce vorbei.

Sommer 2000

Voodoo 5 5500

Mit großer Verspätung erscheint die V5 5500 und trifft auf die GF2 GTS. 3dfx kann primär mit dem großartigen SSAA überzeugen.

die vermissten Fähigkeiten. Allmählich ergab 32-Bit-Rendering auch Sinn: Der Ende 1999 erschienene dritte Teil einer famosen id-Shooterserie zeigte erstmals deutlich dessen optische Überlegenheit – natürlich verbunden mit enormen Fps-Kosten. Das und die schwache Leistung des 3dfx'schen Open-GL-Treibers entspricht einem weiteren Sargnagel auf dem Weg ins Grab.

VSA-100 alias Voodoo 4/5

32 Bit, große Texturen und Kompression: Mit dem VSA-100 („Napalm") lieferte 3dfx viele vermisste Fähigkeiten im Frühjahr 2000 nach. Hardwaregestützte Transformation und Beleuchtung (HT&L), in der Geforce-Checkliste zu finden, fehlte jedoch. Stattdessen wollte 3dfx mit hochwertigem Anti-Aliasing und Filmeffekten wie Tiefenschärfe neue Qualitätsmaßstäbe setzen. Letzteres gelang ohne Zweifel – das SGSSAA der VSA-Serie ist selbst heute noch aktuell –, allerdings mit schon fast obligatorischer, achtmonatiger Verspätung: „Das Design war so komplex, dass einige unserer Emulationstools versagten", charakterisiert ein 3dfx-Mitarbeiter das Problem. Derweil drückte Nvidia ordentlich aufs Gas, die Geforce-2-Reihe erschien ohne Verzögerungen. Das Problem dabei: Die SLI-Karte Voodoo 5 5500 war als Geforce-1-Konkurrent geplant, musste sich bei Erscheinen aber mit der GF2 GTS prügeln – und unterlag in den meisten Benchmarks. Gegen die im Herbst nachgeschobene Geforce 2 Ultra war außerhalb der Glide-Domäne nichts zu holen.

Doch ein Ass steckte noch in 3dfx' Ärmel: das Vier-Chip-Schlachtschiff Voodoo 5 6000. Treue PCGH-Leser wissen längst über die Geschichte der „Göttin" Bescheid, für alle anderen warten zwei PDF-Artikel auf der Heft-DVD. Die Kurzversion: Das Wahnsinnsdesign wurde aufgrund anhaltender Probleme bei etwa 98-prozentiger Fertigstellung auf Eis gelegt. Am 13. November 2000 verkaufte 3dfx die Rechte und 4-Way-SLI-Patente an die Tochterfirma Quantum 3D, die damit Militärsimulatoren bestückte. Tests einiger V5-6000-Prototypen, darunter unser eigener, sind sich einig: Die V5 6000 hätte 3dfx weder gerettet noch jeden Benchmark gewonnen. Allerdings wäre diese Karte Ende 2000 wegen ihrer enormen Rohleistung die mit Abstand beste Lösung für hohe Auflösungen und das allseits geforderte 32-Bit-Rendering gewesen.

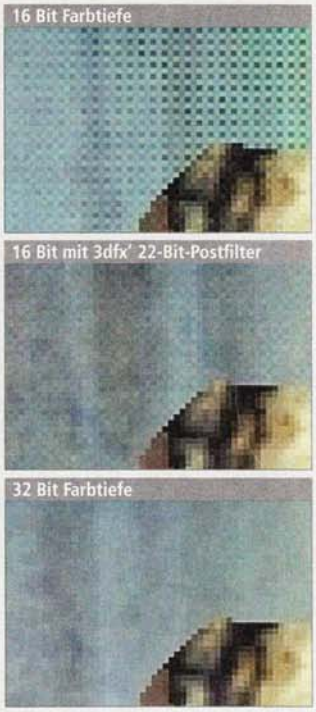
Der Niedergang

Parallel zum Start der Voodoo 5 im Frühjahr 2000 übernahm 3dfx trotz finanzieller Angeschlagenheit für 186 Millionen Dollar die Chipschmiede Gigapixel. Damit wurde die Entwicklungsabteilung um 40 hochkarätige Ingenieure aufgestockt – mit ambitionierten Zukunftsplänen. Dieser Schritt kam jedoch viel zu spät, 3dfx rutschte immer tiefer in die roten Zahlen. Da sich kein Geldgeber fand, sah das Management im Dezember keine bessere Lösung, als sämtliche Rechte, Chips und Patente zum Schnäppchenpreis von 112 Millionen US-Dollar an den Erzrivalen Nvidia zu verkaufen. „Ich fühle mich schrecklich – wir waren so nah dran! Die Ingenieure sind offensichtlich enttäuscht. Aber nicht die ganze Arbeit wird den Abfluss hinuntergespült. Nvidia kaufte die Technologie und hoffentlich werden einige Ideen und Techniken weiterleben und das Licht der Welt in künftigen Chips erblicken", kommentierte Gary Tarolli („Mr. T-Buffer") im Januar 2001. Übrigens arbeiten er und viele weitere 3dfx-Veteranen seitdem bei Nvidia. Was Rampage vermutlich geleistet hätte, beleuchten wir auf der ▷ nachfolgenden Seite. *(rv)*

Bildqualität: Texturfilter, 22 Bit, SGSSAA

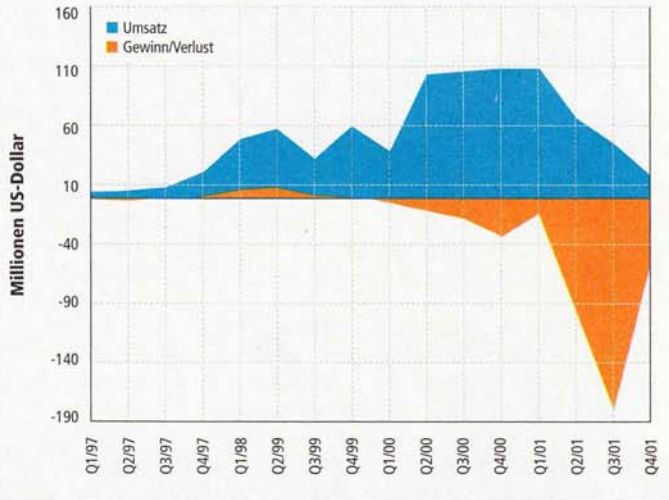
3dfx etablierte nicht nur bilineare Texturfilterung, sondern führte auch weitere Schmankerl ins Feld, um die Bildqualität sofort zu verbessern.

Auch hier gilt das Henne-Ei-Problem: Grafikkarten führen neue Funktionen ein, die teils erst Jahre später in Spielen verwendet werden. 3dfx schob diese „Checklistenfeatures" gewöhnlich auf. Stattdessen lieferte der Hersteller Funktionen, die sofort eine bessere Qualität zur Folge hatten. Das prominenteste Beispiel ist der 22-Bit-Postfilter: Da Voodoo-Chips erst seit der V4/5-Reihe 32-Bit-3D ausgeben können, wertete 3dfx die althergebrachte 16-Bit-Farbtiefe auf. Das funktionierte in den Spielen bis 1999 so gut, dass es 3dfx'sches 16 Bit mit den 32 Bit der Konkurrenz aufnehmen kann – ohne dessen hohe Leistungskosten. Nutzer einer Voodoo 4/5 können das typische 16-Bit-Dithering, eine ungewollte Rasterung, mithilfe von Supersample-AA fast vollständig beseitigen. Jenes SSAA ist das zweite hochwertige, oft ignorierte 3dfx-„Killerfeature".



3dfx: Umsatz & Gewinn-/Verlustentwicklung

Basis: Quartalszahlen. Offiziell bankrott ist 3dfx erst am 15. Oktober 2002.



Herbst 2000

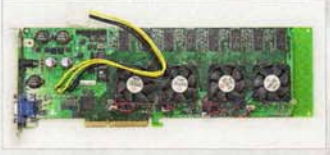
Voodoo 4 4500 vs. GF2 MX

Die Einsteigerkarte V4 4500 ist besser als die V3 und bietet 2x SSAA, hat in Benchmarks jedoch keine Chance gegen die GF2 MX.

Winter 2000

V5 6000 und das Ende

Die Schulden wachsen, die Zeit läuft davon. 13. November 2000: Aus für die V5 6000; 15. Dezember 2000: 3dfx schließt die Tore.



2001

Spectre: Geforce-3-Killer?

3dfx' Voodoo-Nachfolger mit DX8 bleibt unvollendet. Ob „Rampage" 3dfx gerettet hätte, klären wir auf der nächsten Seite.

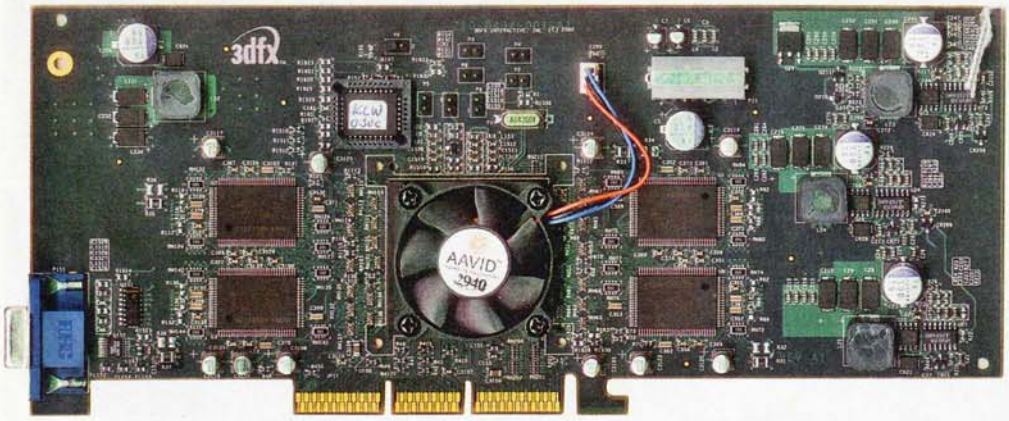
2011

Beispiellos loyale Fans

Während treue Fans selbst 2011 noch aktiv sind und sogar Treiber schreiben, überrascht Nvidia mit einem Voodoo-Aprilscherz (s. u.).

3dfx: Die Pläne jenseits von „Voodoo"

Seit 1998 in der Entwicklung und um Haaresbreite vor der Massenfertigung: 3dfx stand kurz vor dem Release einer brandneuen Architektur.



Im November 2000 brannte es in den 3dfx-Laboren förmlich. Interne Logs geben interessante Einblicke in die letzten Tage und Stunden vor dem Aus.

Spätestens nachdem 3dfx die Entwicklung der Voodoo 5 6000 am 13. November 2000 auf Eis legte, rückte der Fokus vollständig auf den Nachfolger. Das ambitionierte Projekt „Rampage" stellte die erste grundlegend neue 3dfx-Architektur seit dem Voodoo Graphics dar. Unglücklicherweise köchelte seine Entwicklung zu lange auf Sparflamme, weshalb es unvollendet bleibt. Alle Bilder und die Insider-Informationen stammen mit freundlicher Genehmigung von der Webseite http://www.thedodgegarage.com/3dfx, dem Eldorado für 3dfx-Interessierte.

Rampage war 3dfx-typisch als Mehr-Chip-Lösung geplant: Ein „SAGE" genannter Geometrie-Prozessor nahm der GPU die Polygonarbeit gemäß Vertexshader-Spezifikation 1.0 ab. Die an die Öffentlichkeit getragenen Informationen lassen erahnen, dass „Spectre" (der Markenname Voodoo sollte 2001 weichen) im Vollausbau sehr mächtig geworden wäre. Daneben plante 3dfx zwei kleinere Versionen. Rampage erfüllt nicht nur die DX8-Spezifikation mit Pixelshader 1.0, sondern beherrscht darüber hinaus 4x Multisample-AA mit gedrehter Maske und bis zu 16:1 trilineares AF. Was heute Standard ist, wurde von Ati und Nvidia erst deutlich später implementiert.

Zitate und Protokolle aus dem 3dfx-Intranet schildern chronologisch, wie haarscharf Rampage seine Massenfertigung verpasst hat. Demzufolge fertigte man Anfang November 2000 das A0-Silizium, erste mehr oder minder lauffähige Boards. Mit einem kuriosen Testaufbau – eine Schraubzwinge hielt die GPU im Sockel – und den erlangten Erfahrungen schob 3dfx zwei Wochen später die Revision A1 nach, die Sie auf den Bildern sehen. Hierbei handelt es sich nicht um das Topmodell, sondern um die Basisversion ohne SAGE: Spectre 1000. Das Platinendatum des funktionsfähigen Exemplars (!) ist die 47. Kalenderwoche des Jahres 2000. Ein Exingenieur dazu: „Wir legten unsere Arbeit am Freitag nieder [3dfx-Aus]; noch bis Donnerstagnacht lief das Debugging. Rampage berechnete *Quake*. Er wäre eine große Bedrohung für Nvidia geworden, sowohl in Sachen Kosten als auch Performance. Wir erreichten 250 MHz DDR [GPU und RAM synchron]!" Fehlerfrei war die Rev. A1 natürlich nicht. Nichtsdestotrotz war es wahnsinnig knapp, die ewige Entwicklung steuerte die Zielgerade an: Ende November 2000 berechneten fünf Rampage-Prototypen Direct-X-8-Demos. Hätten die Ingenieure ein paar Wochen mehr Zeit gehabt, wäre möglicherweise schon Revision A2 in die Massenproduktion gegangen – übrigens schon damals bei TSMC. Doch dazu kam es bekanntlich nicht mehr.

Optimisten behaupten, dass 3dfx Anfang 2001 mit der Spectre-Auslieferung hätte beginnen können, diese Aussage ist jedoch nicht haltbar. Zwischen fehlerfreien Testboards und der Verfügbarkeit einer Grafikkarte liegen rund sechs Monate – auch bei 3dfx. Ohne größere Komplikationen hätte Spectre frühestens im zweiten Quartal starten können – kein Wunder, dass man parallel den VSA-100-Shrink vollzog (VSA-101, „Daytona"), um zumindest eine günstige Frühjahrskollektion zu lancieren.

Zugeparkte Strombuchse

Insider berichten, dass 3dfx veraltete Tools nutzte, welche die GPU-Entwicklung behinderten. Da Rampage in Software konstruiert wurde, stellte man erst nach dem Zusammenbau fest, dass der vorgesehene Molex-Stromstecker nicht nötig ist. Das ist aufgrund eines Layoutfehlers auch gar nicht möglich – zwei Kondensatoren blockieren die Buchse.

Debüt: DDR-Speicher

Während handelsübliche Voodoos bestenfalls SDR-SDRAM nutzen, setzte 3dfx sowohl bei den „Daytona"-Karten (V4/5-Shrink) als auch bei Rampage auf DDR-SDRAM. Das A1-Sample trägt acht Bausteine mit einer Zugriffszeit von 6,0 Nanosekunden. Damit sind gemäß Spezifikation 166 MHz möglich – in Serie hätte man Chips mit 5 ns (200 MHz) benötigt.

Spectre: 3dfx' Wunderwaffe gegen Nvidia und Ati?

Grafikeinheit	3dfx Spectre 1000	3dfx Spectre 2000	3dfx Spectre 3000	Nvidia Geforce 3	Ati Radeon 8500	Nvidia Gef. 4 Ti-4600
Erscheinungsjahr	Q2 2001 (vermutlich)	Q2 2001 (vermutlich)	Q2 2001 (vermutlich)	März 2001	Oktober 2001	Februar 2002
Fertigung	0,18 µm	0,18 µm	0,18 µm	0,15 µm	0,15 µm	0,15 µm
Rechenwerke	1x Rampage (VSA-200)	1x Rampage + 1x SAGE	2x Rampage + 1x SAGE	1x NV20	1x R200	1x NV25
Speicherinterface	128 Bit	128 Bit	2x 128 Bit	128 Bit	128 Bit	128 Bit
Übliche RAM-Menge, Typ	64 MiB DDR	64 MiB DDR	2x 64 MiB DDR	64 MiB DDR	64 MiB DDR	128 MiB DDR
Takt Kern/Speicher	250/200 MHz	250/200 MHz	250/200 MHz	200/230 MHz	275/275 MHz	300/325 MHz
RAM-Transferrate	6,4 GByte/s	6,4 GByte/s	12,8 GByte/s	8,0 GByte/s	8,8 GByte/s	10,4 GByte/s
Texelfüllrate	1.000 MTex/s	1.000 MTex/s	2.000 MTex/s	1.600 MTex/s	2.200 MTex/s	2.400 MTex/s
Max. Polygonleistung	25 Mio./s (SW T&L)	25 Mio./s	50 Mio./s	50 Mio./s	138 Mio./s	150 Mio./s
Vertexshader	–	Vertex Shader 1.0	Vertex Shader 1.0	Vertex Shader 1.1	Vertex Shader 1.1	Vertex Shader 1.1
Pixelshader	Pixel Shader 1.0 (DX8.0)	Pixel Shader 1.0 (DX8.0)	Pixel Shader 1.0 (DX8.0)	Pixel Shader 1.1 (DX8.0)	Pixel Shader 1.4 (DX8.1)	Pixel Shader 1.3 (DX8.0)
Maximales AA/AF	4x RGMSAA, 16:1 Tri-AF	4x RGMSAA, 16:1 Tri-AF	4x RGMSAA, 16:1 Tri-AF	4x OGMSAA, 8:1 Tri-AF	4x OGSSAA, 16:1 Bi-AF	4x OGMSAA, 8:1 Tri-AF

Anmerkungen: Der geplante High-End-Spectre sieht – auf dem Papier und mit optimistisch angesetztem GPU-Takt – sogar gegen Nvidias Geforce-4-Flaggschiff gut aus.

Prozessoren

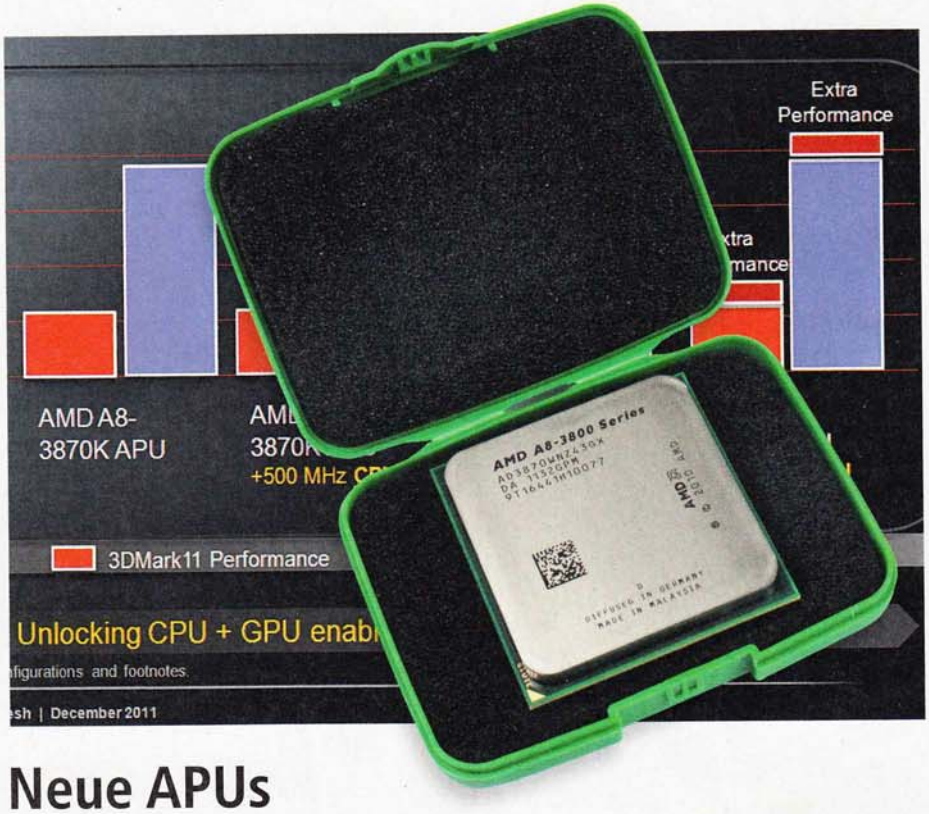
Marc Sauter
Fachbereich CPUs
E-Mail: ms@pcgh.de

Kommentar

Je schneller meine CPU, desto länger kann ich spielen – klingt komisch, ist aber so.

Seit Wochen spiele ich exzessiv *The Elder Scrolls 5 Skyrim*, denn dieses Spiel ist ein Zeitfresser ohnegleichen. Da der Titel zudem sehr CPU-lastig ist und nur zwei Kerne wirklich nutzt, habe ich meinen FX-8150 um die Hälfte seiner Module „erleichtert" und auf 4,5 GHz gejagt (+25 %) – das steigert die Fps spürbar. Was mir ebenfalls auffiel, wenngleich zu Beginn nur dem Gefühl nach, waren die kürzeren Ladezeiten. Das ist insofern von Bedeutung, dass *Skyrim* immer eine kurze Pause einlegt, wenn man eine Stadt oder eine Höhle betritt.

Wie Kollege Stöwer im Artikel „Spiele schneller starten" erneut und ausführlich herausfand, erhöht mehr (Leistung pro) Takt nicht nur die Fps – sofern die Grafikkarte nicht bremst –, sondern verringert auch die Ladezeiten. Und nichts ist nerviger, als ständig darauf zu warten, dass es weitergeht. In *Skyrim* schlägt sich die höhere Frequenz des Bulldozers nicht nur fast eins zu eins auf die Fps nieder, sondern verringert auch nahezu linear die Ladezeit. Grob überschlagen muss ich pro Spielstunde etwa gute fünf Minuten warten, an einem langen Spieleabend (oder einer Nacht) wird daraus schon mal locker ein halbe Stunde. Mit der Übertaktung dagegen sinkt die Wartezeit auf nur noch etwas über 20 Minuten, was effektiv ein paar Quests mehr sind, die ich im gleichen Zeitraum erledigen kann – toll!



Neue APUs

Kurz vor Weihnachten stellte AMD neue Kombichips mit mehr Takt und offenem Multiplikator vor, verfügbar sind diese im Laufe des Januars.

Lange köchelte es in der Gerüchteküche, nun sind sie da: die Llano-APUs A8-3870K und A6-3670K mit offenem Multiplikator. Das eigentlich Intel-typische K ersetzt die bisher übliche Black-Edition-Bezeichnung, zudem spendiert AMD den beiden Chips je hundert Megahertz mehr als dem A8-3850 (2,9 GHz) und dem A6-3650 (2,6 GHz). Die neuen APUs kosten so viel wie ihre Vorgänger und dürften diese zeitnah ersetzen. Zudem erweitert AMD die A-Serie um Speed-Bumps, also Chips mit etwas mehr Takt; Preise für ebendiesen A8-3820 (2,5 GHz), den A6-3620 (2,2 GHz) und den A4-3420 (2,8 GHz) konnte uns der Hersteller aber nicht liefern.

Hinsichtlich der Verfügbarkeit sprach AMD kurz vor Weihnachten von „im Laufe der nächsten Wochen". Wenn Sie diese Zeilen lesen, dürften die APUs erhältlich sein. Technisch basieren die Chips wie gehabt auf dem B0-Stepping. Vermutlich wird AMD hier auch keine neuen Versionen produzieren – denn ab dem zweiten Quartal 2012 folgt mit Trinity der Nachfolger für den neuen (Llano-inkompatiblen) Sockel FM2. *(ms)*

AMD baut um

Rory Read ist erst seit wenigen Monaten CEO bei AMD, baut aber die Führungsebene radikal um und streicht Hunderte von Arbeitsplätzen: Unter anderem verließen der General Manager der Graphics Product Group (Rick Bergman) sowie der Chief Marketing Officer (Nigel Dessau) den Konzern. Dafür holte Read mit Dr. Lisa Su eine ehemalige Kollegin von IBM ins Boot, die nun die Global Business Unit leitet – die Zeit wird zeigen, ob der Wechsel AMD guttut.

Prozessor-Roadmap*

Erstes Halbjahr 2012

- **Intel Ivy Bridge**: „Sandy Bridge"-Nachfolger im 22-Nanometer-Verfahren inklusive DX11-Grafikeinheit
- **AMD Trinity**: Nachfolger der „Llano"-APUs mit bis zu zwei Piledriver-Modulen sowie flotter DX11-Grafik
- **AMD Krishna**: Nachfolger der C- und E-Serie („Ontario"/„Zacate") mit bis zu vier Kernen und DX11-Grafik
- **AMD Piledriver**: „FX Next" für den Sockel AM3+
- **TI OMAP 5430**: Erstes ARM-Cortex-A15-Design (28 nm)

Zweites Halbjahr 2012

- **AMD Brazos 2.0**: Nachfolger der Low-Power-Plattform mit höherem Takt und schnellerer Grafikeinheit
- **Intel Ivy Bridge E**: High-End-CPUs für den Sockel 2011 im 22-Nanometer-Verfahren; eventuell mit acht Kernen

2013 und danach

- **Intel Haswell**: „Ivy Bridge"-Nachfolger; neue Architektur, aber „alter" 22-nm-Herstellungsprozess

* Alle Angaben beruhen auf Schätzungen der Redaktion!

Bulldozer: Update für Win7

Microsoft veröffentlichte vorschnell ein Update und zog den Hotfix zurück – nun soll der Software-Flicken aber doch in den nächsten Wochen kommen.

Schon vor einigen Wochen gab AMD in einem Interview bekannt, dass auch für Windows 7 ein sogenanntes Scheduler-Update die Leistung der FX-CPUs verbessern solle und „bald" erscheinen werde. Mitte Dezember stellte Microsoft einen Hotfix zur Optimierung der Performance bereit, nur um diesen keine 24 Stunden später wieder offline zu nehmen – denn das Update erwies sich als fehlerhaft. AMD nahm Stellung und erläuterte, der Patch bestehe eigentlich aus zwei Teilen und solle im ersten Quartal 2012 erscheinen; Microsoft schickte offenbar voreilig den ersten Part online. Ein genaueres Datum nannte AMD zwar nicht, dafür aber sprechen die Bulldozer-Macher von einer „spürbar" höheren Leistung. *(ms)*

Test: i7-3930K und i7-3820

Mit dem i7-3930K und dem i7-3820 testen wir zwei weitere CPUs für den Sockel 2011. Dank des C2-Steppings dürfte sich die Verfügbarkeit verbessern.

Passend zum Start der Sockel-2011-Plattform schickte uns Intel einzig den Core i7-3960X zum Test. Dabei steht mit dem Core i7-3930K ein weiterer Sechskerner bereit, der mit rund 550 Euro nur gut die Hälfte der Extreme Edition kostet. Wie sich der Chip hinsichtlich seines Overclocking-Potenzials schlägt, entnehmen Sie bitte dem dazugehörigen Artikel ab Seite 60. Im regulären Parcours bietet die K-CPU fast die Leistung der Extreme Edition, denn die 100 MHz sowie drei MiByte L3-Cache weniger machen sich kaum bemerkbar; der Stromverbrauch ist fast identisch.

Der Core i7-3820 basiert nicht auf dem eigentlich achtkernigen Die der beiden Sechskerner, sondern ist ein nativer Quadcore. Mit 3,6 GHz Basistakt und zehn MiByte L3-Cache ist er der schnellste Vierkerner am Markt und ergo in Spielen der neue Spitzenreiter in unserer Benchmark-Auswahl. Im Anwendungsbereich erreicht er immerhin rund drei Viertel der Leistung des Core i7-3960X, das komplette System benötigt unter Last knapp 200 Watt. Er ist somit ein günstiger Einstieg in die Sockel-2011-Welt samt PCI-Express 3.0, Quadchannel-Interface und vielen Lanes. Wichtige Information für Übertakter: Der Multiplikator ist bis Stufe 44 offen.

Im Dezember stellte Intel die Produktion der i7-Chips auf das C2-Stepping um; dieses unterstützt VT-d und wird für die Sockel-2011-Xeons genutzt. Wir erwarten daher eine deutlich bessere Verfügbarkeit der CPUs. *(ms)*

Core i7-3820 und i7-3930K im Vergleich

	Core i7-3930K	Core i7-3820	Core i7-2700K	FX-8150
Takt (max. Turbo)	3,2 (3,8) GHz	3,6 (3,9) GHz	3,5 (3,9) GHz	3,6 (4,2) GHz
Kerne	6 + SMT	4 + SMT	4 + SMT	8 Int-Cluster
Level-3-Cache	12 MiByte	10 MiByte	8 MiByte	8 MiByte
Sockel	LGA 2011	LGA 2011	LGA 1155	AM3+
Preis	ca. 550 Euro	ca. 250 Euro	ca. 300 Euro	ca. 240 Euro
Leistungsaufnahme* und Punkte/Watt im Cinebench R11.5 x64				
Leerlauf	119 Watt	119 Watt	88 Watt	98 Watt
Last CB 11.5	218 Watt	198 Watt	163 Watt	207 Watt
Punkte/Watt**	4,30	3,56	4,22	2,86

* Gesamtes System, siehe Leistungsindex ** Mehr ist besser

PCGH-Leistungsindex CPUs

BESSER ▶ | **Normierte Leistung**

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(Sockel 775/AM2+) und 4/6 GiB DDR3-1066/1333/1600 (Sockel 1156/1366/AM3[+]/2011), Geforce GTX 480 @ 800/1.600/2.00 MHz; Win7 x64, Geforce 260.99 (Q); SMT an, Turbo aus

Anno: Anno 1404; BC 2: Battlefield Bad Company 2; DAO: Dragon Age Origins; F1: F1 2010; ME 2: Mass Effect 2; SC 2: Starcraft 2; CB11.5: Cinebench 11.5

Aktuelle integrierte Grafikeinheiten unter der Lupe

Test: Integrierte Grafik

AMD und Intel bieten seit Monaten CPUs mit integrierten Grafikeinheiten an. PCGH absolviert einen Kontrollbesuch und prüft Leistung sowie Kompatibilität dieser „Integrated Graphics Processors".

Bild: Intel

Abseits einiger Atom- verfügen nur die Sandy-Bridge-CPUs sowie AMDs Fusion-APUs über im Chip integrierte Grafikeinheiten. Die allgemein vorherrschende Meinung zu diesen Integrated Graphics Processors, kurz IGPs, lautet, sie seien „zu langsam" oder „zum Spielen unbrauchbar" – allerdings ist das nur eine Seite der Medaille.

Überblick A- und E-Serie

Denn gerade AMDs A-Serie hat einiges zu bieten: So verfügen alle A8-Modelle über eine Radeon HD 6550D, die so mancher Einsteiger-Karte auf dem Papier Konkurrenz macht. Die A6-Serie fährt eine Radeon HD 6530D auf und die A4-Chips sind mit einer Radeon HD 6410D ausgestattet. Die langsamste AMD-Grafikeinheit, die in unserem Test vertreten ist, nennt sich Radeon HD 6310 und ist Teil der Zacate-Chips wie des E-350 für die Brazos-Plattform.

Generell ist bei den Accelerated Processing Units (APUs) von AMD das Speicherinterface der Dreh- und Angelpunkt der Leistung: Die GPU spielt bei Speicherzugriffen zwar die erste Geige, dennoch muss auch der Prozessor seine Daten über den Speicherbus beziehen.

AMD: Leistung in Spielen

Im Falle der A-Serie stehen dank Dualchannel-Interface und DDR3-1866 immerhin fast 30 Gigabyte pro Sekunde zur Verfügung. Im Verhältnis zu Rechenleistung ist das aber wenig, zumal die integrierten Grafikeinheiten über keinen dedizierten Videospeicher verfügen.

Ungeachtet dessen liefert eine HD 6550D respektable Resultate ab: So ist das aktuelle *Call of Duty* in der 720p-Auflösung mit rund 45 Fps flüssig spielbar – eine Xbox 360 erreicht teils ähnliche Bildraten in 1.024 x 600 mit geringeren Details! Bethesdas Rollenspiel-Epos *Skyrim* beschleunigt die integrierte Radeon auf 35 Fps, selbst in Full-HD sind bei mittleren Details 30 Fps drin.

Die kleineren Versionen HD 6530D und HD 6410D leisten messbar weniger: Im Mittel liegt der Leistungsverlust gegenüber der HD 6550D bei 13 respektive 34 Prozent – im schlechtesten Fall verringern sich die Fps um ein Viertel oder sie halbieren sich. Anspruchslosere Titel wie *Portal 2* stellen beide dennoch in Full-HD mit maximalen Details dar. Die kleine HD 6310 bietet den schwächsten CPU-Part und liefert auch mit reduzierten Details selten zweistellige Bildraten. Blu-rays, Spiele wie *Freelancer* sowie grafikbeschleunigte Web-Anwendung (Flash) schultert der Chip jedoch.

Überblick HD Graphics

In jeder aktuellen Sandy-Bridge-CPU der Pentium-, i3-, i5- oder i7-Serie für den Sockel 1155 steckt eine HD

Treiber-Entwicklung bei AMD und Intel

Seit dem Start von AMDs A-Serie und Intels Sandy-Bridge-Chips feilen die Entwickler mit Erfolg an der Leistung und Kompatibilität der Treiber.

Intels HD Graphics der SNB-CPUs startete im Januar 2011 durch, innerhalb eines Jahres legten diverse Spiele messbar an Fps zu und auch die Kompatibilität stieg: So verbessert sich die Bildrate in *Bad Company 2* (720p mit niedrigen Details) von 27 auf 34 Fps, die in der PCGH 03/2011 kritisierten Bildfehler in *Trackmania Nations Forever* sind weg. AMDs Llano-APUs erschienen zwar erst im Sommer, während des letzten halben Jahres erzielten die Entwickler rund um den „Catalyst Maker" Terry Makedon dennoch große Fortschritte: Die MLAA-Glättung, die sich bei der A-Serie anbietet, läuft etwa in *Starcraft 2* deutlich flotter. In *Call of Duty: Black Ops* erreichen wir in 720p mit maximalen Details auf einem A8-3850 mit dem Release-Treiber 11.6 nur 59 statt 71 Fps mit dem Catalyst 12.1 – ein Plus von 20 Prozent.

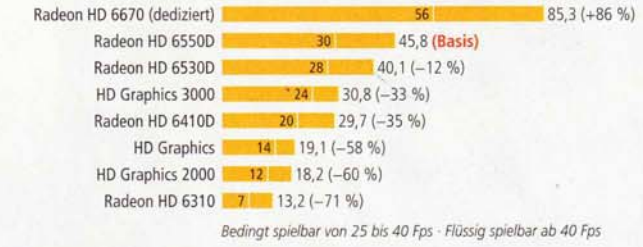
Spezifikationen von aktuellen integrierten Grafikeinheiten

Modell	Anzahl Shader	Chip-/Speichertakt	Speichertransferrate	DX-/Shader-Version	Getestet als Teil von
Radeon HD 6670	480 (VLIW5)	800/2.000 MHz (GDDR5)	64,0 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 11/SM 5.0	- *
Radeon HD 6550D	400 (VLIW5)	600/933 MHz (DDR3-1866)	29,9 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 11/SM 5.0	AMD A8-3850
Radeon HD 6530D	320 (VLIW5)	444/933 MHz (DDR3-1866)	29,9 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 11/SM 5.0	AMD A6-3650
Radeon HD 6410D	160 (VLIW5)	600/933 MHz (DDR3-1866)	29,9 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 11/SM 5.0	AMD A4-3400
Radeon HD 6310	80 (VLIW5)	492/533 MHz (DDR3-1066)	10,65 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 11/SM 5.0	AMD E-350
HD Graphics 3000	12 Execution Units	850 bis 1.350/667 MHz (DDR3-1333)	21,3 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 10.1/SM 4.1	Intel Core i7-2600K
HD Graphics 2000	6 Execution Units	850 bis 1.100/667 MHz (DDR3-1333)	21,3 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 10.1/SM 4.1	Intel Core i3-2100
HD Graphics	6 Execution Units	850 bis 1.100/667 MHz (DDR3-1333)	21,3 Gigabyte pro Sekunde	Direct X 10.1/SM 4.1	Intel Pentium G860

* mit A8-3850

CoD: MW3: Selbst in Full-HD noch spielbar

„Heli-Kampf" – 1.280 x 720, maximale Details



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

„Heli-Kampf" – 1.920 x 1.080, kein SSAO/DoF, Texturen auf Normal

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

System: Intel H67, AMD A50M/A75, 4 GiByte DDR3; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.1 Preview, Intel 15.22.52.64.2559 **Bemerkungen:** In 720p erreichen alle A-Serie-GPUs und die HD Graphics 3000 (bedingt) spielbare Fps, in Full-HD nur noch die Radeon HD 6550D.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Skyrim v1.3: Hohe Details möglich

„Weißlauf" – 1.280 x 720, hohe Details, 4:1 AF

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

„Weißlauf" – 1.920 x 1.080, mittlere Details, 4:1 AF

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

System: Intel H67, AMD A50M/A75, 4 GiByte DDR3; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.1 Preview, Intel 15.22.52.64.2559 **Bemerkungen:** In Skyrim bremst die CPU, daher zieht die HD 6670 nicht allzu weit davon und selbst Full-HD läuft auf der HD 6550D noch.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Graphics – je nach Modell mit 2000- oder 3000-Suffix. Letztere Variante ist den Modellen mit einer K oder einem 5 am Ende vorbehalten und bietet doppelt so viele Execution Units, also Ausführungseinheiten.

Das 2000er-Modell steckt in den meisten i3-, i5- oder i7-Chips und ist bis auf die Anzahl der EUs identisch zur HD 3000, der Turbo der Grafikeinheit reicht jedoch nicht so hoch. Die HD Graphics der SNB-Pentiums ist theoretisch genauso flott wie die HD 2000, Intel streicht aber Features wie Quicksync.

Intel: Leistung in Spielen

Im praktischen Einsatz gilt es, den GPU-Turbo zu beachten: Dieser agiert abhängig von der Ausreizung des TDP-Limits und lässt sich im Gegensatz zum CPU-Turbo nicht deaktivieren. Das führt in unserem Test zu der kuriosen Situation, dass die HD Graphics des Pentium G860 einen Tick flotter arbeitet als die theoretisch gleich schnelle HD Graphics 2000 des Core i3-2100, der höher taktet und SMT bietet.

Genau das ist aber auch der Hintergrund: Die zusätzlichen 100 MHz sowie SMT knabbern am TDP-Budget, weswegen die HD Graphics 2000 ihren Turbo seltener ausreizt und ergo langsamer rechnet. In aktuellen Spielen erweist sich die HD Graphics (2000) zumindest bei den von uns gewählten Settings und Spielen als schwach – spielbare Fps sind Fehlanzeige. Die größere HD Graphics 3000 dagegen schiebt sich im Mittel zwischen die HD 6410D und die HD 6530D, das reicht für 30 Fps in *Call of Duty Modern Warfare 3*. Wie schon bei AMDs integrierten Grafikeinheiten gilt auch bei den Intel-Pendants: Für anspruchslosere Titel wie *Trine 2* oder ältere Spiele reicht diese.

In Sachen Bildqualität muss Intel zumindest bei der anisotropen Filterung zurückstecken. Diese ist auf den Radeons besser – dies bezieht sich aber nur auf die Winkelabhängigkeit und nicht auf die Flimmerneigung, denn wir testen mit der Balanced-Einstellung.

Im Vergleich zu allen IGPs setzt sich die HD 6670 klar in Front und ist bis zu doppelt so flott wie die HD 6550D – dabei wird die dedizierte Radeon in *The Elder Scrolls 5: Skyrim* und *Starcraft 2* noch durch den A8-3850 ausgebremst. *(ms)*

Fazit

Integrierte Grafikeinheiten

Vor allem AMDs Radeons der A-Serie sind in 720p oft stark genug für hohe oder mittlere Details – je nach Titel sogar für Full-HD. Intels HD Graphics sind teils deutlich langsamer bei schlechterem AF, aber dennoch ausreichend. Bereits eine Radeon HD 6670 leistet teils doppelt so viel wie jede IGP im Testfeld und kostet rund 70 Euro.

Starcraft 2: Sehr anspruchsvolle Szene

„2 on 2 MP-Replay" – 1.920 x 1.080, mittlere Details, Texturen auf Hoch

Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

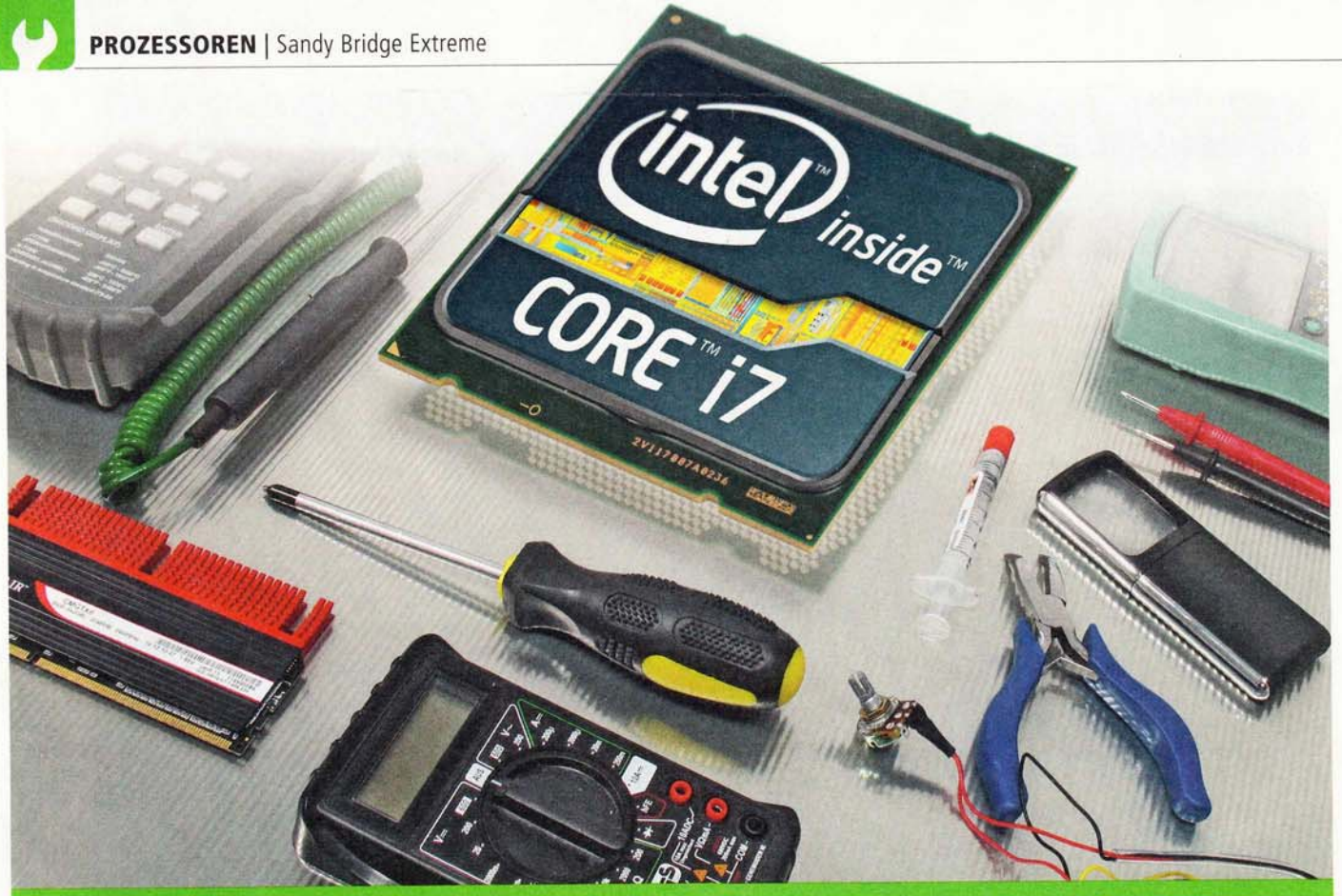
„2 on 2 MP-Replay" – 1.280 x 720, hohe Details, Texturen auf Hoch

Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

System: Intel H67, AMD A50M/A75, 4 GiByte DDR3; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.1 Preview, Intel 15.22.52.64.2559 **Bemerkungen:** Der Titel ist zwar CPU-limitiert, die Intel-Grafik bremst aber stark. AMDs A-Serie tut sich allerdings auch schwer.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Valves Source-Engine ist vergleichsweise wenig anspruchsvoll, daher laufen Titel wie Portal 2 auf einer Radeon HD 655D in Full-HD mit maximalen Details noch mit 90 Fps.



Sandy Bridge Extreme im Praxiseinsatz

Praxistest extreme

Extrem schnell ist uns nicht schnell genug: Intels neue Sockel-2011-CPUs eignen sich sehr gut für Overclocking und Tuning – im Praxistest prüfen wir, welche Tricks sich für Spieler wirklich lohnen.

Ein Spiele-PC kann nie schnell genug sein. So profitieren gerade die wichtigen Minimum-Fps von einer High-End-CPU. Auch für die Dauer der Ladezeiten ist die Prozessorleistung der zweitwichtigste Faktor – direkt nach einer SSD. Aufwendige Aufgaben wie De- und Encoding oder Komprimierung profitieren ebenfalls enorm von einer schnellen CPU mit vielen Kernen. Doch muss es unbedingt ein Sockel-2011-System sein oder reicht auch ein günstiger PC mit Sockel-1155-beziehungsweise AMD-Prozessor und welche Rolle spielt das Mainboard beim Overclocking? In unserem großen Praxis-Special, beantworten wir alle wichtigen Fragen von OC-Neulingen sowie Übertaktungsprofis.

Modellvielfalt

Für den Sockel 2011 bietet Intel vorerst drei Core-i7-Prozessoren an: Den i7-3960X für rund 900 Euro, den i7-3930K für 500 bis 600 Euro sowie den i7-3820, der in einigen Wochen für voraussichtlich rund 250 Euro in den Handel kommen wird. Der günstige i7-3820 ist allerdings nur ein Vier- und kein Sechskerner. Seine Anwendungsleistung liegt daher deutlich unter den beiden anderen Sockel-2011-Prozessoren und ähnelt eher den Modellen i7-2600(K) und i7-2700K. Diese sind allerdings schon erhältlich und im Zusammenspiel mit einem günstigen Sockel-1155-Mainboard die preislich attraktivere Wahl.

Da die Hexacore-CPUs also der Hauptgrund für den Erwerb eines Sockel-2011-Systems sind, konzentrieren wir uns beim OC-Vergleich darauf, herauszufinden, welche Vorteile der i7-3960X gegenüber dem i7-3930K bietet, die den Aufpreis von mehreren Hundert Euro rechtfertigen sollen. Der i7-3960X bietet auf dem Papier schließlich lediglich einen um 100 MHz höheren Grund- und Turbo-Takt sowie 3 MiByte zusätzlichen L3-Cache.

Overclocking-Theorie

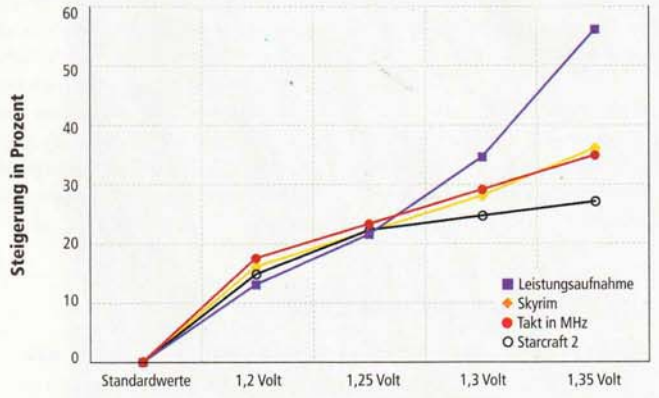
Der CPU-Multiplikator kann bei beiden Modellen angehoben werden. Auf diese Weise ist das Umgehen eines der größten Probleme beim Übertakten eines Sandy-Bridge-Systems möglich: Der Referenztakt lässt sich nur geringfügig verändern, bereits 5 MHz mehr sind häufig das Limit. Ohne Anheben des Multiplikators sind so also kaum mehr als zusätzliche 200 MHz drin. Anders als bei Sockel-1155-PCs ist es bei Sockel-2011-Systemen aber möglich, verschiedene sogenannte Straps für 125, 166 und 250 MHz Referenztakt zu wählen. Am grundlegenden Problem ändert dies zwar wenig – ausgehend von diesen Werten gibt es ebenfalls wenig Spielraum nach oben oder unten – beim gleichen CPU-Multiplikator lässt sich so aber ein 25 oder in seltenen Fällen 66 Prozent höherer Kerntakt realisieren. Core i7-3960X und i7-3930K können allerdings selbst bei 100 MHz Referenztakt theoretisch auf über 5 GHz übertaktet werden, sodass die Strap-Veränderung für Übertakter nicht erforderlich ist. Lediglich beim Übertakten eines i7-3820 mit einer leistungsstarken Wasserkühlung ist der 125-MHz-Strap interessant, da der höchstmögliche Multiplikator bei 45 liegt – bei 100 MHz Referenztakt ist so bei 4,5 GHz Schluss, bei 125 MHz erst bei praxisfernen 5,63 GHz.

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/02-12

Spannungs-Skalierung: Core i7-3960X

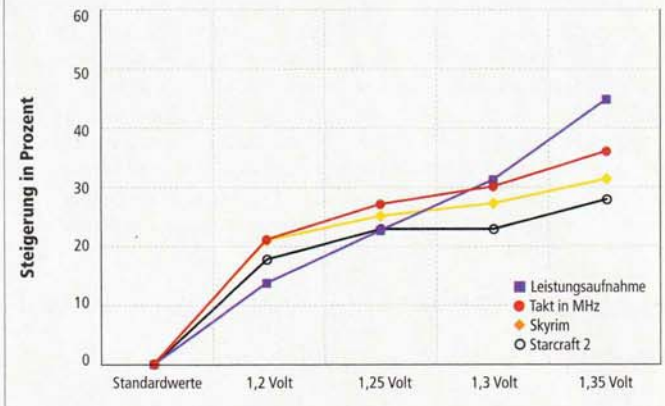
Hier sehen Sie die prozentuale Steigerung, genaue Werte stehen in der Tabelle.



System: Core i7-3960X ES, Asus Rampage IV Formula (UEFI 0502), 4 x 2 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27), Geforce GTX 580, Corsair HX-650 (80 Plus Bronze), Messgerät Wattsup Pro; Win 7 x64, 1.920 x 1.080, kein AA/AF
Bemerkungen: Ab 1,3 Volt steigt die Leistungsaufnahme deutlich stärker als der Leistungsvorteil durch OC.

Spannungs-Skalierung: Core i7-3930K

Hier sehen Sie die prozentuale Steigerung, genaue Werte stehen in der Tabelle.



System: Core i7-3930K, Asus Rampage IV Formula (UEFI 0502), 4 x 2 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27), Geforce GTX 580, Corsair HX-650 (80 Plus Bronze), Messgerät Wattsup Pro; Win 7 x64, 1.920 x 1.080, kein AA/AF
Bemerkungen: Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist hier besser. Die Spannung haben wir per Multimeter gemessen.

OC-Ergebnisse: Core i7-3960X

Kern-spannung	CPU-Takt in MHz	Leistungs-aufn. in Watt	CPU-Temp.	TES 5 Skyrim: Durchsch.-Fps	Starcraft 2: Durchsch.-Fps
Standard	3.300 (Basis)	236 (Basis)	58 °C	48 Fps (Basis)	39 Fps (Basis)
1,20 Volt	3.900 (+18 %)	268 (+14 %)	63 °C	56 Fps (+17 %)	45 Fps (+15 %)
1,25 Volt	4.100 (+24 %)	289 (+22 %)	67 °C	59 Fps (+23 %)	48 Fps (+23 %)
1,30 Volt	4.300 (+30 %)	321 (+36 %)	73 °C	62 Fps (+29 %)	49 Fps (+26 %)
1,35 Volt	4.500 (+36 %)	374 (+58 %)	82 °C	66 Fps (+38 %)	50 Fps (+28 %)

System: Core i7-3960X (ES), kein Turbo, Asus Rampage IV Formula (UEFI 0502), 4 x 2 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27, 2T), Geforce GTX 580, Corsair HX-650 (80 Plus Bronze), Wasserkühlung Intel RTS2011LC mit Lüfter @ 12 Volt, Messgerät Wattsup Pro; Windows 7 x64, 1.920 x 1.080, kein AA/AF; Leistungsaufnahme/Temperatur bei Prime 95

OC-Ergebnisse: Core i7-3930K

Kern-spannung	CPU-Takt in MHz	Leistungs-aufn. in Watt	CPU-Temp.	TES 5 Skyrim: Durchsch.-Fps	Starcraft 2: Durchsch.-Fps
Standard	3.200 (Basis)	225 (Basis)	53 °C	46 Fps (Basis)	38 Fps (Basis)
1,20 Volt	3.900 (+22 %)	257 (+14 %)	56 °C	56 Fps (+22 %)	45 Fps (+18 %)
1,25 Volt	4.100 (+28 %)	278 (+24 %)	59 °C	58 Fps (+26 %)	47 Fps (+24 %)
1,30 Volt	4.200 (+31 %)	298 (+32 %)	62 °C	59 Fps (+28 %)	47 Fps (+24 %)
1,35 Volt	4.400 (+38 %)	330 (+47 %)	67 °C	61 Fps (+33 %)	49 Fps (+29 %)

System: Core i7-3930K (ES), kein Turbo, Asus Rampage IV Formula (UEFI 0502), 4 x 2 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27, 2T), Geforce GTX 580, Corsair HX-650 (80 Plus Bronze), Wasserkühlung Intel RTS2011LC mit Lüfter @ 12 Volt, Messgerät Wattsup Pro; Windows 7 x64, 1.920 x 1.080, kein AA/AF; Leistungsaufnahme/Temperatur bei Prime 95

Overclocking-Praxis

Bei unserem OC-Vergleich mit einem i7-3960X und i7-3930K setzen wir auf die identischen Restkomponenten (siehe obige Tabellen). Bei 1,20 und 1,25 Volt lassen sich beide Prozessoren stabil auf 3,9 beziehungsweise 4,1 GHz übertakten. Der etwas größere L3-Cache des i7-3960X sorgt für etwas mehr Leistung, die Leistungsaufnahme und Abwärme ist allerdings ebenfalls höher. Selbst bei 1,3 und 1,35 Volt – recht hohen Werten, die nur mit einer guten Kühlung eingestellt werden sollten – ist der Unterschied zwischen beiden Prozessoren sehr gering. Der Maximaltakt des i7-3960X ist zwar etwas höher, allerdings steigt die Leistungsaufnahme und Temperatur bei diesem Chip auch besonders stark an. Ab 1,30 Volt ist die Leistungzunahme bei beiden CPUs deutlich geringer als der Anstieg des Energiebedarfs.

Wir empfehlen daher eine Kernspannung von rund 1,25 Volt. Damit lassen sich beide getesteten Sandy-Bridge-Extreme-Sechsker auf 4,1 GHz übertakten, was für spürbar mehr Leistung sorgt, ohne dass die Abwärme und Leistungsaufnahme unverhältnismäßig stark ansteigt. Anhand unserer Ergebnisse bedeutet dies: Der Aufpreis für den i7-3960X gegenüber einem ohnehin schon kostspieligen i7-3930K lohnt sich nicht. Für Spieler ist der i7-3930K die bessere Wahl – um dessen Rohleistung auszunutzen, benötigen Sie ohnehin eine (übertaktete) High-End-Grafikkarte. CPU-limitiert sind viele Spiele sowieso erst bei der Verwendung mehrerer Grafikchips, wobei wir davon aufgrund der typischen Multi-GPU-Probleme wie Mikroruckeln abraten.

Extremes Übertakten

Selbst beim Einsatz extremer Kühlmittel wie Flüssigstickstoff gibt es keinen zwingenden Grund, den i7-3960X einem i7-3930K vorzuziehen. Ein Blick auf Hunderte mit diesen CPUs aufgestellte und bei Hwbot.org hochgeladene OC-Ergebnisse zeigt, dass der Maximaltakt und die Leistung bei beiden Chips nahezu identisch sind. Entscheidend ist die Güte des gekauften Exemplars – also Glück – und nicht die Modellbezeichnung. ▷

Mit diesen Spannungen lässt sich ein Core i7-3960X auf über 4 GHz übertakten. Bis auf die Kernspannung muss kein anderer Wert zwingend angehoben werden.

Mit 5,2 x 4,5 Zentimetern sind Sockel-2011-Modelle die derzeit größten Desktop-CPUs. Jedes Kästchen ist 0,5 Zentimeter hoch und genauso breit.

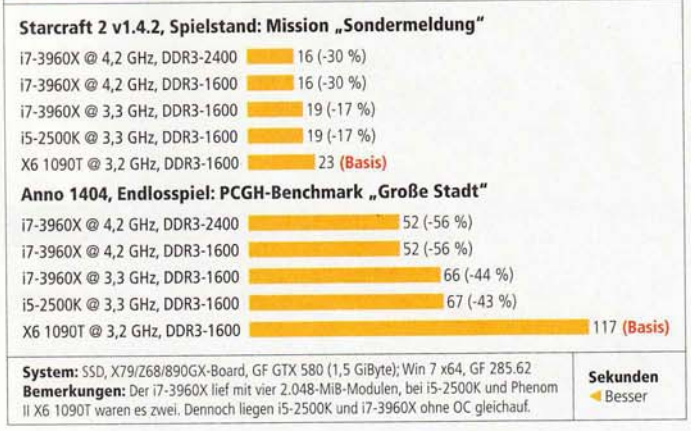
Niedrige Ladezeiten per OC

Die Prozessorleistung hat enormen Einfluss auf die Ladezeiten. Ein gutes Beispiel ist Anno 1404: Hier braucht ein günstiger Phenom II X6 1090T fast doppelt so lange wie der Core i7-3960X, um unser Benchmark-Savegame zu laden. Als wir die Intel-CPU von 3,3 auf 4,2 GHz übertakteten, stiegen nicht nur die Fps, auch die Ladezeit wurde um 21 Prozent verringert. Unser zweiter Benchmark, Starcraft 2, steht stellvertretend für Spiele mit kurzer Ladedauer, bei denen allerdings ebenfalls jede unnötige Sekunde nerven kann – beispielsweise wenn man an einer schwierigen Stelle häufig laden muss. Hoher RAM-Takt bringt in beiden Fällen jedoch nichts – mit DDR3-2400 lädt das System ebenso schnell wie mit DDR3-1600. Auch das Quad-Channel-Interface oder zusätzliche Kerne verkürzen die Ladezeit nicht: Der Core i5-2500K mit gleichem Takt aber Dual-Channel-Anbindung und vier statt sechs Kernen lädt die Spielstände ebenso schnell wie der (nicht übertaktete) Core i7-3960X.

Cache-Vergleich

Ein wichtiger Unterschied zwischen Sandy Bridge und Sandy Bridge Extreme ist der größere L3-Cache der neuen Intel-CPUs. Der größere Cache bringt bei gleichem CPU-Takt aber nur einen geringen (*Skyrim*) oder gar keinen Vorteil (*Starcraft 2*), da er bei Sandy Bridge E mit einer Zugriffszeit von 30 statt 26 Zyklen arbeitet. Eventuell lohnt sich der große Zwischenspeicher – ebenso wie die zusätzlichen Kerne – eher bei Anwendungen als bei Spielen. Welchen Leistungsvorteil Quad-Channel bringt, zeigen wir auf den nächsten Seiten.

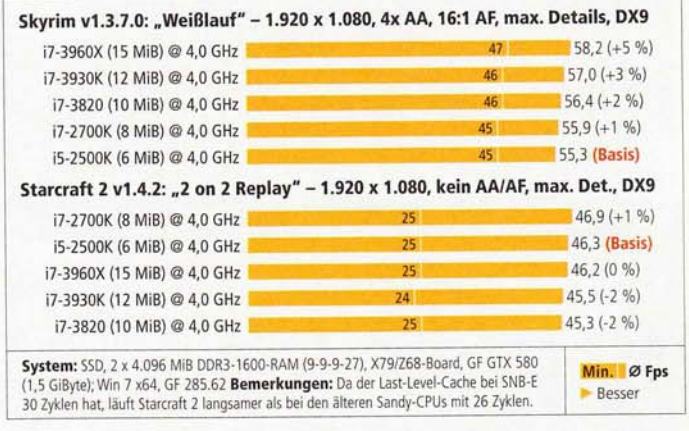
Ladezeiten: CPU-OC bringt viel, RAM-OC nicht



System: SSD, X79/Z68/890GX-Board, GF GTX 580 (1,5 GiByte); Win 7 x64, GF 285.62 **Bemerkungen:** Der i7-3960X lief mit vier 2.048-MiB-Modulen, bei i5-2500K und Phenom II X6 1090T waren es zwei. Dennoch liegen i5-2500K und i7-3960X ohne OC gleichauf.

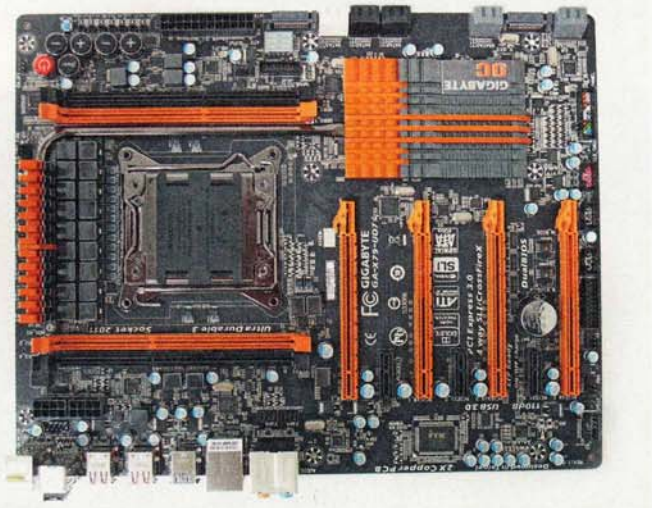
Sekunden
◀ Besser

L3-Cache: nur geringe Unterschiede



System: SSD, 2 x 4.096 MiB DDR3-1600-RAM (9-9-9-27), X79/Z68-Board, GF GTX 580 (1,5 GiByte); Win 7 x64, GF 285.62 **Bemerkungen:** Da der Last-Level-Cache bei SNB-E 30 Zyklen hat, läuft Starcraft 2 langsamer als bei den älteren Sandy-CPUs mit 26 Zyklen.

Min. Ø Fps
▶ Besser



Das Gigabyte X79-UD7 richtet sich mit einer aufwendigen Stromversorgung und OC-Funktionen im UEFI und direkt auf der Platine an (Extrem-)Übertakter.

OC-Mainboards

Asus Rampage IV Extreme und Gigabyte X79-UD7

Sandy-Bridge-Extreme-Chips sind die derzeit schnellsten CPUs für Endanwender und damit besonders interessant für Rekordjäger, die mit Kühlmitteln wie Flüssigstickstoff oder Trockeneis möglichst gute Benchmark-Ergebnisse erreichen möchten.

Top-Boards mit Sockel 2011

An diese Zielgruppe richten sich Asus und Gigabyte mit den neuen Modellen. Beim X79-UD7 handelt es sich um den inoffiziellen Nachfolger des X58A-OC – zu erkennen an der Farbgebung und der Abkürzung „OC" auf dem Kühlblock, unter dem der PCH-Chip liegt. Das Rampage IV Extreme ähnelt dem Rampage IV Formula (Test in 01/2012), bietet allerdings einige Zusatzfunktionen wie OC Key (siehe nächste Seite).

Spannungen

Beide Mainboards ermöglichen es nicht nur, eine Vielzahl von Spannungen in feinen Schritten und bei Bedarf sehr hoch einzustellen, sondern bieten auch beschriftete Messpunkte. Zwar lassen sich bei beiden Platinen nicht sämtliche Werte

Rampage IV Extreme: Overvolting um ca. 0,03 V*

	UEFI-Vorgabe	Messwert (Leerlauf)	Messwert (Prime 95)
Kernspannung	1,300 Volt	1,282 Volt	1,287 Volt
VTT-Spannung	1,100 Volt	1,110 Volt	1,141 Volt
Zweite VTT-Spannung	1,100 Volt	1,120 Volt	1,150 Volt
System-Agent-Spannung	0,900 Volt	0,911 Volt	0,949 Volt
RAM-Spannung (Kanal A/B)	1,550 Volt	1,544 Volt	1,575 Volt
RAM-Spannung (Kanal C/D)	1,550 Volt	1,545 Volt	1,575 Volt
PCH-1,1-V-Spannung	1,100 Volt	1,103 Volt	1,135 Volt
PCH-1,5-V-Spannung	1,500 Volt	1,502 Volt	1,534 Volt

Gigabyte X79-UD7: Neigt zum Undervolten*

	UEFI-Vorgabe	Messwert (Leerlauf)	Messwert (Prime 95)
Kernspannung	1,300 Volt	1,285 Volt	1,269 Volt
VTT-Spannung	1,100 Volt	1,100 Volt	1,110 Volt
CPU-PLL-Spannung	1,795 Volt	1,776 Volt	1,780 Volt
System-Agent-Spannung	0,900 Volt	0,912 Volt	0,922 Volt
RAM-Spannung (Kanal A/B)	1,550 Volt	1,543 Volt	1,543 Volt
RAM-Spannung (Kanal C/D)	1,550 Volt	1,540 Volt	1,543 Volt

*System: Core i7-3960X @ 4,0 GHz (100 x 40), 4 x 2 GiByte DDR3-1600 (9-9-9-27, 1T), GTX 580; Windows 7 x64
Beim Messgerät handelt es sich um ein Voltcraft VC220. Die Messungen wurden durchgeführt, nachdem sich das System mindestens zehn Minuten im jeweiligen Betriebszustand befand.

mittels Multimeter abgreifen, die im UEFI-Menü eingestellt werden können, Messpunkte für alle relevanten Spannungen sind aber vorhanden. Bei beiden Platinen haben wir die Spannungen im UEFI-Menü fest vorgegeben, Funktionen wie Loadline-Calibration (LLC) oder die PWM-Frequenz allerdings auf dem Auto-Wert belassen. So tendierte das Rampage IV Extreme mit UEFI-Version 0803 zum Overvolten, unter Last stiegen die meisten Werte um rund 0,03 Volt an. Offenbar ist das Board so konfiguriert, dass selbst bei extrem starker Übertaktung die vorgegebenen Werte nicht unterschritten werden. Eine Ausnahme ist die Kernspannung, die bei 4 GHz beim Ausführen von Prime 95 zwar ebenfalls etwas ansteigt, aber insgesamt leicht unter der UEFI-Vorgabe liegt.

Das X79-UD7 zeigt im Zusammenspiel mit der UEFI-Version F2 deutlich geringere Spannungsanstiege unter Last, mehr als 0,01 V zusätzlich liegen bei keiner Komponente an. Anders als beim Asus-Board sind die UEFI-Vorgaben aber eher als Maximalwerte zu sehen, da sich die meisten gemessenen Spannungen leicht darunter einpendeln. Ohne LLC-Konfiguration fällt die Kernspannung unter Last etwas ab. Beachten Sie bei den unten abgebildeten Messwerten, dass Halbleitermaterialien und Bestandteile der Spannungsversorgung temperaturabhängig reagieren - sie lassen also lediglich eine Tendenz erkennen, die bei einem übertakteten, extremgekühlten System nicht in der Form auftreten muss. Nur stetiges Nachmessen sorgt für Gewissheit. Aus diesem Grund sind die beschrifteten Spannungsmesspunkte auch eine sehr nützliche Funktion für Extrem-Übertakter, denn nicht dokumentierte Messpunkte sind einerseits oft nur schwer zu finden und bei montierter Hardware kaum zu erreichen.

Big Bang Xpower II

Auch MSI bietet eine Sockel-2011-Platine für (Extrem-)Übertakter an, konnte uns bis zum Redaktionsschluss aber leider kein Exemplar zur Verfügung stellen. Anders als die Boards von Asus und Gigabyte bietet die Platine statt vier sogar sieben PCI-E-x16-Slots, maximal können aber ebenfalls nur vier Dual-Slot-Grafikkarten für SLI/Crossfire X genutzt werden. Wie beim Rampage IV Extreme lassen sich die vier für Grafikkarten gedachten PCI-E-Slots via DIP-Schalter deaktivieren, zudem gibt es Spannungsmesspunkte und Taster zum Übertakten. ▷

OC Key: Hilfreiches HUD für Übertakter

Eine neue Funktion des Rampage IV Extreme ist besonders nützlich für fortgeschrittene Übertakter. Unser Praxis-Test verlief zufriedenstellend.

Bei OC Key handelt es sich um einen Adapter mit DVI-Ein- und Ausgang, der zwischen Grafikkarte und dem Bildschirm installiert wird. Auf diese Weise kann der OC Key unabhängig von der Grafikkarte Inhalte auf den Monitor ausgeben. Ein weiteres Kabel wird mit einem speziellen Anschluss auf der Platine und dem OC Key verbunden. So ist es möglich, Debug-Codes, Temperaturen, Spannungen und Systemtaktraten in Echtzeit auszulesen – auch dann, wenn dies mit einem Software-Tool nicht möglich wäre, zum Beispiel beim Hochfahren oder Neuinstallieren des Betriebssystems.

Auch das Ändern von Spannungen und Taktraten ist jederzeit möglich. OC Key arbeitet dabei auf Hardware-Ebene und benötigt anders als Windows-Tools keine Systemressourcen, die wertvolle Benchmark-Punkte kosten könnten. Sogar das (Neu-)Starten des PCs ist via OC Key möglich. Mit dem ROG-Connect-Knopf lässt sich bestimmen, ob OC Key aktiv ist und ob die PC-Tastatur zur OC-Key-Steuerung genutzt wird oder nicht.

OC Key: sitzt zwischen TFT und Grafikkarte

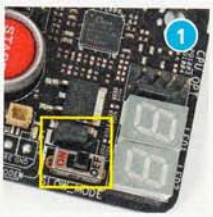
ROG Connect: schaltet OC Key ein und aus

OC Key im Einsatz

Asus Rampage IV Extreme: Einige der besonderen OC-Funktionen im Detail

LN2- & Slow-Mode

Beim Übertakten mit Flüssigstickstoff führen zu niedrige Temperaturen manchmal dazu, dass das System instabil wird oder nicht mehr startet – als Gegenmaßnahme stehen ein Jumper und ein DIP-Schalter zur Verfügung.

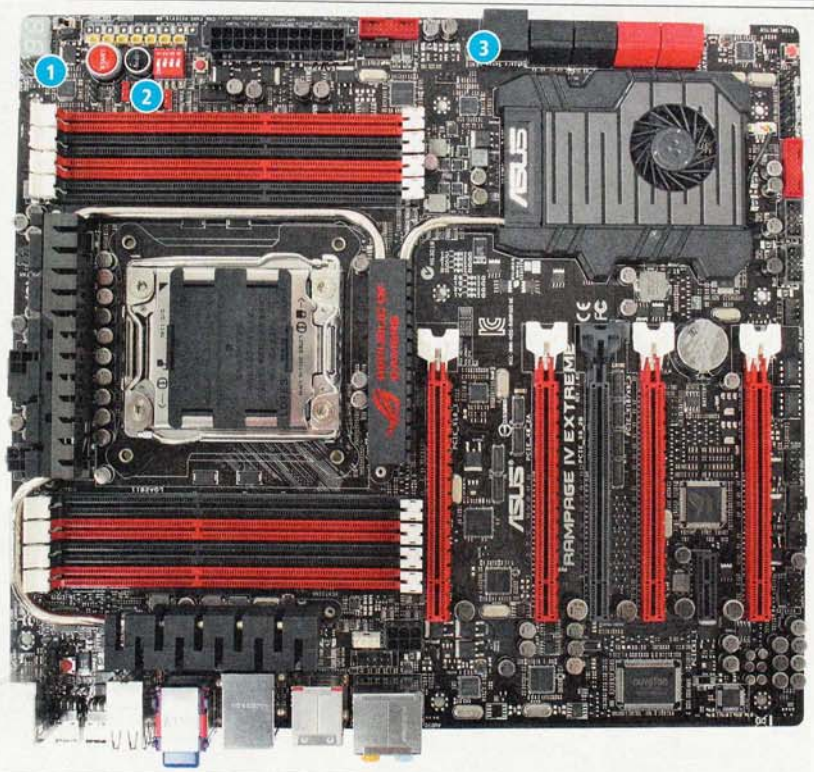


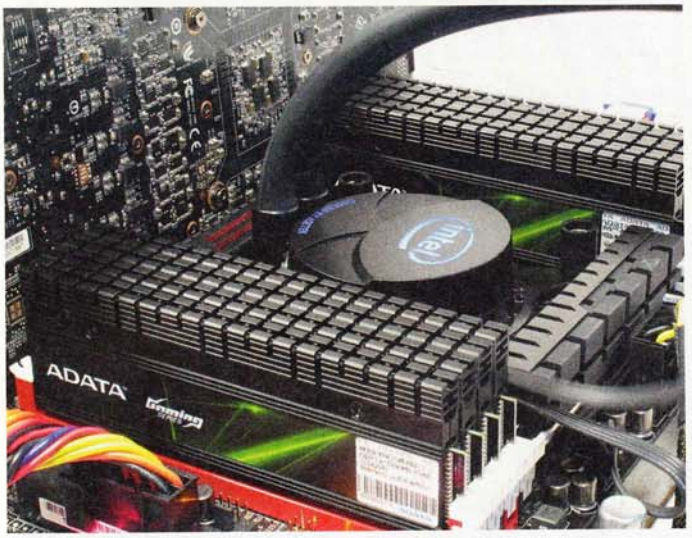
VGA Hotwire

Extrem-Übertakter müssen bei Grafikkarten mit Voltmods im Betrieb oft umständlich Potentiometer anpassen. VGA Hotwire ermöglicht Overvolting via UEFI, OC Key oder Turbo Evo, nachdem die Grafikkarte entsprechend verkabelt wurde.

Thermometer-Funktion

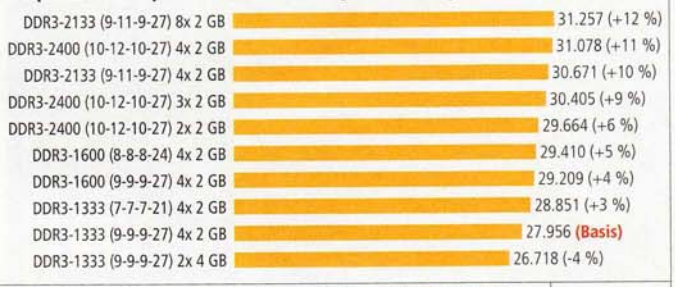
Um sicherzustellen, dass die Hardware beim Übertakten mit Flüssigstickstoff im optimalen Temperaturbereich liegt, lassen sich sogenannte K-Type-Fühler anschließen, mit denen das Mainboard zum Thermometer wird.





7-Zip: Hoher Takt & Quad-Channel bringen viel.

7-Zip v9.20 – Komprimieren, Wörterbuchgröße: 32 MByte

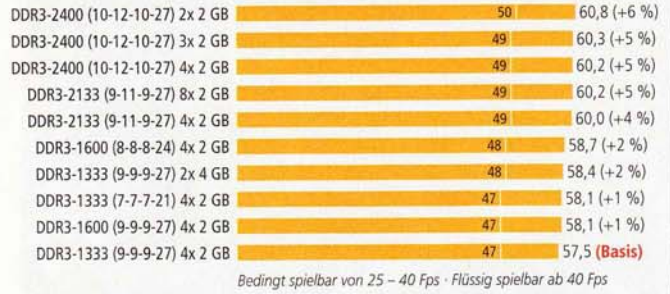


System: Core i7-3930K @ 4,2 GHz, Asus Rampage IV Extreme (X79), GF GTX 580 (1,5 GiByte); Win 7 Ultimate x64, GF 285.62 **Bemerkungen:** Zwei 4-GiByte-Module sind in diesem Test messbar langsamer als vier 2-GiByte-DIMMs. Acht Module liegen klar vorne.

KByte/s
▶ Besser

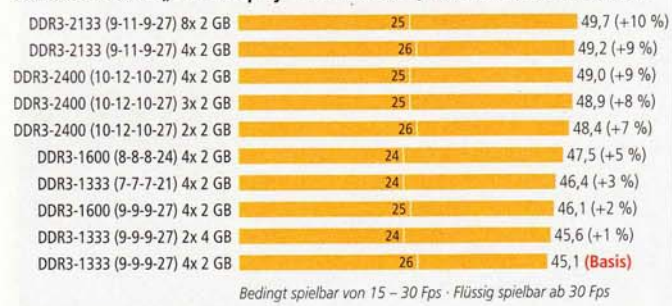
Spiele: Hoher Takt lohnt sich, vier DIMMs nicht

Skyrim v1.3.7.0: „Weißlauf" – 1.920 x 1.080, 4x AA, 16:1 AF, max. Details, DX9



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

Starcraft 2 v1.4.2: „2 on 2 Replay" – 1.920 x 1.080, kein AA/AF, max. Det., DX9



Bedingt spielbar von 15 – 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

System: Core i7-3930K @ 4,2 GHz, Asus Rampage IV Extreme (X79), GF GTX 580 (1,5 GiByte); Win 7 Ultimate x64, GF 285.62 **Bemerkungen:** DDR3-2133 (9-11-9-27) ist praktisch so schnell wie DDR3-2400 (10-12-10-27), aber günstiger. Quad-Channel bringt wenig.

Min. Ø Fps
▶ Besser

RAM-Overclocking

Takt, Quad-Channel und Latenzen geprüft

Natürlich reicht auch bei einem Sockel-2011-System ein DDR3-1333-Kit mit zwei Modulen aus – Sie werden im Alltag damit keine massiven Einschränkungen gegenüber schnellerem Speicher bemerken. Doch wer sich einen Sandy Bridge Extreme kauft, der möchte sicher auch die beste Leistung inklusive Tuning-Potenzial. Außerdem: Mit den neuen Intel-CPUs macht RAM-Overclocking viel Spaß und lohnt sich – wir haben bei Spielen bis zu neun Prozent mehr Fps ermittelt; bei manchen Anwendungen ist der Vorsprung von schnellem Speicher sogar noch größer.

Zudem ist selbst High-End-RAM derzeit günstig: Für 100 Euro bekommen Sie vier DDR3-2133-Module mit jeweils 2 GiByte – im Test mit 7-Zip erreichte dieses Gespann ein 16 Prozent höheres Ergebnis als zwei 4-GiByte-Module im DDR3-1333-Modus für 25 Euro.

Grundregeln: RAM-OC mit Sandy Bridge Extreme

Laut Intel eignen sich Sandy-Bridge-E-CPUs offiziell für den DDR3-1600-Modus, wenn Sie vier Module einsetzen. Bei acht Riegeln wird stabiler Betrieb nur mit DDR3-1333 garantiert. In unserem Test mit dem Asus-Mainboard Rampage IV Extreme waren aber auch deutlich höhere Taktraten kein Problem: Das High-End-Kit CMGTX8 von Corsair (vier Module mit jeweils 2 GiByte), ist für DDR3-2400 mit den Latenzen 10-11-10-27 spezifiziert und läuft mit diesen Einstellungen stabil. Als wir acht 2.048-MiByte-Module von Adata einbauten (Produktnummer: AX3U2133GC2G9B-DG2), war immerhin DDR3-2133 bei 9-11-9-27 problemlos möglich. Gerade wenn Sie mehr als vier Module verwenden, empfehlen wir allerdings, die Command-Rate auf 2T zu setzen.

Hoher RAM-Takt lässt sich bei Sockel-2011-PCs sehr einfach erreichen: Der Core i7-3960X und der Core i7-3930K bieten nämlich sehr viele RAM-Teiler – bei allen getesteten Mainboards ließ sich mindestens DDR3-2400 auswählen, bei manchen Platinen waren sogar Teiler für noch höhere Speichertaktraten verfügbar. Daher ist es nicht nötig, den Referenztakt anzuheben, um einen hohen RAM-Takt zu erreichen. Besonders einfach geht das mit der XMP-Technik (Extreme Memory Profiles), die von vielen DDR3-Modulen unterstützt wird: Wählen Sie im UEFI-Menü „XMP" aus; Teiler, Latenzen und Spannung werden dann automatisch eingestellt. Wie bei allen Intel-CPUs mit integriertem Speicher-Controller sollten Sie die Speicherspannung maximal auf 1,65 Volt anheben. Das ist jedoch kein Problem, da sich die RAM-Hersteller darauf eingestellt haben und selbst High-End-Kits für 1,65 Volt spezifizieren.

Wenn Sie jedoch einen RAM-Takt zwischen den per Teiler einstellbaren Werten erreichen möchten – beispielsweise DDR3-2240 statt der angebotenen Werte DDR3-2133 und DDR3-2400 –, müssen Sie den Referenztakt anheben. In unserem Beispiel setzen Sie den Speicherteiler auf DDR3-2133 und heben den Referenztakt auf 105 MHz an – mit diesen Einstellungen liefen vier der genannten Adata-Module mit DDR3-2240 stabil. Allerdings mussten wir hierfür die Latenzen von 9-11-9-27 auf 10-11-10-27 anheben, weshalb die Leistung nicht stieg.

Da uns von dem Core i7-3960X lediglich Engineering-Sample-Versionen zur Verfügung standen, haben wir alle RAM-Tests mit dem Core i7-3930K durchgeführt.

Takt-Empfehlungen

Wenn Sie möglichst viel Leistung wollen, ohne sich verschulden zu müssen, raten wir zu vier DDR3-2133-Modulen mit jeweils 2 GiByte – diese Kombination bekommen Sie ab 100 Euro. Zudem sollten 8 GiByte RAM für die meisten Anwender reichen. DDR3-2400-Speicher ist hingegen deutlich teurer und läuft oft nur mit hohen Latenzen stabil, weshalb die Module nicht schneller sind. Wenn Sie mehr als 8 GiByte brauchen und ein Board mit acht RAM-Bänken haben, raten wir zu acht 2-GiByte-Modulen – diese Kombination kann etwas schneller sein als vier 4-GiByte-DIMMs. Sparfüchse kaufen hingegen zwei DDR3-1333-Module mit je 2 GiByte für nur 25 Euro und rüsten bei Bedarf später auf. *(sw/dm)*

Welche CPU für welchen Sockel?

Aufrüst-Guide 2012

Neue Plattform erforderlich oder nicht? PCGH zeigt Ihnen, welche Sockel eine Zukunft haben und mit welchen CPUs sie kompatibel sind. Passend dazu erläutern wir die Chips der kommenden Monate.

Bild: Modern_Tech

Der Vorteil des PCs liegt bekanntlich darin, dass er sukzessive aufrüstbar ist. Daher ist es aus Sicht des Käufers natürlich wichtig, dass sein System respektive das Mainboard auch kommende Prozessoren sowie Grafikkarten aufnehmen kann – dies spart bares Geld und Zeit. Auch AMD und Intel vertreten prinzipiell die Ansicht, dass Plattformen möglichst lange leben sollen, wenngleich dies mit neuen Techniken und Architekturen nicht immer funktioniert.

Wenn wir von einer Plattform sprechen, so besteht diese zumeist aus der Kombination Sockel plus Chipsatz, da diese beiden Bauteile am Ende entscheiden, ob eine CPU mit dieser Technikbasis kompatibel ist. Neue Architekturen erfordern häufig, aber nicht immer einen neuen Sockel oder aber frische Chipsätze. Sei es der Wechsel von DDR2- auf DDR3-Speicher oder die Integration des Speichercontrollers in den Prozessor: In diesem Fall sind neue Plattformen erforderlich, damit die Verbesserungen genutzt werden können.

Im nachfolgenden Artikel erläutern wir Ihnen, welche aktuellen Plattformen mit welchen derzeitigen CPUs kompatibel sind, wo die Stolpersteine liegen und welche Chips auch in Zukunft in Ihrem Mainboard laufen. Passend dazu liefern wir einen Ausblick auf kommende Prozessoren und APUs sowie auf deren Spezifikationen und Leistung. Beachten Sie jedoch, dass Sie für Ihr Mainboard im Zweifel immer die CPU-Support-Liste des jeweiligen Herstellers prüfen sollten.

Alte Garde: AM2 und 775

Besitzen Sie noch eine AM2-Platine, so ist praktisch jeder Aufrüstung auf eine einigermaßen aktuelle CPU der Weg verbaut. Neben den veralteten Athlon 64 X2 stehen maximal die Phenom X4 der ersten Generation zur Verfügung – diese sind weder sonderlich schnell noch sparsam und lohnen sich daher selbst gebraucht kaum.

Etwas besser sieht es für den Sockel 775 aus, zumindest wenn Ihr Mainboard über einen Chipsatz wie den Intel 965P oder ein Nvidia-Modell der 7er-Serie verfügt. In diesem Fall sind – ein aktuelles BIOS vorausgesetzt – auch Penryn-CPUs wie der Core 2 Quad Q9550 kein Problem. Diese Prozessoren werden allerdings selbst gebraucht zu unverhältnismäßig hohen Preisen gehandelt: So müssen Sie im Mittel circa 140 Euro bezahlen, wenn Sie einen solchen Chip etwa im Marktplatz eines Forums kaufen – dafür gibt's fast schon einen weitaus schnelleren Phenom II X6 1090T. Sie sollten also sehr gut abwägen, ob der Umstieg auf ein neues System nicht lohnender ist, zumal vier GiByte DDR3-Speicher derzeit extrem günstig sind. Besagten X6 samt RAM und einem brauchbaren AM3+-Board mit 970-Chipsatz erhalten Sie für rund 250 Euro.

Auf der anderen Seite sei gesagt, dass ein (übertakteter) Core 2 Quad Q9550 zwar viel Strom für seine Leistung benötigt, die CPU dennoch für viele aktuelle Spiele flott genug ist. CPU-lastige Titel wie der Multiplayer-Part von *Battlefield 3*, *The Elder Scrolls 5 Sky-*

rim, F1 2011 oder auch *Starcraft 2* laufen auf modernen CPUs jedoch deutlich schneller bei geringerer Leistungsaufnahme im Leerlauf wie Lastbetrieb.

1156: Der „tote" Sockel

Die Mittelklasse-Chips der Lynnfield-Generation wie der Core i5-750 leisten zwar immer noch sehr viel, Aufrüster aber sehen in die Röhre: Das schnellste Modell ist der Core i7-880 mit 3,06 GHz und SMT, welcher allerdings von Intel bereits eingestellt wurde. Auch sollten Sie sich beeilen, etwaige Restbestände zu ergattern, der i7-870 und i7-860 sind ebenfalls Auslaufmodelle.

Wer bereits einen Vierkerner für den Sockel 1156 besitzt, dem bleibt nur das Übertakten oder der Wechsel auf eine andere Plattform (vorhandener DDR3-Speicher kann mitgenommen werden).

Bloomfield und Gulftown

Etwas besser sieht es für die Sockel-1366-Plattform mit dem X58-Chip aus: Obwohl diese bereits 2008 zusammen mit den vierkernigen Bloomfield-Core-i7 erschienen ist, hat Intel 2010 die Gulftown-Chips mit sechs Kernen und kleinerem Fertigungsprozess für den Sockel 1366 veröffentlicht. Die Gulftowns zählen zu den schnellsten CPUs am Markt, wenn alle Rechenherzen genutzt werden – ansonsten hilft eine Übertaktung Richtung 4,0 GHz.

Der Nachteil der Sockel-1366-Plattform ist in erster Linie der absolut gesehen sehr hohe Stromverbrauch, der sich im Laufe eines Jahres bei regelmäßiger Nutzung bemerkbar macht. Auch kosten Chips wie der Core i7-970 neu über 500 Euro und sind gebraucht selten zu finden.

Sockel AM2+: Das Plus

Mit seinen 940 Pins stellt der Sockel AM2+ die letzte DDR2-Plattform von AMD dar. Neben diversen Athlon 64 X2 und dem ersten Phenom ist der Sockel AM2+ auch mit vielen Phenom II kompatibel: Abseits reiner DDR2-tauglicher Chips wie Phenom II X4 940 BE laufen auch nahezu alle DDR3-Phenom-II-CPUs auf Platinen mit dem Sockel AM2+.

Die eigentlich für den Sockel AM3 gedachten CPUs verfügen neben einem DDR3- auch über einen DDR2-Speichercontroller und sind Pin-kompatibel zum Sockel AM2+. Sofern Sie allerdings eine AM3-CPU wie einen Phenom II X6 1090T auf ein AM2+-Board schnallen, verlieren Sie gegenüber dem regulären AM3-Betrieb etwas Leistung: Da bis auf einige sehr wenige Platinen nur DDR2-Speicher zum Einsatz kommt, sorgt dieser gegenüber DDR3 in der Regel für ein bisschen weniger Durchsatz. Dieser ist allerdings in den meisten Anwendungen und Spielen zu vernachlässigen, einer Aufrüstung auf einen X6 steht höchstens das BIOS im Weg.

Laut AMD sollte für einen Thuban-Sechskerner (und den darauf basierenden X4 960T) aufgrund des Turbos ein Chipsatz der 7er- oder 8er-Serie zum Einsatz kommen. Im Kurztest mit einem 1100T und dem Asus M4A79 Deluxe (790FX) funktionierte die Kombo einwandfrei.

Sockel AM3+ für die FX

In Sachen Sockel AM3+, AMDs aktuelle Ausbaustufe, ist die Kompatibilität rasch geklärt: Unabhängig vom Chipsatz laufen auf dieser Plattform alle FX-Prozessoren und die komplette Phenom-II- sowie Athlon-II-Palette.

Die beiden letzteren Produktreihen sind unserer Erfahrung nach mit allen Boards kompatibel, bei den Bulldozer FX aber sollten Sie auf das BIOS/UEFI achten: Ist eine alte Version aufgespielt, startet das System mit einer FX-CPU nicht.

So schickten uns mehrere Mainboard-Hersteller zur Marktübersicht von Platinen mit Sockel AM3+ in der PC Games Hardware 12/2011 Bretter, die wir erst flashen mussten, damit sie mit FX-Prozessoren anliefen. Lassen Sie sich bei einem Neukauf eine Bulldozer-kompatible Version zusichern oder halten Sie einen Athlon II oder Phenom II bereit, um das BIOS zu aktualisieren.

Apropos aktualisieren: Im Interview mit Hard-OCP gab AMD bekannt, dass ein Scheduler-Update für mehr Win7-Leistung „bald" veröffentlicht werde. Eine Rückfrage unsererseits wurde bis Redaktionsschluss nicht beantwortet.

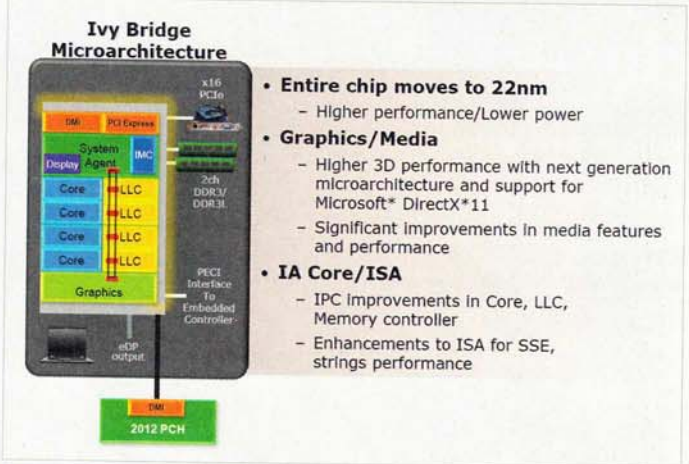
FX Next: Der Piledriver

Für Besitzer eines Mainboards mit Sockel AM3+ hält die Gerüchteküche einen Leckerbissen bereit: Die kommende Bulldozer-Generation, Codename Piledriver, soll ab Herbst 2012 in die aktuelle Fassung passen. Über die Chips ist zumin- ▷

Codenamen-Dschungel: PCGH sorgt für Durchblick

Codename	Beschreibung
AMD	
Bulldozer	Überbegriff für die erste Generation der modulbasierenden CPU-Architektur; derzeit als FX-Serie im Handel
Excavator	Überbegriff für die vierte Generation der Modul-CPU-Architektur
Husky	CPU-Kern der „Llano"-APUs; basierend auf dem K10.5-Design
Llano	Überbegriff für die erste Generation von APUs mit „Husky"-CPU-Kernen; derzeit als A-Serie im Handel
Lynx	Desktop-Plattform für die „Llano"-APUs mit dem Sockel FM1
Piledriver	Überbegriff für die zweite Generation der Modul-CPU-Architektur
Scorpius	Desktop-Plattform für die „Bulldozer"-CPUs mit dem Sockel AM3+
Steamroller	Überbegriff für die dritte Generation der Modul-CPU-Architektur
Trinity	APU mit „Piledriver"-CPU-Kernen plus DX11-Grafik
Virgo	Desktop-Plattform der „Trinity"-APUs mit dem Sockel FM2
Zambezi	Desktop-Chip mit „Bulldozer"-Architektur; als FX-Serie im Handel
Intel	
Cougar Point	Überbegriff für die 6er-Chipsätze der „Sugar Bay"-Plattform
Haswell	Kommende 22-nm-CPU-Generation für 2013, Nachfolger von Ivy Bridge
Ivy Bridge DT	Kommende 22-nm-CPU-Generation für die „Maho Bay"-Plattform
Ivy Bridge E	Kommende 22-nm-CPU-Generation für die „Weimea Bay"-Plattform
Maho Bay	Desktop-Plattform der „Ivy Bridge"-CPUs und „Panther Point"-Chipsatz
Panther Point	Überbegriff für die 7er-Chipsätze der „Maho Bay"-Plattform
Patsburg	Chipsatz der „Weimea Bay"-Plattform; derzeit als X79 im Handel *
Sandy Bridge DT (SNB)	CPUs der „Sugar Bay"-Plattform mit bis zu vier Kernen; derzeit als Core i3/i5/i7-2000 im Handel
Sandy Bridge E (SNB-EP)	CPUs der „Weimea Bay"-Plattform mit bis zu sechs Kernen; derzeit als Core i7-3900/3800 im Handel
Sugar Bay	Desktop-Plattform der „SNB"-CPUs und „Cougar Point"-Chipsatz
Weimea Bay	Desktop-Plattform der „Sandy Bridge E"-CPUs und „Patsburg"-Chipsatz

* Weitere Patsburg-Versionen existieren für Server-Plattformen.



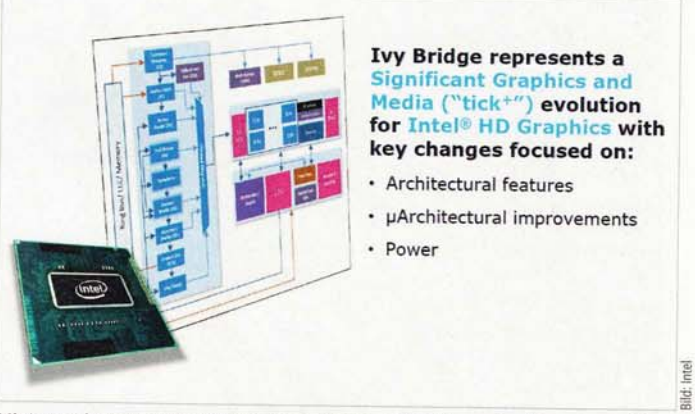


Bild: Intel

Mit Ivy Bridge schrumpft Intel die Sandy-Bridge-Architektur und verbessert vor allem die integrierte Grafikeinheit drastisch. Daher spricht der Hersteller von „Tick Plus".

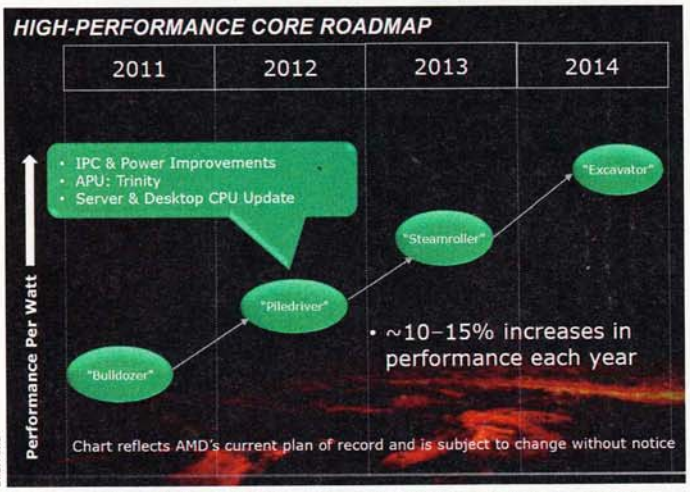


Bild: AMD

Bulldozer ist die aktuelle Architektur, während AMD 2012 mit Piledriver ein verbessertes Design veröffentlicht, welches auch für die Trinity-APUs eingesetzt wird.

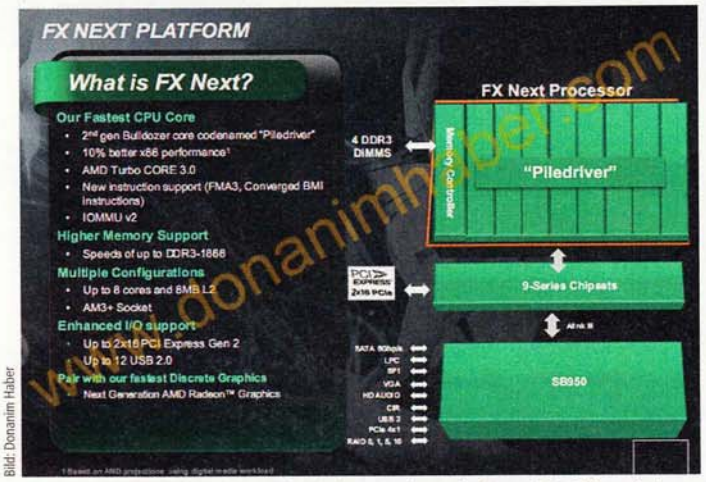


Bild: Donanim Haber

Die nächste Bulldozer-Ausbaustufe Piledriver ist laut geleakten AMD-Folien mit dem Sockel AM3+ kompatibel, aber nicht sehr viel schneller als die aktuellen FX-CPUs.

Interview mit AMD über Bulldozer und AM3

PCGH: Welche Kombination aus Sockel und Chipsatz unterstützt AMD offiziell für den FX?

AMD: AMD hat den Sockel AM3+ speziell dafür entwickelt, die neuen Features und Anforderungen des Bulldozer FX zu ermöglichen. Passend dazu gibt es die Chipsätze der 900er-Generation, welche den FX unterstützen.

PCGH: Sind also die von einigen Mainboard-Herstellern mit FX-Support beworbenen AM3-Platinen gar nicht kompatibel?

AMD: Mainboards sind Produkte der AIBs (Add-in Board, also AMDs Partner wie Asus oder MSI). Wie bereits erwähnt, unterstützt AMD hinsichtlich des Bulldozer FX nur die Kombination aus dem Sockel AM3+ und einem Chipsatz aus der aktuellen 900er-Serie.

PCGH: Wie sieht es denn mit dem kommenden Piledriver-FX aus?

AMD: Tut mir leid, kein Kommentar zu diesem Zeitpunkt.

dest so viel bekannt, dass das Flaggschiff wie gehabt mit vier Modulen und 8 MiByte L3-Cache ins Rennen gehen wird. Die Leistung pro Takt soll über den aktuellen FX-Chips liegen (laut AMDs Prognosen 10 bis 15 Prozent), auch die Frequenzen werden nach bisherigen Informationen leicht ansteigen – die maximale TDP von 125 Watt bleibt hierbei jedoch erhalten. Somit bieten die Piledriver-CPUs mehr Leistung pro Watt, hinzu kommt ein verbesserter Turbo und die Unterstützung von Befehlssätzen wie FMA3.

FM1, die Llano-Endstation

AMDs aktueller A-Serie für den Sockel FM1, Codename Llano, ist nur eine kurze Lebensspanne vergönnt: Schon im Frühling 2012 (März/Mai) erscheint mit Trinity der Nachfolger – aber für den Sockel FM2. Eine Kompatibilität untereinander ist nicht gegeben, somit ist FM1 eine Aufrüstsackgasse. Einzig ein paar neue Modelle wie der mit einem offenen Multiplikator ausgestattete A8-3870K folgen Anfang 2012.

Trinity basiert auf dem Piledriver-Kern ohne L3-Cache und nutzt eine Grafikeinheit der Radeon-HD-7000-Serie mit VLIW4-Architektur (bekannt von den Caymans alias Radeon HD 6970/6950). AMD spricht von rund 20 Prozent mehr CPU- und 30 Prozent mehr GPU-Leistung, was bei der von 100 auf 125 Watt angestiegenen TDP realistisch ist. Die Chips sollen in den Serien A10-5800, A10-5700, A8-5600, A6-5400 und A4-5300 erscheinen – Modelle mit 100 und 65 Watt TDP sind hier bereits inbegriffen.

AM3: Wackelfaktor FX

Die derzeit wohl verwirrendsten Kompatibilitätsaussagen betreffen den weit verbreiteten Sockel AM3. Dieser unterstützt alle Athlon II und Phenom II, unabhängig vom eingesetzten Chipsatz – einzig bei der TDP sollten Sie darauf achten, dass der Mainboard-Hersteller auch CPUs mit einer TDP von 125 oder 140 Watt abgesegnet hat.

Was den Bulldozer FX auf AM3 anbelangt, lautet die offizielle Aussage wie gehabt: „AMD gewährleistet die volle Funktionalität der aktuellen FX-Prozessoren nur in Mainboards mit einem aktuellen Chipsatz der 9er-Serie und dem Sockel AM3+." Alle anderen Kombinationen seien Sache der Board-Hersteller – welche noch vor einigen Wochen die Werbetrommel für Bulldozer-CPUs in Kombination mit dem Sockel AM3 rührten, mittlerweile aber ist es ruhig geworden.

So hat beispielsweise Gigabyte den FX-Support für alle AM3-Platinen zurückgezogen. Auf unsere Anfrage hin erhielten wir die Antwort, dass der Bulldozer nur von Boards ab der Revision 3.1 sowie 8er- oder 9er-Chipsatz unterstützt wird – und die haben alle den Sockel AM3+.

MSI bietet drei AM3-Platinen an, welche mit FX-Unterstützung beworben werden: Das 890GXM-G65, das 890FXA-GD65 und das 890FXA-GD70, alle mit einem 890GX/FX-Chipsatz. Das GD70 samt der BIOS-Version 1.C erweist sich in unserem Test als voll FX-tauglich – egal ob C6-Modus, die Turbofunktion oder DDR3-1866, alles funktioniert.

Das Gleiche gilt für das Asus Crosshair IV Formula, ebenfalls mit Sockel AM3 und 890FX-Chipsatz: Mit dem Beta-BIOS 3027 arbeitet der getestete FX-8150 fast einwandfrei, allerdings stellt das Board DDR3-1600 statt DDR3-1866 ein (schnellerer Speicher läuft dennoch). Auch Asrocks 890FX Deluxe 4 erweist sich als verlässlich, hier verwenden wir die BIOS-Version P1.60.

Zumindest auf einigen, wenngleich nicht auf allen AM3-Boards läuft der aktuelle Bulldozer FX also. Ob gar noch ein Aufrüstpfad auf den Piledriver existiert, wird sich im Herbst 2012 zeigen.

1155: Aufrüsten auf IVB

Der Sockel 1155 wird seit Anfang 2011 mit CPUs des Typs Sandy Bridge DT verkauft, etwa mit dem beliebten Core i5-2500K. Auf dem Intel Developer Forum (IDF) gab Intels Vizepräsident Mooly Eden in seiner Keynote bekannt, dass Sandy Bridge und der Nachfolger Ivy Bridge (IVB) Pin-kompatibel seien – die Chipsätze erwähnte er nicht.

Tatsächlich bewerben bereits einige Mainboard-Hersteller unter anderem ihre Z68-Platinen mit Ivy-Bridge-Unterstützung, die Praxis dürfte aber wie bei Bulldozer einige Fallstricke bereithalten: Unseren Informationen aus sicheren Quellen zufolge sind die aktuellen Chipsätze mit Ivy Bridge kompatibel, das BIOS ist das Problem. Der Endkunde kann nicht alle Bereiche darin überschreiben, ein ▷

www.donanimhaber.com

Ivy Bridge mit kaum winkelabhängigem AF

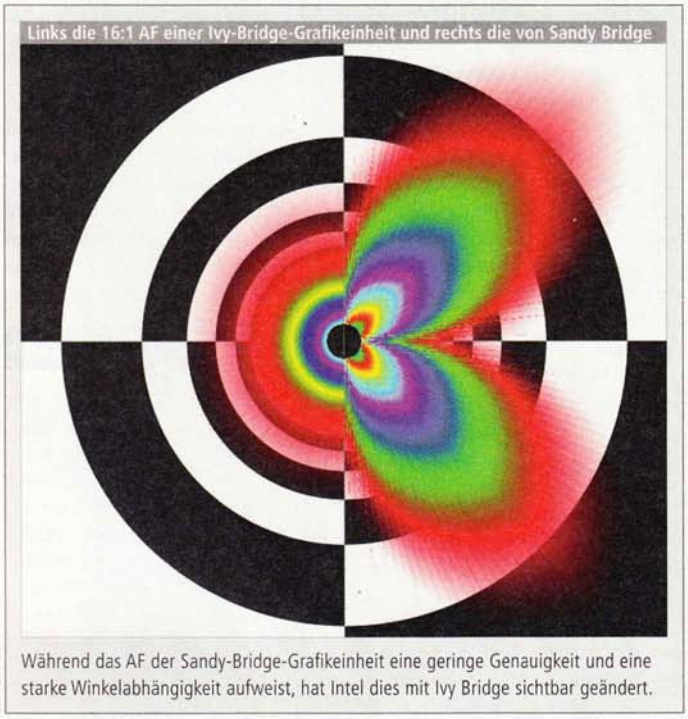


Bild: Coolaler

Während das AF der Sandy-Bridge-Grafikeinheit eine geringe Genauigkeit und eine starke Winkelabhängigkeit aufweist, hat Intel dies mit Ivy Bridge sichtbar geändert.

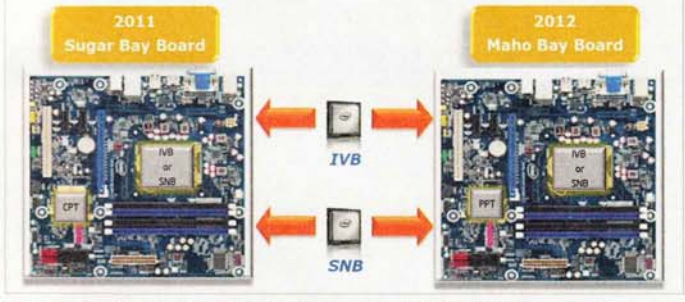


Bild: X-Fastest

Laut einer Intel-Folie sind die Ivy-Bridge- und Sandy-Bridge-Plattformen untereinander kompatibel, die Fußnote aber nennt u. a. Einschränkungen beim Board-Design.

Intel Ivy Bridge: Die Core-i5- und -i7-Modelle

Modell	Kerne	Basistakt in GHz	Level-3-Cache	Grafikeinheit	GPU-Takt (mit Turbo)	TDP
Core i7-3770K	4 + SMT	3,5 (3,9)	8 MiByte	HD 4000	650 - 1.150 MHz	77 Watt
Core i7-3770	4 + SMT	3,4 (3,9)	8 MiByte	HD 4000	650 - 1.150 MHz	77 Watt
Core i7-3770S	4 + SMT	3,1 (3,9)	8 MiByte	HD 4000	650 - 1.150 MHz	65 Watt
Core i7-3770T	4 + SMT	2,5 (3,7)	8 MiByte	HD 4000	650 - 1.150 MHz	45 Watt
Core i5-3570K	4	3,4 (3,8)	6 MiByte	HD 4000	650 - 1.150 MHz	77 Watt
Core i5-3570	4	3,4 (3,8)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.150 MHz	77 Watt
Core i5-3570S	4	3,1 (3,8)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.150 MHz	65 Watt
Core i5-3570T	4	2,3 (3,3)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.150 MHz	45 Watt
Core i5-3550	4	3,3 (3,7)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.150 MHz	77 Watt
Core i5-3550S	4	3,0 (3,7)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.150 MHz	65 Watt
Core i5-3475S	4	2,9 (3,6)	6 MiByte	HD 4000	650 - 1.100 MHz	65 Watt
Core i5-3470	4	3,2 (3,6)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.100 MHz	77 Watt
Core i5-3470S	4	2,9 (3,6)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.100 MHz	65 Watt
Core i5-3470T	2 + SMT	2,9 (3,6)	3 MiByte	HD 2500	650 - 1.100 MHz	35 Watt
Core i5-3450	4	3,1 (3,5)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.100 MHz	77 Watt
Core i5-3450S	4	2,8 (3,5)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.100 MHz	65 Watt
Core i5-3330	4	3,0 (3,2)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.050 MHz	77 Watt
Core i5-3330S	4	2,7 (3,2)	6 MiByte	HD 2500	650 - 1.050 MHz	65 Watt

Quelle: http://hwbot.org/forum/showthread.php?t=34548

Interview mit Intel über Ivy Bridge und Co.

PCGH: *Sind die neuen Ivy-Bridge-CPUs mit dem Sockel 1155 und der 6er-Chipsatz-Reihe kompatibel?*

Christian Anderka: Generell wollen wir Prozessorsockel so lange wie möglich nutzen – im Hinblick auf Validierung, Umstellung der Produktion und mehr ergibt das Sinn. Ivy Bridge nutzt ebenfalls den Sockel 1155.

Wie in der Vergangenheit könnte es aber sein, dass nicht alle sich im Markt befindlichen Boards die neuen CPUs aufnehmen können, und falls ein Board mit Ivy Bridge umgehen kann, wird wohl ein BIOS-Update notwendig sein.

PCGH: *Ist im Umkehrschluss eine aktuelle Sandy-Bridge-CPU mit den kommenden 7er-Serie-Chipsätzen kompatibel?*

Christian Anderka: Wenn wir die eben ausgesprochene Vermutung weiterführen, dann sind auch die Core-Prozessoren der zweiten Generation [Anm. d. R.: Sandy Bridge] mit den 2012 aktuellen Intel-Chipsätzen [7er-Reihe] kompatibel.

PCGH: *Welche Vorteile bietet eine Ivy-Bridge-Plattform gegenüber Sandy Bridge?*

Christian Anderka: Die kommende Core-Prozessor-Generation mit ihren 1,4 Milliarden Tri-Gate-Transistoren wird für den Anwender viele Verbesserungen bei der Rechen- und Grafikleistung bieten und das bei sehr geringem Stromverbrauch.

Die im Prozessor integrierte Grafik wird DX11 unterstützen, verbesserte Leistung bei Geometrie- und Pixel-Operationen bieten, einen höheren Media-Sampling-Throughput haben sowie erhebliche Verbesserungen bei Shader-Arrays bringen.

Der Chipsatz wird USB 3.0 integrieren und die gesamte Plattform einige neue Sicherheitsfunktionen mitbringen, da dieses Thema immer mehr an Bedeutung gewinnt.

PCGH: *Intels Tradition der letzten Jahre zufolge wäre zu erwarten, dass es Ivy Bridge E geben könnte und diese CPUs ebenfalls mit der aktuellen X79-Basis samt Sockel 2011 kompatibel sind?*

Christian Anderka von Intel

Christian Anderka: Das wäre sicherlich unserer Tradition gemäß und damit zu erwarten.

PCGH: *Sandy Bridge E wird derzeit „nur" mit PCI-Express 2.0 beworben, Intel aber spricht bei den auf der gleichen Technik basierenden Xeon E5 2600 von PCI-E 3.0. Beherrschen die Chips also 8 GT/s?*

Christian Anderka: Richtig, wir bewerben die PCI-E-Schnittstelle mit PCI Express 2.0, obwohl sie auf höhere Transferraten ausgelegt wurde. Noch fehlen die PCI-E-3.0-Karten, mit denen wir validieren können, dass die Plattform volle PCI-E-3.0-Unterstützung bietet. Wir erwarten aber, dass zukünftig zumindest die meisten PCI-Express-3.0-Karten von der höheren Geschwindigkeit mit bis zu 8 GT/s profitieren werden.

PCGH: *Die Vergangenheit zeigt, dass Intel mit dem Wechsel auf eine frische Architektur nicht zwingend den Sockel tauscht, Stichwort Haswell für 2013?*

Christian Anderka: Mit Haswell wird 2013 die nächste Architektur auf Basis der 22-nm-Fertigungstechnologie Einzug halten und mit einigen neuen Funktionen aufwarten. Wir sind immer bemüht, den Sockel zu belassen, da damit Kosten bei der Validierung und Produktion eingespart werden können – was auch unser Ökosystem betrifft.

Ob es mit Haswell notwendig wird, eine Sockeländerung vornehmen zu müssen, soll heute nicht das Thema sein – das besprechen wir im nächsten Interview.

fester Code seitens des Herstellers bleibt immer erhalten. Dieser aber muss für Ivy Bridge aktualisiert werden, was in der Theorie nicht funktionieren soll. Somit liegt es an den Mainboard-Herstellern, einen Workaround zu finden oder kommende Platinen gleich mit einem ab Werk Ivy-Bridge-tauglichen BIOS zu versehen – was aber nicht unbedingt notwendig ist, da schon im Januar Boards mit den neuen 7er-Chipsätzen verkauft werden sollen. Um die PCI-E-3.0-Fähigkeit der kommenden CPUs nutzen zu können, müssen zudem entsprechende Bauteile für die PCI-E-Slots auf den Boards vorhanden sein, ansonsten steht maximal die PCI-E-2.0-Datenrate zur Verfügung.

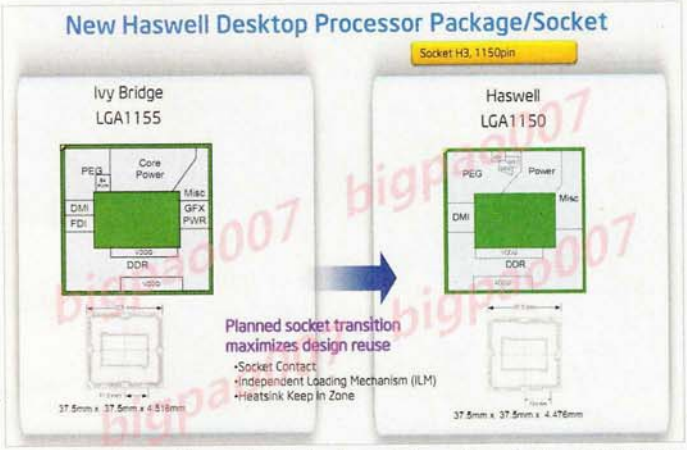


Bild: Chiphell

Die kommende Mittelklasse auf Basis der Haswell-Generation wird den Sockel 1150 nutzen und daher mit aktuellen Boards sowie Chipsätzen nicht kompatibel sein.

PCI-E 3.0 ist ohnehin erst mit Grafikkarten der Kepler- und Southern-Islands-Generation funktionsfähig, wenngleich gerade in Spielen die PCI-Express-2.0-Slot-Datenrate vorerst ausreichen wird.

Ivy Bridge und Haswell

Die DT-Modelle für den Sockel 1155 sollen jüngsten Gerüchten zufolge rund 10 bis 20 Prozent schneller sein als ihre Sandy-Bridge-Pendants, aber deutlich sparsamer. So taktet der kommende Core i7-3770K wie der Core i7-2700K mit 3,4 GHz Basistakt, die TDP sinkt von 95 auf 77 Watt. Der Turbo soll bei dem IVB-Chip häufiger greifen, zudem leistet er Intel-Folien zufolge pro Takt etwas mehr (unter 10 Prozent).

Die neue DX11-Grafikeinheit in Form der HD Graphics 4000 soll ihre Leistung im Vergleich zur Vorgängerin HD 3000 verdoppeln. Leaks zeigen zudem, dass DX11 in gängigen Benchmarks bereits funktioniert und die anisotrope Filterung zieht ersten Bildern zufolge qualitativ mit AMD wie Nvidia gleich.

Intel hat es zwar noch nicht öffentlich kommuniziert, aber Ivy Bridge E wird Ende 2012 auch in den Sockel 2011 passen und mit dem X79-Chipsatz zusammenarbeiten.

Spätestens 2013 ist der Aufrüstpfad bei Intel dann versperrt: Die Haswell-Mittelklasse wird auf den Sockel 1150 setzen und die High-End-Ableger dürften ebenfalls einen neuen Unterbau benötigen. *(ms)*

Fazit

Aufrüst-Guide 2012

Für AMD-Besitzer bietet sich je nach Sockel-Unterbau und Board die Aufrüstung auf einen Phenom II X6 oder Bulldozer FX an. Nutzen Sie eine Platine mit AM3+, so wird voraussichtlich auch der Piledriver-Chip darauf laufen. Die Sockel 1155 und 2011 nehmen nicht nur SNB-CPUs auf, sondern verstehen sich nach aktuellem Stand auch mit Ivy Bridge. Gerade in der Mittelklasse wird aber erst um den Launch herum Klarheit herrschen, Neukäufer greifen zu einem Board der 7er-Serie .

Aufrüst-Roadmap: Welche CPUs sind mit Ihrer Plattform kompatibel?

Sockel	Aktuell verfügbare CPUs	Neue CPUs im H1/2012	Neue CPUs im H2/2012
Sockel 1366	Core i7-9x0 (sechs Kerne) Core i7-9x0 (vier Kerne)	Keine neuen CPUs geplant	Keine neuen CPUs geplant
Sockel 1156	Core i3-5x0 Core i5-7x0 Core i7-8x0	Keine neuen CPUs geplant	Keine neuen CPUs geplant
Sockel 775	Core 2 Duo/Extreme Core 2 Quad/Extreme	Keine neuen CPUs geplant	Keine neuen CPUs geplant
Sockel 2011	Core i7-3960X Core i7-3930K	Schnelleres Modell als Core i7-3960X Core i7-3820 (nur vier Kerne!)	Ivy Bridge E (eventuell bis zu acht Kerne)
Sockel 1155	Core i3-2x00 Core i5-2x00 Core i7-2x00	Ivy Bridge DT (Core i3/i5/i7-3xx0)	Schnellere Ivy-Bridge-DT-Modelle
Sockel FM1	A8-38x0 A6-36x0 A4-3x0	Schnellere Llano-Modelle	Keine neuen CPUs geplant
Sockel AM2+	Phenom I X2/X3/X4 Phenom II X2/X4/X6 (BIOS beachten!)	Keine neuen CPUs geplant	Keine neuen CPUs geplant
Sockel AM3	Athlon II X2/X3/X4 Phen. II X2/X3/X4/X6 mit DDR3 Bulldozer FX (BIOS beachten!)	Keine neuen CPUs geplant	Keine neuen CPUs geplant
Sockel AM3+	FX-81x0 FX-61x0 FX-41x0	Schnellere Bulldozer-Modelle	Piledriver („Vishera" mit zwei bis vier Modulen)

Übertakten des Uncore-Bereichs, der CPU-Northbridge und des FSBs

Extraschub für CPUs

Beim Übertakten des Systems beschränken sich viele Tuner auf den Kerntakt – ein Fehler, denn so nutzen sie nicht das gesamte OC-Potenzial des Systems. Wir zeigen, was sonst noch mehr Leistung bringt.

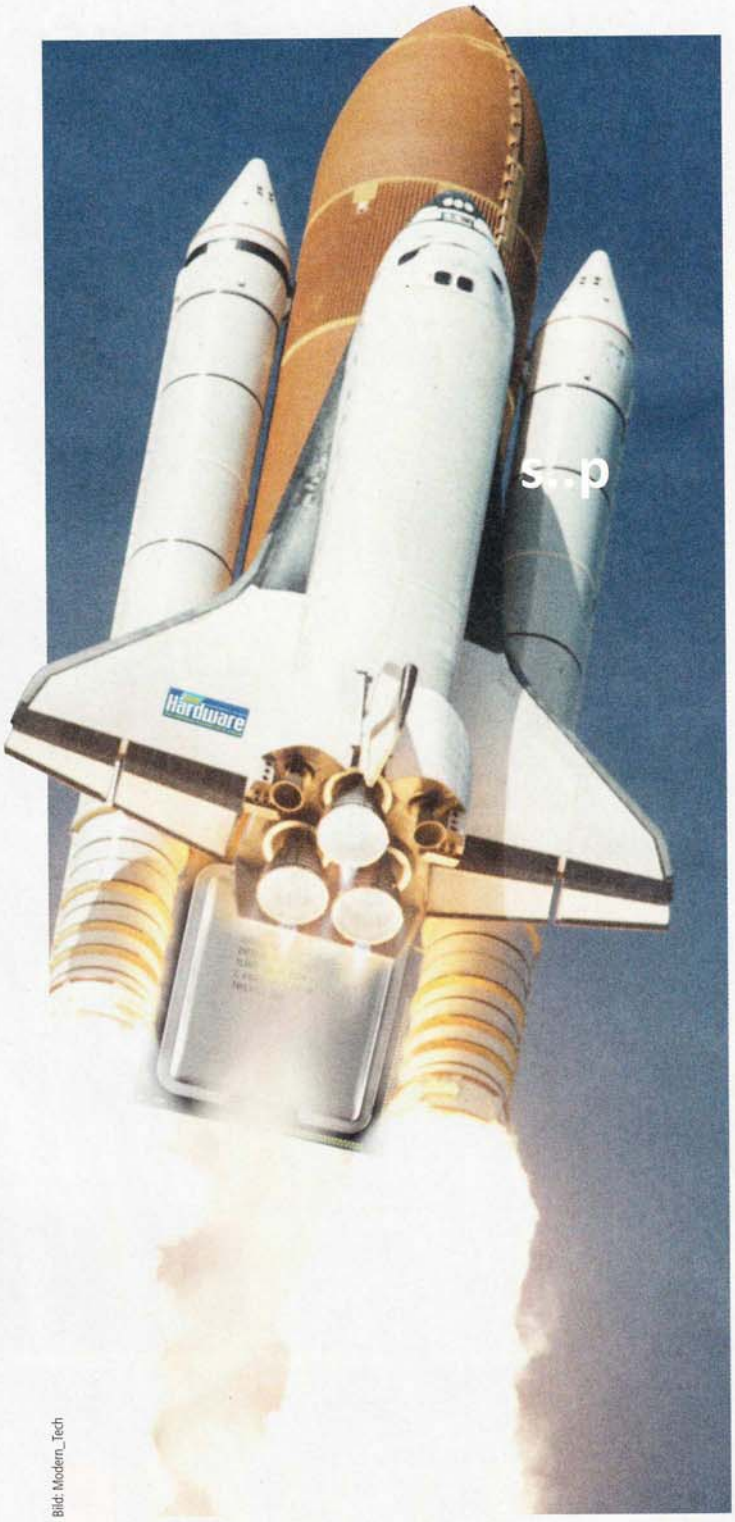


Bild: Modern_Tech

Wenn von „dem CPU-Takt" die Rede ist, dann ist allgemein die Taktfrequenz sämtlicher Kerne gemeint. Die zunehmende Miniaturisierung und auf Effizienz getrimmte Designs haben allerdings dazu geführt, dass moderne Prozessoren immer mehr zusätzliche Aufgaben übernehmen.

Mehr als nur Kerne

Da die zusätzlichen Funktionseinheiten keine üblichen Bestandteile eines Prozessors sind, handelt es sich um „Nichtkernbereiche". Intel hat hierfür den Begriff Uncore mit den ersten Core-i7-CPUs eingeführt, das Gegenstück bei AMD wird als CPU-Northbridge bezeichnet. Unter diesen Namen sind die Speichercontroller und die dritte Cache-Stufe zusammengefasst. Während die Taktfrequenz der ersten beiden Cache-Stufen vom Kerntakt abhängt, sind die Komponenten des Uncore- bzw. CPU-Northbridge-Bereichs von diesem entkoppelt und können mit einem anderen Takt betrieben werden. Dazu stehen im BIOS/UEFI ganzzahlige Multiplikatoren zur Verfügung, die standardmäßig – also ohne beschleunigten Referenztakt – eine Anhebung um 133 MHz (Sockel 1366) oder 200 MHz (AM2(+)/AM3) ermöglichen. In diesem Artikel beleuchten wir, was das Übertakten dieser Prozessorbereiche bei einem Phenom II X6 und einem Core-i7-Vierkerner für den Sockel 1366 bringt. Zudem testen wir, ob das Anheben des FSB-Takts bei einem Core-2-System einen ähnlichen Effekt hervorruft.

Bulldozer und Sandy Bridge

In diesem Praxistest berücksichtigen wir die beiden aktuellen Architekturen von AMD und Intel nicht. Warum? AMD spezifiziert die Topmodelle der Bulldozer-Riege bereits standardmäßig für einen CPU-NB-Takt von 2,2 GHz, was bereits für etwas Mehrleistung gegenüber den bisher üblichen 2,0 GHz sorgt. Außerdem ist die neue FX-Riege kaum verbreitet: Laut unserer monatlichen Online-Umfrage mit über eintausend Teilnehmern setzt nur ein Prozent der Leserschaft auf Bulldozer, Phenom II X4/X6 sitzen dagegen in jedem dritten Gaming-PC.

Die Abwesenheit der Sandy-Bridge-Riege hat technische Gründe: Bei allen Prozessoren für die Sockel 1155 und 2011 sind die Taktraten des integrierten Speichercontrollers und aller Cache-Stufen an den Kerntakt gekoppelt. Das hindert uns einerseits daran, unabhängig vom Kerntakt auszutesten, welchen Einfluss diese Prozessorbestandteile haben, sorgt aber auch dafür, dass Übertakter keinen Gedanken daran verschwenden müssen – es ist schließlich nicht möglich, L3-Cache und Speichercontroller beim Übertakten der Kerne zu vergessen.

Phenom II X6: CPU-NB-OC

Der X6 1090T BE läuft standardmäßig mit 3,2 GHz Kerntakt und 2,0 GHz CPU-NB-Takt. Unser Exemplar erweist sich seitens der CPU-Northbridge als äußerst taktfreudig und bewältigt den kompletten Benchmark-Parcours für diesen Artikel bei 2,8 GHz und 1,15 Volt, der CPU-NB-Standardspannung. Eine Spannungsanhebung ist für 3,0 GHz erforderlich, mit 1,25 Volt läuft diese Taktfrequenz stabil. Um Tests mit 3,2 GHz durchzuführen, reichen 1,35 Volt aus. Für den Alltag empfehlen wir Werte bis maximal 1,3 Volt, um die CPU-NB nicht durch Überspannung zu beschädigen.

Aida 64 attestiert dem System nach dem Anheben des CPU-NB-Takts auf 3,2 GHz eine 44 Prozent höhere RAM-Schreibrate, die Lesegeschwindigkeit steigt um 20 Prozent. Der L3-Cache läuft im synthetischen Benchmark um 19 bis 43 Prozent schneller, die RAM-Anbindung und die dritte Cache-Stufe profitieren also gleichermaßen. ▷

Die 60-prozentige Übertaktung verpufft in Spielen allerdings nahezu, bestenfalls sind rund 10 Prozent Mehrleistung drin, wie *Skyrim* und *Starcraft 2* beweisen. *Dirt 3* belohnt die starke Anhebung immerhin mit 7 Prozent mehr Fps. Im GPU-Limit ist CPU-NB-OC sinnlos: *Battlefield 3* läuft lediglich 3 Prozent schneller. In Anwendungen bringt das Übertakten noch weniger: Cinebench, x264 HD und 7-Zip legen um 1 bis 4 Prozent zu. Die großen theoretischen Vorteile des CPU-NB-Overclockings schmelzen in der Praxis also auf wenige Prozent zusammen.

Belassen wir stattdessen den CPU-NB-Takt auf dem Standardwert und heben den Kerntakt von 3,2 auf 3,8 GHz an, verändert sich an den Transferraten des Arbeitsspeichers und des L3-Caches zwar kaum etwas, die Anwendungsleistung steigt allerdings um 13 bis 18 Prozent. Die Kerntakterhöhung um 19 Prozent resultiert also in einer annähernd so starken Leistungszunahme. CPU-limitierte Spiele wie *Skyrim* (+17 %) und *Starcraft 2* (+14 %) bestätigen dies.

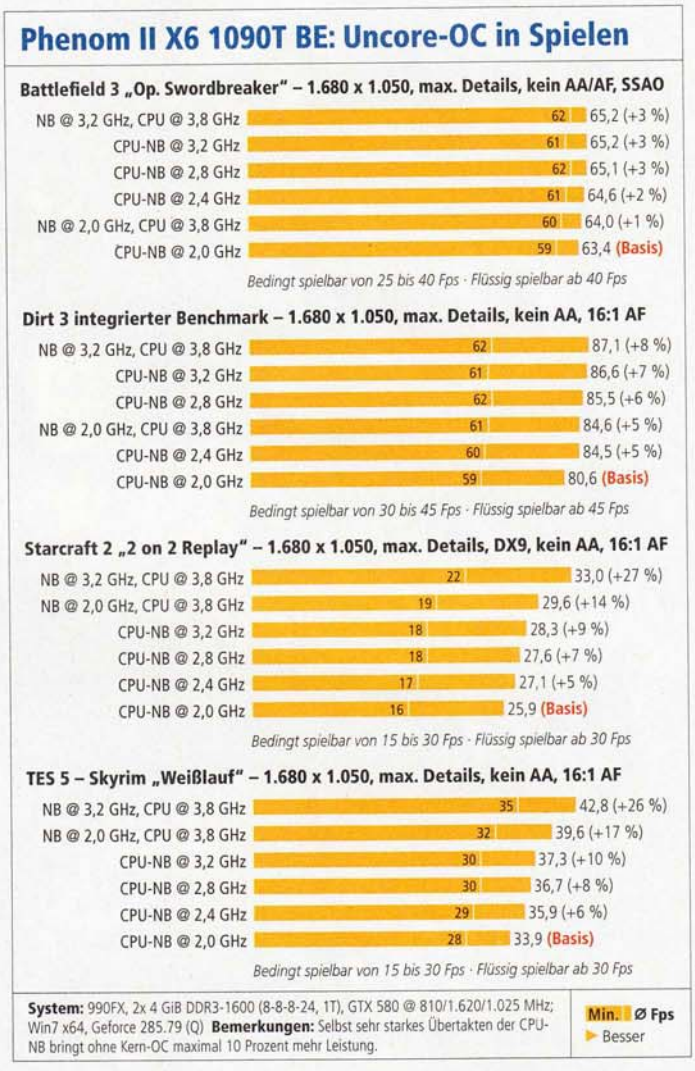
Was passiert, wenn zusätzlich zum Kerntakt erneut der CPU-NB-Takt angehoben wird? Dann geschieht etwas Erstaunliches, denn die ehemals gering ausgeprägten Vorteile des CPU-NB-Übertaktens sorgen nun für ein ordentliches Leistungsplus. Während die Einzelmaßnahmen in *Starcraft 2* einzeln einen Leistungsvorteil von 9 Prozent (CPU-NB-OC) und 17 Prozent (Kern-OC) bewirken, sorgen beide zusammen für einen Fps-Anstieg um 27 Prozent. Ein ähnliches Bild in *Skyrim*: Aus zusätzlichen 10 Prozent (CPU-NB-OC) und 17 Prozent (Kern-OC) werden bei der Kombination beider Tuning-Maßnahmen 26 Prozent Mehrleistung. Auch in den synthetischen Aida-Tests und Anwendungsbenchmarks sorgt das Übertakten beider Prozessorbestandteile zum Teil für einen übermäßig starken Gewinn.

Offensichtlich sind die Standardtaktraten so gut aufeinander abgestimmt, dass die Übertaktung nur eines CPU-Teils – speziell der CPU-Northbridge – wenig bringt, da die Datenverarbeitung im anderen Abschnitt nicht schnell genug abläuft. Eine auf 3,0 GHz (und mehr) übertaktete CPU-NB liefert also in theoretischen RAM-/L3-Cache-Benchmarks eine Top-Leistung, in der Praxis sind die einzelnen Kerne aber nicht so schnell bei der Berechnung, als dass bei 2,0 GHz die CPU-NB limitieren würde. Bei einer Taktanhebung der Phenom-II-Kerne erhöht sich allerdings automatisch die Datenmenge, die in kurzer Zeit in den temporären Zwischenspeichern abgespeichert und geladen werden muss, sodass CPU-NB-OC erst im Zusammenspiel mit Kern-Overclocking für einen Extraschub Leistung sorgt.

Core i7 (So. 1366): Uncore-OC

Als Nächstes verwenden wir ein Sockel-1366-System mit einer Bloomfield-CPU. Mit 2,8 GHz Kerntakt simulieren wir einen Core i7-930; wir verwenden allerdings einen Core i7-965 XE. Das tun wir deshalb, da sich bei diesem Modell der CPU-Multiplikator über den Standardwert hinaus anheben lässt – auf diese Weise können wir den Zusammenhang zwischen Uncore- und Kern-Overclocking testen, ohne den Referenztakt ändern zu müssen. Ansonsten steigt nämlich der RAM- und der Referenztakt, was eine korrekte Deutung der Ergebnisse stark erschwert. Bei Sockel-1366-CPUs beeinflusst der eingestellte Speichertakt die minimale Uncore-Frequenz: Der Uncore-Takt muss nämlich immer mindestens doppelt so hoch wie der effektive DDR3-Takt sein, wenn ein Core-i7-Vierkerner zum Einsatz kommt. Da wir statt mit spezifikationsgemäßen DDR3-1066-Modulen eine praxisnahe DDR3-1333-Konfiguration wählen, läuft der Uncore-Bereich also bereits von 2,13 auf 2,66 GHz übertaktet. Bei Gulftown-Prozessoren mit sechs Kernen liegt die Untergrenze tiefer; hier reicht bereits der 1,5-fache DDR3-Wert, also beispielsweise 2,0 GHz bei DDR3-1333-Takt. Mit unserem Testsystem ist eine Anhebung des Uncore-Takts auf 3,74 GHz möglich, höhere Werte führen unabhängig von der eingestellten Uncore-Spannung zu Abstürzen. Auf diese Weise beschleunigt, bescheinigt Aida 64 dem System erwartungsgemäß höhere RAM-Transferraten. Beim L3-Cache verbessert sich erstaunlicherweise lediglich die Schreibgeschwindigkeit deutlich, die Leserate und die Zugriffszeit bleiben unverändert. Um dieses Ergebnis zu erklären, haben wir sowohl bei den ▷

Phenom II X6 1090T BE: Uncore-OC in Spielen



System: 990FX, 2x 4 GiB DDR3-1600 (8-8-8-24, 1T), GTX 580 @ 810/1.620/1.025 MHz; Win7 x64, Geforce 285.79 (Q) **Bemerkungen:** Selbst sehr starkes Übertakten der CPU-NB bringt ohne Kern-OC maximal 10 Prozent mehr Leistung.

Min. Ø Fps
▶ Besser

Phenom II X6: Effekt des Kern- und CPU-Northbridge-Übertaktens in der Theorie und Anwendungspraxis

Kerntakt	3,2 GHz (Basis)	3,2 GHz (0 %)	3,8 GHz (+19 %)	3,8 GHz (+19 %)
CPU-NB-Takt	2,0 GHz (Basis)	3,2 GHz (+60 %)	2,0 GHz (0 %)	3,2 GHz (+60 %)
Aida, RAM-Leserate	8.926 MB/s (Basis)	10.735 MB/s (+20 %)	9.186 MB/s (+3 %)	11.339 MB/s (+27 %)
Aida, RAM-Schreibrate	7.044 MB/s (Basis)	10.112 MB/s (+44 %)	7.057 MB/s (0 %)	10.471 MB/s (+49 %)
Aida, RAM-Latenz	48,1 ns (Basis)	41,4 ns (-14 %)	45,7 ns (–5 %)	39,7 ns (–18 %)
Aida, L3-Cache-Leserate	8.931 MB/s (Basis)	10.633 MB/s (+19 %)	9.219 MB/s (+3 %)	11.157 MB/s (+25 %)
Aida, L3-Cache-Schreibrate	8.954 MHz (Basis)	12.803 MB/s (+43 %)	8.988 MB/s (0 %)	13.884 MB/s (+55 %)
Aida, L3-Cache-Latenz	7,8 ns (Basis)	5,5 ns (–30 %)	7,7 ns (–1 %)	5,1 ns (–35 %)
7-Zip v9.20, Komprimierung	14.877 kB/s (Basis)	15.493 kB/s (+4 %)	16.858 kB/s (+13 %)	17.835 kB/s (+20 %)
Cinebench R11.5 64 Bit	5,71 Punkte (Basis)	5,78 Punkte (+1 %)	6,72 Punkte (+18 %)	6,83 Punkte (+20 %)
x264 HD	30,0 Fps (Basis)	30,5 Fps (+2 %)	35,1 Fps (+17 %)	35,6 Fps (+19 %)

Core i7-930: Uncore-Overclocking in Spielen

Battlefield 3 „Op. Swordbreaker" – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA/AF, SSAO

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

Dirt 3 integrierter Benchmark – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA, 16:1 AF

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

Starcraft 2 „2 on 2 Replay" – 1.680 x 1.050, max. Details, DX9, kein AA, 16:1 AF

Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

TES 5 – Skyrim „Weißlauf" – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA, 16:1 AF

Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

System: Core i7-965 XE @ i7-930, X58, 3x 2 GiB DDR3-1333 (7-7-7-21, 1T), QPI @ 6,4 GT/s, GTX 580 @ 810/1.620/1.025 MHz; Win 7 x64, Geforce 285.79 (Q) **Bemerkungen:** Zusammen mit Kern-OC bringt Uncore-OC einen zusätzlichen Leistungsschub.

Min. Ø Fps
Besser

Aida-64-Machern als auch Intel angefragt – eine etwaige Antwort finden Sie im Bonusmaterial zu diesem Artikel. Übrigens: Nicht jeder Uncore-Multiplikator ist bei jedem System gleich stabil – experimentieren Sie ruhig etwas.

Die Uncore-Übertaktung um 40 Prozent sorgt für 1 bis 2 Prozent mehr Leistung in Spielen und Anwendungen. Ursächlich dafür sind der sehr hohe Speicherdurchsatz im Triple-Channel-Betrieb und der Umstand, dass unsere Grundkonfiguration bereits mit einem etwas erhöhten Uncore-Takt läuft. Ein Sockel-1366-Quadcore mit drei DDR3-1333-Modulen wird also nicht vom RAM-Controller oder dem L3-Cache gebremst.

Ohne Uncore-Anhebung, aber mit 3,88 GHz Kerntakt sind deutlich größere Zuwächse zu verzeichnen: Die 39-prozentige Frequenzsteigerung beschleunigt Anwendungen um 28 bis 36 Prozent. Die tendenziell CPU-limitierten Spiele *Starcraft 2* und *Skyrim* belohnen das Tuning mit einer um 29 beziehungsweise 27 höheren Framerate. *Battlefield 3* und *Dirt 3* zeigen sich vom CPU-Overclocking völlig unbeeindruckt: Die Maximalgeschwindigkeit wird von der übertakteten Geforce GTX 580 bestimmt. Interessant: Kern-OC beschleunigt die L3-Cache-Leserate und -Zugriffszeit, aber nicht die Schreibrate – die profitiert wie bereits erwähnt von Uncore-OC.

Wie schon beim Phenom-II-PC sorgt erst das gleichzeitige Übertakten der Kerne und des Uncore-Bereichs für die bestmöglichen Ergebnisse. In *Starcraft 2* und *Skyrim* zeigt sich dabei eindrucksvoll, dass Uncore-OC nur im Zusammenspiel mit Kern-OC sein Potenzial entfaltet: Die einzelnen Boni durch Kern-OC (29 %) und Uncore-OC (2 %) sorgen zusammen für eine 56 Prozent höhere Bildrate in *Starcraft 2*. Ebenfalls übermäßig stark legt *Skyrim* zu: Aus 27 Prozent Vorteil durch Kern-OC und 1 Prozent Uncore-Bonus ergeben sich beim gleichzeitigen Übertakten 33 Prozent Mehrleistung.

Woran liegt das? Bereits beim Phenom II hat sich gezeigt, dass RAM- und L3-Cache-Geschwindigkeit umso wichtiger sind, je höher die Rohleistung der CPU-Kerne ist. Da wir die Core-i7-Kerne um satte 39 Prozent statt 19 Prozent wie beim Phenom II übertakten, steigt die Rohleistung deutlich stärker an. Dadurch profitiert auch die Systemleistung mehr vom Uncore-OC, da erst die stark übertakteten Kerne durch ihre gesteigerte Rechengeschwindigkeit in der gleichen Zeit mehr Datentransfers zwischen Kernen, (L3-)Cache und RAM erforderlich machen.

Core i7: Effekt des Kern- und Uncore-Übertaktens in der Theorie und Anwendungspraxis

Kerntakt	2,8 GHz (Basis)	2,8 GHz (Basis)	3,88 GHz (+39 %)	3,88 GHz (+39 %)
Uncore-Takt	2,67 GHz (Basis)	3,74 GHz (+40 %)	2,67 GHz (0 %)	3,74 GHz (+40 %)
Aida, RAM-Leserate	13.641 MB/s (Basis)	15.788 MB/s (+16 %)	14.179 MB/s (+4 %)	16.438 MB/s (+21 %)
Aida, RAM-Schreibrate	11.640 MB/s (Basis)	14.944 MB/s (+28 %)	12.184 MB/s (+5 %)	16.263 MB/s (+40 %)
Aida, RAM-Latenz	57,3 ns (Basis)	52,5 ns (-8 %)	54,8 ns (–4 %)	49,2 ns (–14 %)
Aida, L3-Cache-Leserate	22.171 MB/s (Basis)	22.461 MB/s (+1 %)	30.565 MB/s (+38 %)	30.568 MB/s (+38 %)
Aida, L3-Cache-Schreibrate	17.586 MB/s (Basis)	19.517 (+11 %)	19.427 MB/s (+11 %)	24.523 MB/s (+39 %)
Aida, L3-Cache-Latenz	4,5 ns (Basis)	4,5 ns (0 %)	3,4 ns (–24 %)	3,3 ns (–27 %)
7-Zip v9.20, Komprimierung	14.268 KB/s (Basis)	14.402 KB/s (+1 %)	18.262 KB/s (+28 %)	18.749 KB/s (+31 %)
Cinebench R11.5 64 Bit	4,79 Punkte (Basis)	4,86 Punkte (+2 %)	6,52 Punkte (+36 %)	6,61 Punkte (+38 %)
x264 HD	25,8 Fps	26,1 Fps (+1 %)	35,0 Fps (+36 %)	35,4 Fps (+37 %)

Core 2 Quad: Effekt des Kern- und FSB-Übertaktens in der Theorie und Anwendungspraxis

Kerntakt	2,67 GHz (Basis)	2,67 GHz (Basis)	4,0 GHz (+50 %)	4,0 GHz (+50 %)
FSB	333 MHz (Basis)	445 MHz (+34 %)	333 MHz (0 %)	445 MHz (+34 %)
RAM-Takt	DDR2-800 (Basis)	DDR2-890 (+11 %)	DDR2-800 (0 %)	DDR2-890 (+11 %)
Aida, RAM-Leserate	6.865 MB/s (Basis)	7.752 MB/s (+13 %)	7.114 MB/s (+4 %)	8.138 MB/s (+19 %)
Aida, RAM-Schreibrate	7.076 MB/s (Basis)	9.407 MB/s (+33 %)	7.091 MB/s (0 %)	9.428 MB/s (+33 %)
Aida, RAM-Latenz	73,9 ns (Basis)	68,0 ns (–8 %)	70,7 (–4 %)	64,4 ns (–13 %)
Aida, L2-Cache-Leserate	19.734 MB/s (Basis)	19.924 MB/s (+1 %)	28.324 MB/s (+44 %)	28.842 MB/s (+46 %)
Aida, L2-Cache-Schreibrate	14.724 MB/s (Basis)	14.986 MB/s (+2 %)	20.647 MB/s (+40 %)	21.272 MB/s (+45 %)
Aida, L2-Cache-Latenz	6,2 ns (Basis)	6,1 ns (–2 %)	4,3 ns (–31 %)	4,3 ns (–31 %)
7-Zip v9.20, Komprimierung	8.465 KB/s (Basis)	8.647 KB/s (+2 %)	11.103 KB/s (+31 %)	11.592 KB/s (+37 %)
Cinebench R11.5 64 Bit	3,26 Punkte (Basis)	3,27 Punkte (0 %)	4,85 Punkte (+49 %)	4,87 Punkte (+49 %)
x264 HD	17,9 Fps (Basis)	17,9 Fps (0 %)	26,2 Fps (+46 %)	26,4 Fps (+48 %)

Exkurs: Sockel 1156

Dies gilt grundsätzlich auch für Sockel-1156-Systeme mit Lynnfield-CPUs und Dual-Channel-Technik. Da sich deren Uncore-Multiplikator aber nicht im BIOS ändern lässt, ist bei diesen Setups das Anheben des Referenztakts eine gute Möglichkeit, die bestmögliche Leistung zu erzielen. Rund 200 MHz sind in den meisten Fällen ohne viel Aufwand möglich – bei einem Core i5-7x0 entspricht das 3,2 GHz Uncore-Takt (Uncore-Multi: 16x), ein Core i7-8x0 bringt es bei diesem Referenztakt auf 3,6 GHz (Uncore Multi: 18x). Denken Sie daran, dass durch Änderungen des Referenztakts neben dem Uncore-Bereich auch weitere Taktraten wie die der CPU-Kerne und des Arbeitsspeichers manipuliert werden.

Core 2 Quad: FSB-OC

Während aktuelle Prozessoren vom Schlage eines Phenom II oder Core i7 für die meisten Spiele auch ohne Übertaktung schnell genug sind, ist gerade für Sockel-775-Nutzer Overclocking ein probates Mittel, um zu moderneren Plattformen aufzuschließen und ein Upgrade hinauszuzögern. Bei Core-2-Prozessoren müssen Sie keine Gedanken an Uncore oder CPU-NB verschwenden: L1- und L2-Cache sind an den Kerntakt gekoppelt, einen L3-Cache gibt es nicht. Der Speichercontroller sitzt nicht im Prozessor, sondern in der Northbridge des Chipsatzes. Die Kommunikation findet bei dieser Plattform über einen Frontside Bus (FSB) statt. Die Chipsatz-Northbridge dient als Schnittstelle zwischen CPU, RAM und Grafikkarte. Bei den auf dem Weg zum Prozessor anfallenden Datenmengen ist der FSB ein Flaschenhals. Bei Core-2-Prozessoren ist dieser Systembus daher die Hauptansatzstelle, um nicht nur durch CPU-Overclocking mehr Leistung herauszuholen.

Für den Test nutzen wir einen Core 2 Extreme QX9650, mit dem wir einen Core 2 Quad Q9450 simulieren. Die rechts abgebildeten Benchmark-Werte haben wir also standardmäßig bei 2,67 GHz ermittelt. Den Extreme-Chip benötigen wir, um bei 333 MHz FSB den gleichen, stark erhöhten Kerntakt wie bei 445 MHz einzustellen, um unabhängig voneinander testen zu können, was CPU-OC und FSB-OC bringen. Kleiner Schönheitsfehler: Da bei P45-Boards der RAM-Takt mindestens dem FSB-Takt entspricht, läuft das DDR2-Kit bei der 445-MHz-Einstellung leicht übertaktet.

Bloßes FSB-Anheben um 34 Prozent bringt in *Dirt 3*, *Starcraft 2* und *Skyrim 3* bis 5 Prozent Mehrleistung. Anwendungen profitieren von der Tuning-Maßnahme nicht, lediglich 7-Zip legt um 2 Prozent zu. Einen deutlich größeren Effekt hat das Anheben des Kerntakts um 50 Prozent auf 4,0 GHz: Statt mit ruckeligen 22,4 Fps läuft die einminütige Szene aus unserem *Starcraft 2*-Replay mit brauchbaren 30,1 Fps (+34 %). *Skyrim* legt um 33 Prozent zu, besonders der Anstieg der Min-Fps von 25 auf 34 Fps ist positiv zu bewerten. Cinebench und x264 HD legen um 49 beziehungsweise 46 Prozent zu, 7-Zip belohnt die Takterhöhung allerdings lediglich mit einer 31 höheren Komprimierungsrate. Kein Wunder: Der Benchmark ist bekannt dafür, von hohen RAM-Transferraten zu profitieren, und an denen hat sich nahezu nichts geändert, da RAM- und FSB-Takt nicht angehoben wurden.

Dies ändert sich, wenn die 4 GHz Kerntakt nicht bei 333 MHz, sondern bei 445 MHz FSB erreicht werden: Bei gleichem Kern-, aber unterschiedlichen RAM- und FSB-Takt legt 7-Zip statt um 31 Prozent nun um 37 Prozent zu und profitiert damit am stärksten von allen Anwendungen von dieser Maßnahme. In Spielen zeigt sich erneut, dass das gleichzeitige Übertakten einzelner Systembestandteile mehr bringt, als die einzeln ermittelten Zuwächse erwarten ließen: CPU- plus FSB-OC beschleunigen *Starcraft 2* um 45 Prozent, obwohl CPU-OC allein nur 34 Prozent und FSB-OC lediglich 3 Prozent bringt. Das Gleiche in *Skyrim*: CPU-OC (+33 %) und FSB-OC (+5 %) erhöhen die Framerate zusammen um 41 Prozent – so schiebt sich der Core 2 Quad sogar knapp am übertakteten Phenom II X6 vorbei. *(sw)*

Fazit

Extraschub für CPUs

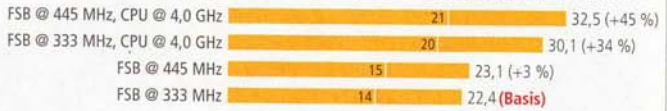
Das Übertakten der CPU-NB, des Uncore-Bereichs und des FSB ist keine Alternative zum Anheben des Kerntakts – das zeigen unsere Tests. Das Steigern dieser zweitrangigen Taktraten ist aber umso wirkungsvoller, je schneller die CPU-Kerne laufen. Wer seine CPU übertaktet, sollte daher auch Uncore, CPU-NB oder FSB ausreizen.

Core 2 Quad Q9450: FSB-OC in Spielen

Dirt 3 integrierter Benchmark – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA, 16:1 AF

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

Starcraft 2 „2 on 2 Replay" – 1.680 x 1.050, max. Details, DX9, kein AA, 16:1 AF



Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

TES 5 – Skyrim „Weißlauf" – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA, 16:1 AF

Bedingt spielbar von 15 bis 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

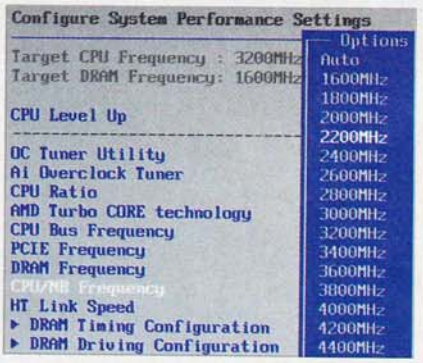
System: P45, 2x 2 GiB DDR2-800/890 (333/445 MHz FSB) (5-5-5-18, 2T), 333-MHz-Strap, GTX 580 @ 810/1.620/1.025 MHz; Win 7 x64, Geforce 285.79 (Q) **Bemerkungen:** Bereits ohne CPU-Übertaktung sind mit FSB-Overclocking 3 bis 5 Prozent mehr Fps drin.

Min. | Ø Fps
▶ Besser

OC-Option für Uncore und CPU-NB im BIOS/UEFI

Aktuelle Mainboards ermöglichen es, die Taktraten der CPU-NB und des Uncore-Bereichs mit wenigen Handgriffen anzuheben.

Die CPU-NB-Taktfrequenz ist unter verschiedenen Namen im BIOS/UEFI zu finden, gängige Begriffe sind „CPU/NB Frequency" (Asus), „CPU NorthBridge Freq." (Gigabyte) und „Adjust CPU-NB Ratio" (MSI). Anders als der Kerntakt lässt sich dieser Bestandteil des Prozessors nur über einen ganzzahligen Multiplikator übertakten, halbe Multiplikatorschritte stehen nicht zur Verfügung.



Der Uncore-Takt bei Sockel-1366-Systemen lässt sich unter Bezeichnungen wie „UCLK Frequency" (Asus), „Uncore Clock Ratio" (Gigabyte) und „Uncore Ratio" (MSI) anheben. Die Justierung erfolgt ebenfalls mittels ganzzahliger Multiplikatoren.

Das grafisch anspruchsvolle Battlefield 3 ist selbst mit einer übertakteten Geforce GTX 580 in 1.680 x 1.050 GPU-limitiert – CPU-Overclocking bringt daher wenig.

Infrastruktur

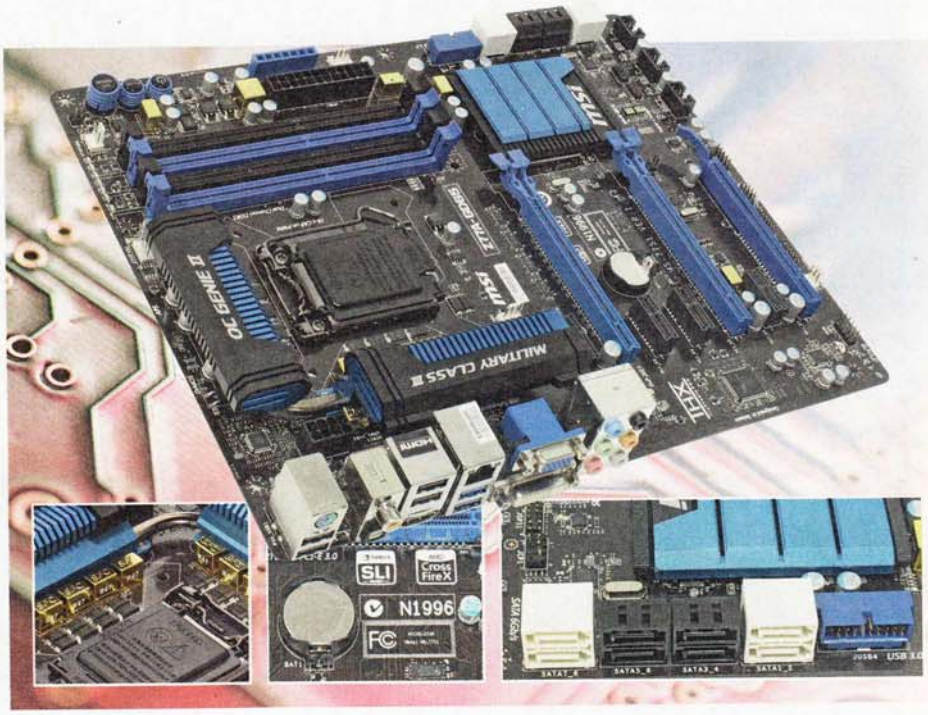
Mainboards, RAM, Festplatten, SSDs, Gehäuse, Netzteile, Notebooks www.pcgameshardware.de/hardware

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

Kommentar

„Sind Smartphones und Tablets eine echte Alternative zum Spiele-PC?"

Aktuelle Android-Smartphones und iPhones eignen sich nicht nur zum Telefonieren, Simsen, Surfen, Navigieren, Fotografieren, Musikhören oder um persönliche Daten preiszugeben, sondern auch für Spiele. Neben vielen optisch schlichten Knobeltiteln gibt es aufwendige Topspiele wie den Shooter *Shadowgun* (Bild unten) oder *Galaxy on Fire 2*, das dank des riesigen Universums sehr viele unterhaltsame Spielstunden liefert. Beide Titel bieten eine Grafik, die den meisten Spielen auf Nintendo DS oder Wii überlegen ist. Zudem eignen sich manche Tablets wie das Asus Transformer Prime für den Einsatz am Fernseher – inklusive Controller – und treten so in Konkurrenz zu Spielekonsolen. Doch obwohl Fans die Grafikleistung des iPhone 4S oder die schnellen Dualcore-CPUs in neuen Smartphones und Tablets preisen – technisch liegen noch Welten zwischen so einem kleinen Tausendsassa und aktuellen Spiele-PCs. Zudem profitieren Smartphone-Spiele von der geringen Display-Größe: Auf einem PC-Bildschirm würde man grobe Pixelkanten und matschige Texturen erkennen. Ich denke daher, dass sich Smartphones/Tablets und Spiele-PCs ergänzen: Erstere zum kurzen Spielen unterwegs, Zweitere für lange, optisch beeindruckende Spielstunden daheim. Eine Auswahl der besten Smartphone- und Tablet-Spiele finden Sie daher in unserem neuen Magazin Pad & Phone.



Unter der Lupe: MSI Z77A-GD65

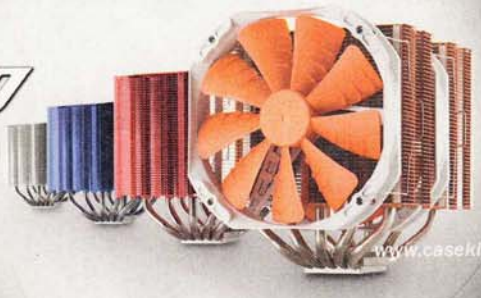
Mit dem Z77A-GD65 von MSI konnten wir bereits das erste Sockel-1155-Board mit Intels neuer Chip-Generation begutachten.

Die wichtigsten Neuerungen: Das MSI Z77A-GD65 benötigt dank neuem Chip keine Zusatz-Controller für die internen sowie die beiden externen USB-3.0-Anschlüsse. Zudem werden offiziell die neuen Ivy-Bridge-CPUs unterstützt, die voraussichtlich ab April erhältlich sind. Zwar eignen sich auch bisherige Sockel-1155-Boards mit Z68-, P67-, H67- oder H61-Chip für Ivy Bridge, allerdings ist dann jeweils ein UEFI-Update fällig und dabei gibt es noch Probleme, an denen die Hersteller derzeit arbeiten.

Ansonsten bietet das MSI Z77A-GD65 alle wichtigen Merkmale eines High-End-Boards: Dank Power- sowie Reset-Schalter auf der Platine lässt sich das Z77A-GD65 auch ohne Gehäuse nutzen. Neben den vier SATA-3Gb/s- und zwei SATA-6-Gb/s-Ports, die vom Intel-Chip stammen, werden per Zusatz-Controller zwei weitere 6Gb/s-Anschlüsse geboten. Erfahrene Übertakter freuen sich über die komfortablen Spannungsmesspunkte; Overclocking-Neulinge nutzen hingegen den Auto-OC-Schalter. Um die Qualität der verwendeten Bauteile zu veranschaulichen, hat MSI diese golden gefärbt. Die integrierte Grafikeinheit des Prozessors kann per DVI, HDMI oder D-Sub genutzt werden. Lucid Virtu (Zusammenarbeit zwischen CPU-Grafikeinheit und Grafikkarte), SLI, Crossfire sowie PCI-Express 3.0 werden ebenfalls unterstützt. Wir rechnen damit, dass das MSI Z77A-GD65 noch im Januar erhältlich ist. *(dm)*

CASEKING.de
präsentiert:
Phanteks PH-TC14PE CPU-Kühler Serie
- Dual-Tower Design und patentierte Beschichtung für maximale Kühlleistung
- fünf Heatpipes mit 8mm Durchmesser
- zwei Phanteks PH-F140 Premium 140mm Lüfter im Lieferumfang enthalten (auch separat erhältlich)

Kalt ist nicht Genug
PHANTEKS
www.caseking.de/phanteks



Test: Gaming-Notebook

Mit dem Qosmio X770 bietet Toshiba eine mobile Gaming-Plattform mit teils sehr innovativen Features an. Wir haben den Praxistest gemacht.

Produktname	Qosmio X770-11C
Hersteller (Webseite)	Toshiba (www.toshiba.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.450,-/befriedigend
Bezugsquelle	www.pcgh.de/preis/683424
Ausstattung (20 %)	**1,90**
Arbeitsspeicher	2 x 4 GByte DDR3-1333
Prozessor/Chipsatz	Intel Core i7 2720QM (2,2 GHz, 4 Kerne, 8 Threads)
Grafikchip	Nvidia Geforce GTX 560M
Grafikspeicher/Anbindung	1.536 MiByte GDDR5 (1500 MHz)/192 Bit
Festplatte	Seagate 500 GByte Hybridfestplatte (4 GByte Flashspeicher) 7200 U/min + Toshiba 500 GByte HDD 7200 U/min
Optisches Laufwerk	Blu-ray-Laufwerk
LCD, Spiegelung	17,3 Zoll (1.920 x 1.080) mit 3D Vision 2, stark
Akku/Gewicht inkl. Akku	47 Wattstunden/3,4 Kilogramm
Kommunikation	GBit-Ethernet, WLAN b/g/n, Bluetooth, 1,3-MP-Webcam
Eigenschaften (20 %)	**1,73**
Zubehör/Software	Windows 7 Home Premium x64, 3D-Vision-2-Shutterbrille
Anschlüsse	1 x USB 3.0, 3 x USB 2.0, LAN, HDMI, VGA
Ergonomie	Guter Druckpunkt, präzises Pad, Numpad
Haptik (Verarb./Stabilität, Look & Feel)	Gute Verarbeitung, kompaktes und modernes Design
Leistung (60 %)	**2,94**
Cinebench 11.5 (64 Bit)/x264 4.0	5,37 Punkte/27,83 Fps
Crysis W. 720p (kein AA/AF; 4x MSAA/16:1 AF)	28 Fps; 21 Fps
Anno 1404 720p (kein AA/AF; 4x MSAA/16:1)	41 Fps; 41 Fps
Akkulaufz. 80 cd/m²/Crysis War. Max. cd/m²	95 Min. (1:35 h)/22 Min (0:22 h)
Lautheit 2D/Leichte Last/Crysis W. Loop	1,0/1,7/4,4 Sone
Datenträger: Lesen, Zugriff (HD Tach)	89,4 MBytes/s; 1,3 Millisekunden
LCD: Reaktionszeit; Regelbereich	20 Millisekunden; 15 bis 140 cd/m²
LCD: Helligkeitsverteilung, Interpolation	Gut (2,5), Gut (2,0)
Klangqualität Lautsprecher	Gut (2,0)
FAZIT	⊕ 3D-Support ⊖ Akkulaufzeit zu kurz ⊖ Bei Volllast sehr laut Wertung: **2,49**

Das Toshiba Qosmio X770 besticht auf den ersten Blick durch ein individuelles Kunststoffgehäuse in Schwarz-Metallic mit roten Designelementen. Das Herzstück bildet der Geforce-GTX-560-M-Grafikprozessor. In Verbindung mit dem Intel-Core-i7-2720QM-Prozessor (4 Kerne à 2,2 GHz) erreicht das Qosmio X770 in *Anno 1404* und *Crysis Warhead* spielbare Fps-Raten. In puncto Speicher werden 8 GiByte DDR3-1333-Arbeitsspeicher und zwei 500-GByte-Festplatten von Seagate und Toshiba geboten, wobei es sich bei dem Modell von Seagate um eine Hybridfestplatte mit 4 GByte Flashspeicher handelt.

Sehr innovativ ist das 17-Zoll-Display, das mit 120 Hertz und 3D-Vision-2-Unterstützung aufwartet. Der Empfänger für 3D Vision 2 wurde erfreulicherweise direkt in das Display integriert und eine 3D-Vision-2-Brille gehört zum Lieferumfang. Der 3D-Betrieb konnte in unserem Praxistest mit *Crysis 2* durchaus überzeugen. Sehr beachtlich ist außerdem die Reaktionszeit von lediglich 20 Millisekunden, damit sind Schlieren kaum sichtbar.

Den Schwachpunkt des Qosmio X770 bildet der 47-Wattstunden-Akku. Im 3D-Betrieb ermöglichte dieser nur eine Laufzeit von 22 Minuten, wohingegen im 2D-Betrieb immerhin 95 Minuten erreicht wurden. Das mag daran liegen, dass sich die Taktraten der Grafikkarte auch im Akkubetrieb nicht reduzieren. Die Lautheit ist mit 1,0 Sone im 2D-Betrieb bereits zu laut und steigert sich unter Volllast auf störende 4,4 Sone. *(fas)*

AMD-RAM ausprobiert

CPU- und Grafikchip-Hersteller AMD bietet neuerdings auch DDR3-Speicher an. Wir haben die Module der Entertainment-Reihe geprüft.

Die RAM-Topreihe von AMD heißt Radeon und bietet bis zu DDR3-1866. Danach folgt die Performance-Reihe mit DDR3-1333 oder -1600 bei 1,35 bis 1,5 Volt. Zum Test stellte uns AMD leider nur ein Kit der dritten Kategorie: Das 8-GiByte-Pärchen der Entertainment-Reihe ist für DDR3-1600 bei 9-9-9-24 und 1,5 Volt vorgesehen; per SPD werden aber 9-9-9-28 geladen. In unserem OC-Test mit dem FX-8150 war CL8 nicht stabil; DDR3-1733 lief aber mit 1,65 Volt fehlerfrei. Das getestete Kit wird von Patriot hergestellt. *(dm)*

Octane mit OCZ-eigenem Controller

Nach der Übernahme von Indilinx bringt OCZ den neuen, hauseigenen Controller in den Octane- und Petrol-SSDs auf den Markt.

512 GByte fasst die von OCZ entsandte, noch nicht lieferbare Octane-SSD. Die komplette SATA-6,0-Gb/s-Reihe beinhaltet Ausbaustufen von 128 bis 1.024 GB. Die Ausstattung ist mager, bis auf ein Faltblatt und drei Jahre Garantie gibt OCZ bei der Octane nichts hinzu.

Dem Indilinx-Controller IDX300M00-BC, Codename Everest stehen 512 MiByte DRAM-Cache zur Seite, die Zugriffe auf die 16 Flash-Speicherchips puffern. Die maximalen Transferraten erreichen mit 538 (Lesen) und 360 MB/s (Schreiben) nicht ganz das von OCZ angegebene Niveau, dafür sind die Zugriffszeiten mit 0,04/0,05 (L/S) sehr niedrig. In den PCGH-Kopiertests 1 und 2 schafft die Octane nicht das Sandforce-2-Level, trumpft mit nur 67 Sekunden für 10 GiByte aber im Test mit komprimierten Daten auf und absolviert auch den Stresstest mit 136 Sekunden sehr flott. Die Leistungsaufnahme liegt bei akzeptablen 0,8 Watt im Leerlauf und hohen 4,4 Watt unter Volllast (IOMeter). *(cs)*

OCZ Octane (512 GByte)

FAZIT: Mit der ersten auf eigener Technik basierenden SSD stellt OCZ ein interessantes Produkt vor. Zusammen mit der günstigeren, auf asynchronem (SDR-)Flash basierenden Petrol-Reihe bieten sich hier attraktive Alternativen zu den Platzhirschen Sandforce, Intel, Marvell und Samsung.

Hersteller: **OCZ**
Web: **www.ocztechnology.com**
Preis: **Ca. € 770,-** | Preis-Leistung: **Ausreichend**

⊕ Gute bis sehr gute Leistung	Ausstattung	2,46
⊕ Großzügiger Speicherplatz	Eigenschaften	2,10
⊖ Hoher Preis	Leistung	1,84
	WERTUNG	**2,02**

DDR3-SO-DIMMs und DDR2-Arbeitsspeicher im Test

Bild: Aufbox

Speicherhunger stillen

Die niedrigen Preise für Arbeitsspeicher sind ideal, um das Notebook oder den Zweit-PC mit einem RAM-Upgrade zu versehen. Wir testen daher interessante Speicherkits mit 4 bis 16 GiByte Kapazität.

In Notebooks und einigen Mini-ITX-Mainboards kommt DDR3-SO-RAM zum Einsatz. Dabei handelt es sich um Speichermodule mit DDR3-Chips, die besonders kompakt sind: Mit 68 Millimeter Breite sind sie nur halb so breit wie gewöhnliche DDR3-Module.

Testfeld und Testmethodik

Damit sich die Sticks in Notebooks problemlos verbauen lassen, verzichten die Hersteller auf Kühlkörper. Eine Ausnahme ist Kingstons Hyper-X-Modellreihe, deren Module auf beiden Seiten mit dünnen Blechen ausgestattet sind (siehe Aufmacher). Leider erwischten wir bei unserem Testmuster offenbar ein defektes Modell, sodass die interessanten RAM-Sticks nicht in dieser Marktübersicht vertreten sind.

Bei den DDR2-Sticks testen wir die Auswirkung des Kühlers mit zwei Messfühlern pro Seite. Die Temperaturangaben in der Testtabelle sind gemittelte und auf 20 °C Raumtemperatur normierte Werte. Bei den DDR3-SO-DIMMs untersuchen wir, wie es um die automatische Konfiguration und Kompatibilität im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Notebooks bestellt ist (siehe Tabelle nächste Seite). Bei den Geräten von Asus und Sony haben wir den vorinstallierten Arbeitsspeicher entfernt, beim Medion-Gerät haben wir die Testprobanden zusätzlich zu den zwei vorinstallierten Modulen eingesetzt. Als Stresstest für die Latenz- und Overclocking-Tests dient Prime 95 Blend, das wir so konfigurieren, dass nahezu jedes nicht Windows 7 zugewiesene Megabyte genutzt wird. Die Timings testen wir schrittweise aus, indem wir abwechselnd die CAS- und RP-Latenz und dann die RCD-Latenz um eine Stufe und die RAS-Latenz um drei Schritte senken. Beispiel: 9-9-9-27, dann 8-9-8-27, dann 8-8-8-24 und so weiter.

Mehr zu den Testsystemen erfahren Sie im Extrakasten auf der Folgeseite. Alle Sticks wurden als Kits mit zwei Riegeln getestet – auch RAM-Module, die nur einzeln und nicht als Set angeboten werden. Die Testmuster stammen von den jeweiligen Herstellern, lediglich die Speicherstäbchen von Avexir und Mach Xtreme haben wir über den Händler Caseking bezogen.

DDR2-RAM

Kingston HyperX KHX8500D2T1K2/4G: Schnell und kühl. Die beiden für DDR2-1066 spezifizierten 2-GiByte-Module lassen sich stabil auf 550 MHz übertakten, den höchsten Wert im DDR2-Testfeld. Im DDR2-800-Betrieb sind die Latenzen 4-4-4-12 drin. Für Übertakter ist dieses 4-GiByte-Kit daher am besten geeignet, da auch die Kühlleistung stimmt (36,3 °C). Weniger schön: Die Standardspannung liegt mit 2,2 Volt über der offiziellen DDR2-Vorgabe (1,8 Volt) und aufgrund des ausladenden Kühlers passen die 6,1 Zentimeter hohen Sticks nicht unter große Kühlkörper.

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/02-12

Crucial Ballistix BL2KIT25664AA80E: Gut und günstig. Die im Online-Shop von Crucial (www.crucial.com) erhältlichen zwei 2-GiByte-Module sind für die Latenzen 5-5-5-12 bei 400 MHz (DDR2-800) spezifiziert. Den Stabilitätstest absolvieren die RAM-Riegel allerdings als einziges DDR2-800-Pärchen im Test auch bei 4-4-4-12. Die schwarzen Heatspreader sorgen für niedrige Temperaturen (41,5 °C), ohne die Höhe der Sticks zu beeinflussen. Der stabile Maximaltakt bei 1,9 Volt beträgt 450 MHz, was einer 13-prozentigen Steigerung entspricht.

G.Skill F2-6400CL5D-4GNPQ: DDR2-800-Kit mit dem größten OC-Reserven. Mit einem Maximaltakt von 480 MHz ermöglicht das G.Skill-Kit

DDR3-SO-DIMMs: Kompatibilität und automatisch eingestellte Timings bei unterschiedlichen Notebooks

Notebook	Asus K53TA	Sony Vaio VPCEB2C5E	Medion Erazer X6819
CPU mit RAM-Controller	AMD A6-3400M	Core i5-520M*	Core i7-2720QM
Installiertes RAM bei Auslieferung	1 x 4 GiByte Hyundai HMT351S6BFR8C-H9	2 x 2 GiByte Kingston SNY1333D3S9DR8/2G	2 x 2 GiByte Hyundai HMT325S6CFR8C-H9
Anzahl der RAM-Slots	2 Stück	2 Stück	4 Stück (davon 2 von unten zugänglich)
Corsair Vengeance CMSX8GX3M2A1866C10	666 MHz, 9-7-7-20	533 MHz, 6-6-6-16	666 MHz, 9-9-9-24
Crucial CT51264BC1339	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 7-7-7-20	666 MHz, 9-9-9-24
Adata Premier AD3S1333C4G9-2	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 7-7-7-20	666 MHz, 9-9-9-24
Corsair CMSX8GX3M2A1600C9	666 MHz, 9-8-8-20	533 MHz, 6-6-6-16	666 MHz, 9-9-9-24
G.Skill F3-10666CL9D-8GBSQ	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 7-7-7-20	666 MHz, 9-9-9-24
Mach Xtreme MXD3N10668GK	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 8-8-8-20	666 MHz, 9-9-9-24
Adata Premier AD3S1333W8G9-R	666 MHz, 9-9-9-24	Kein Windows-Boot*	666 MHz, 9-9-9-24
Corsair Value Select CMSO8GX3M2A1333C9	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 7-7-7-20	666 MHz, 9-9-9-24
Corsair Value Select CMSO8GX3M1A1333C9	Grafikfehler, kein Windows-Boot	Kein Windows-Boot*	666 MHz, 9-9-9-24
Mach Xtreme MXD3N13338GK	666 MHz, 9-9-9-24	533 MHz, 8-8-8-20	666 MHz, 9-9-9-24

* Intel sieht maximal 8 GiByte beim Einsatz zweier Module vor.

prozentual die stärkste Übertaktung aller DDR2-800-Pärchen. Bei den Latenzen gibt es allerdings keinen Spielraum nach unten: 4-5-4-15 sorgen für Abstürze, 5-5-5-15 laufen allerdings stabil. Trotz des kompakten Kühlkörpers bleiben die zwei 2-GiByte-Module mit 36,3 °C erstaunlich kühl. Nur die Kingston-Sticks mit deutlich größeren Heatspreadern bringen es auf die gleichen guten Werte.

Adata Premier AD2U800B2G6-2: Auf dem Papier das langsamste DDR2-800-Kit. Adata spezifiziert die Sticks nur für eine CAS-Latenz von 6, im SPD-EEPROM sind die Werte 6-6-6-18 einprogrammiert. Die flotteren Timings 5-5-5-15 sind aber kein Problem für das 4-GiByte-Kit. Aufgrund des fehlenden Kühlkörpers werden die Module mit 44,6 °C relativ warm. Im OC-Test ist bereits bei 420 MHz Speichertakt (DDR2-840) Schluss.

Avexir AVD2U08000502G-1SW: DDR2-800-Sticks mit Besonderheit. Bei diesen als Einzelmodule erhältlichen RAM-Sticks sitzen alle Speicherbausteine nur auf einer Seite des PCBs. Bei der Temperaturmessung haben wir daher nur zwei statt vier Sensoren verwendet und damit 41,7 °C ermittelt – ein angesichts des einfachen Kühlers glaubhafter Wert. Tuning-Möglichkeiten gibt es bei den Avexir-Sticks nicht, bereits eine Absenkung der RAS-Latenz von 18 auf 15 sorgt dafür, dass der höchstmögliche stabile Takt nur noch 390 MHz (DDR2-780) beträgt.

Mach Xtreme Technology MXD2-C8002GS: 2-GiByte-Sticks für je 25 Euro. Die goldenen Heatspreader sorgen nicht für den erhofften Kühleffekt, die Temperaturen liegen sogar über den Werten der Adata-Sticks ohne Heatspreader. Hierfür können zwar die verwendeten Speicherchips oder das PCB (mit-)verantwortlich sein, wir vermuten allerdings, dass der schlechte Halt der Kühler die Ursache ist. Selbst nach manuellem Andrücken löst sich das Blech nach einiger Zeit von manchen Speicherchips. Davon abgesehen halten die Sticks, was der Hersteller verspricht, und laufen bei den spezifizierten Werten (DDR2-800, 5-5-5-18 bei 1,8 V) stabil. Der Maximaltakt beträgt 410 MHz (DDR2-820).

DDR3-SO-RAM

Corsair Vengeance CMSX8GC-3M2A1866C10: Superschnelles DDR3-SO-Kit. Das Kit ist für DDR3-1866-Takt spezifiziert und bringt damit sogar unser für SO-DIMMs recht gut geeignetes Testsystem (siehe Extrakasten) ins Schwitzen. Da der Speichercontroller unserer Phenom-II-X4-CPU bei rund 900 MHz aussteigt, können wir zwar nicht bestätigen, ob die Sticks den DDR3-1866-Takt tatsächlich stabil bewältigen, da wir aber kurzzeitig 920 MHz (DDR3-1840) für einen Screenshot erreicht haben und die Sticks im DDR3-1066-Modus mit den flotten Timings 6-6-6-18 laufen, spricht einiges dafür. Als einziges Kit ließen sich die Corsair-Riegel sogar noch bei den Latenzen 5-6-5-18 zum Start bewegen, Prime 95 entlarvte die Werte bei 1,5 Volt aber als instabil. Damit schnappen sich die Vengeance-Module den Top-Produkt-Award. Eine Kaufempfehlung können wir aber nur High-End-Fans aussprechen, die eines der wenigen Systeme besitzen, das SO-DIMMs mit 933 MHz (DDR3-1866) stabil betreiben kann. ▷

Die Testplattformen: Sockel AM3 und 775

Für diesen Test haben wir neben Notebooks (siehe oben) zwei Mainboards verwendet.

Asus M4A88T-I Deluxe (880G)

Gigabyte EP45-Extreme (P45)

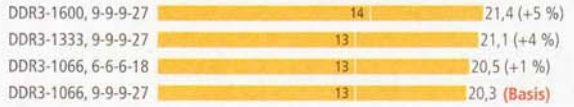
Mit dem Asus M4A88T-I Deluxe haben wir die DDR3-SO-Sticks getestet. Das Board bietet Teiler für DDR3-800/1066/1333/1600 sowie Einstellmöglichkeiten für alle relevanten Spannungen. Mit angehobenem Referenztakt lassen sich so rund 900 MHz (DDR3-1800) erreichen, darüber hinaus limitiert der Speichercontroller des Phenom II X4 910e selbst bei starkem CPU-NB-Overvolting. Die DDR2-Riegel haben wir mit dem Gigabyte EP45-Extreme getestet. Für mehr Spielraum beim FSB- und RAM-Takt haben wir die MCH-Spannung auf 1,26 Volt angehoben – Standard sind 1,1 Volt.

Spiele: Bis zu 5 % schneller durch DDR3-1600

TES 5 – Skyrim „Weißlauf" – 1.680 x 1.050, max. Details, kein AA, 16:1 AF

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

Starcraft 2 „2 on 2 Replay" – 1.680 x 1.050, max. Details, DX9, kein AA, 16:1 AF



Bedingt spielbar von 15 – 30 Fps · Flüssig spielbar ab 30 Fps

System: Phenom II X4 910e, 2 x 2 GiB DDR3-RAM, GTX 580 @ 810/1.620/1.025 MHz; Win 7 x64, Geforce 285.79 (Q) **Bemerkungen:** DDR3-1600 bringt gegenüber DDR3-1066 3 bis 5 Prozent Mehrleistung. Latenz-Tuning bringt nur 1 bis 2 Prozent zusätzlich.

Min. Ø Fps
▶ Besser

7-Zip: DDR3-1600 ist 3 % flotter als DDR3-1066

7-Zip v9.20, Komprimierung

System: Phenom II X4 910e, 2 x 2 GiB DDR3-RAM, GTX 580 @ 810/1.620/1.025 MHz; Win 7 x64, Geforce 285.79 (Q) **Bemerkungen:** Wie in Spielen ist auch in Anwendungen der Vorteil hoher Taktraten gering ausgeprägt: DDR3-1600 beschleunigt um 3 Prozent.

KB/s
▶ Besser

Crucial CT51264BC1339: DDR3-1333-Sticks mit OC-Potenzial. Die für 16 Euro pro 4-GiByte-Stick erhältlichen Crucial-Module sind nicht nur sehr günstig, sondern auch für Tuning-Vorhaben gut geeignet. Im Takt- und Latenztest schneiden die mit Micron-D9PFJ-Chips bestückten Module mit 6-7-6-21 im DDR3-1066-Modus und 850 MHz (DDR3-1700) Maximaltakt toll ab. Angesichts dieser Ergebnisse ist das Preis-Leistungs-Verhältnis sehr gut – wir vergeben daher einen Spar-Tipp-Award.

Adata Premier AD3S1333C4G9-2: Viel Speicher für wenig Geld. Für das 8-GiByte-Kit werden 35 Euro fällig. Dafür bekommen Sie zwei Module, die für DDR3-1333 CL9 freigegeben sind. Tatsächlich können die Adata-Riegel aber noch deutlich mehr: Bei 533 MHz (DDR3-1066) laufen die knappen Timings 6-6-6-18 stabil, der Maximaltakt liegt bei 830 MHz (DDR3-1660). Daher ist auch dieses DDR3-SO-Kit für Sparfüchse empfehlenswert.

Corsair Vengeance CMS8GX-3M2A1600C9: Der kleine Bruder des Testsiegers. Wie das bestplatzierte DDR3-SO-Kit sind diese Corsair-Module mit einem schwarzen PCB ausgestattet und wirken sehr edel. Lassen Sie sich vom schicken Aufkleber aber nicht täuschen: Auf den Speicherbausteinen sitzt kein Kühlkörper, die auf einer Seite angedeutete Wabenstruktur ist lediglich auf dem Papier aufgedruckt. Der Maximaltakt beträgt gute 840 MHz (DDR3-1680), trotz DDR3-1600-Spezifikation ist also noch etwas Spielraum nach oben. Im DDR3-1066-Test laufen 7-7-7-21 stabil, eine weitere Verkürzung führt allerdings zu Abstürzen. Bei diesem Kit kommen offensichtlich andere Chips als beim CMSX8GX3M2A1866C10 zum Einsatz, was sich auch auf den Preis auswirkt: Das DDR3-1600-RAM ist bereits für 40 Euro erhältlich.

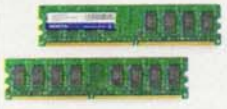
G.Skill F3-10666CL9D-8GBSQ: Der Preisbrecher mit 2 x 4 GiByte. Die Speicherpreise sind seit Monaten im Keller und G.Skill beweist es mit einem Pro-GiByte-Preis von unter 4 Euro wie kein anderer Hersteller im Testfeld. Dennoch sind auf den Modulen Chips verbaut, die moderates Übertakten ermöglichen: Der stabile Maximaltakt beträgt 750 MHz (DDR3-1500), im Tuning-Test haben sich die Werte 7-8-7-24 bei 533 MHz (DDR3-1066) als stabil herausgestellt. Für preisbewusste Käufer ist das G.Skill-Kit daher eine ausgezeichnete Wahl.

Mach Xtreme MXD3N10668GK: Der Overclocking-Geheimtipp für Wagemutige. Die zwei 4-GiByte-Riegel sind für lediglich 533 MHz (DDR3-1066) bei einer CAS-Latenz von 7 freigegeben, dem niedrigsten Takt im Testfeld. Im Overclocking-Test versetzten uns die Module allerdings ins Staunen: Der Maximaltakt beträgt 870 MHz (DDR3-1740), was einer 63-prozentigen Steigerung entspricht. Auch die flotten Timings 6-6-6-18 bei Standardtakt sind gute Werte. Mit etwas Glück erhalten Käufer dieses Mach-Xtreme-Kits also sehr tuningfreundliche Module, die mit DDR3-1333/1600-Kits mithalten können. Beachten Sie aber, dass es bei diesem Kit keine Chipgarantie gibt: Wenn Sie Pech haben, erwischen Sie ein DDR3-1066-Pärchen, das den Standardtakt bewältigt, aber nicht viel mehr.

DDR2-ARBEITSSPEICHER

Produkt	Hyper X	Ballistix	F2-6400CL5D-4GBPQ
Hersteller, Webseite	Kingston, kingston.com	Crucial, crucial.com	G.Skill, gskill.com
Produktnummer	KHX8500D2T1K2/4G	BL2KIT25664AA80E	F2-6400CL5D-4GBPQ
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 60,-/befriedigend	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 50,-/befriedigend
Preis pro GiByte	Ca. € 15,-	Ca. € 10,-	Ca. € 12,50
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/382756	Nicht gelistet	www.pcgh.de/preis/235798
Kühlkörper/Ragt über PCB hinaus	Hohe Kühlrippen/ja	Standard-Heatspreader/nein	Standard-Heatspreader/ja
Ausstattung	Garantieblatt mit Anleitung	Anleitung	Aufkleber (G.Skill-Logo)
Infos auf Aufkleber	Takt, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung	Takt, Latenzen, Spannung
Kapazität	2 x 2 GiByte	2 x 2 GiByte	2 x 2 GiByte
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR2-1066	DDR2-800	DDR2-800
Vom Hersteller garantierte Latenzen	5-x-x-x (keine Herstellerangabe)	5-5-5-12	5-5-5-15
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	2,2 Volt	1,8 Volt	1,8 bis 1,9 Volt
SPD (Profilanzahl/Höchster Takt)	3/DDR2-800, 5-5-5-18, 1,8 V	2/DDR2-800, 5-5-5-18, 1,8 V	2/DDR2-800, 5-5-5-15, 1,8 V
EPP-Werte (in BIOS auswählbar)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Temp. (Prime 95, DDR2-800, 6-6-6-18, 1,8 V)	36,3 °C	41,5 °C	36,3 °C
Höhe mit Kühler	6,1 cm	2,9 cm	3,2 cm
Breite mit Kühler	0,8 cm	0,6 cm	0,7 cm
Stabile Latenzen (DDR2-800, 2T, spezifiz. Spann.)	4-4-4-12 bei 2,2 Volt	4-4-4-12 bei 1,8 Volt	5-5-5-15 bei 1,8 Volt
Maximaltakt (5-5-5-15, 2T, +0,1 Volt)	550 MHz (+3 %) bei 2,3 Volt	450 MHz (+13 %) bei 1,9 Volt	480 MHz (+20 %) bei 1,9 Volt
Anmerkung	–	–	Minimallatenzen bei 1,8/1,9 V gleich, Maximaltakt bei 1,9/2,0 V gleich
FAZIT	+ DDR2-1066 garantiert + Bleibt kühl, hoher Maximaltakt – Extrem hoher Kühlkörper, Preis ★★★★½	+ Recht günstig + Etwas OC-Reserven + Kompakter Kühlkörper ★★★½☆	+ Etwas OC-Reserven + Bleibt kühl + Kompakter Kühlkörper ★★★½☆

DDR2-ARBEITSSPEICHER



Produkt	Premier	AVD2U08000502G-1SW	MXD2C8002GS
Hersteller, Webseite	Adata, adata-group.com	Avexir, avexir.com	Mach Xtreme Technology, mx-technology.com
Produktnummer	AD2U800B2G6-2	AVD2U08000502G-1SW	MXD2C8002GS
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 45,-/befriedigend	Ca. € 25,-/befriedigend	Ca. € 25,-/befriedigend
Preis pro GiByte	Ca. € 11,25	Ca. € 12,50	Ca. € 12,50
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/537278	www.pcgh.de/preis/691593	www.pcgh.de/preis/574603
Kühlkörper/Ragt über PCB hinaus	Nicht vorhanden/-	Standard-Heatspreader/nein	Standard-Heatspreader/nein
Ausstattung	Garantieblatt mit Anleitung	Garantieblatt	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	Takt, CAS-Latenz	Takt, CAS-Latenz, Spannung	Takt
Kapazität	2 x 2 GiByte	1 x 2 GiByte	1 x 2 GiByte
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR2-800	DDR2-800	DDR2-800
Vom Hersteller garantierte Latenzen	6-x-x-x (keine Herstellerangabe)	5-x-x-x (keine Herstellerangabe)	5-x-x-x (keine Herstellerangabe)
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,8 Volt (+/- 0,1 Volt)	1,8 Volt	1,8 Volt
SPD (Profilanzahl/Höchster Takt)	3/DDR2-800, 6-6-6-18, 1,8 V	3/DDR2-800, 5-5-5-18, 1,8 V	3/DDR2-800, 5-5-5-18, 1,8 V
EPP-Werte (in BIOS auswählbar)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Temp. (Prime 95, DDR2-800, 6-6-6-18, 1,8 V)	44,6 °C	41,7 °C	47,6 °C
Höhe mit Kühler	3,0 cm	3,0 cm	3,0 cm
Breite mit Kühler	0,3 cm	0,6 cm	0,6 cm
Stabile Latenzen (DDR2-800, 2T, spezifiz. Spann.)	5-5-5-15 bei 1,8 Volt	5-5-5-15 bei 1,8 Volt	5-5-5-15 bei 1,8 Volt
Maximaltakt (5-5-5-15, 2T, +0,1 Volt)	420 MHz (+5 %) bei 1,9 Volt	390 MHz (0 %) bei 1,9 Volt	410 MHz (+3 %) bei 1,9 Volt
Anmerkung	Maximaltakt bei 2,0 V stabiler (Crash bei 430 MHz später als bei 1,9 V)	Mehr Spannung nutzlos, wir empfehlen eine RAS-Latenz von 18 für DDR2-800	–
FAZIT	– Nur CL6 garantiert – Kein Kühlblech – Kaum OC-Reserven ★★½☆☆	+ Einzelmodule erhältlich + Kompakter Kühlkörper – Keine OC-Reserven ★★½☆☆	+ Kompakter Kühlkörper … – … mit Haftungsproblemen – Kaum OC-Reserven ★★½☆☆

* Core 2 Extreme QX9650, Gigabyte EP45-Extreme, Geforce GTX 580, Scythe Rasetsu @ 1.250 U/min; Win 7, Stresstest Prime 95

Adata Premier AD3S1333W8G9-R: Brandneue 8-GiByte-Module. Die zweiten DDR3-SO-DIMMs von Adata sind brandneu und waren zum Testzeitpunkt noch nicht im Handel verfügbar – die Preisangabe von 135 Euro ist daher ein vorläufiger Wert von Händlern, die die Sticks im Preisvergleich bereits gelistet haben. Die 8-GiByte-Module bieten mit bis zu 800 MHz (DDR3-1600) ordentliche Tuning-Reserven und schlagen sich besser als einige 4-GiByte-Riegel – das ist bei hohen Kapazitäten nicht selbstverständlich.

Corsair Value Select CMSO8GX3-M2A1333C9: 2 x 4 GiByte ohne Besonderheiten. Das für DDR3-1333-Takt spezifizierte Kit lässt sich um 10 Prozent auf 730 MHz (DDR3-1460) übertakten. Die zwei Riegel kosten lediglich 35 Euro.

Corsair Value Select CMSO8GX-3M1A1333C9: 8-GiByte-Sticks mit Kompatibilitätsproblemen. Anders als mit dem Adata-Pärchen mit 2 x 8 GiByte war das Asus-Notebook K53TA mit dem Corsair-Set nicht zur Zusammenarbeit zu überreden. Nach dem Einsetzen waren Grafikfehler zu sehen und der Windows-Start scheiterte selbst mit nur einem Modul. Grundsätzlich laufen die Speichermonster allerdings stabil, mit 690 MHz (DDR3-1380) ist sogar etwas Overclocking möglich.

Mach Xtreme MXD3N13338GK: 2 x 4 GiByte DDR3-1333-RAM. Sowohl beim Latenz- als auch dem Overclocking-Test liegt das für 40 Euro erhältliche Kit eher am Ende des Testfelds. Die spezifizierten Werte laufen allerdings fehlerfrei. *(sw)*

Fazit

Marktübersicht DDR3-SO und DDR2

Jetzt ist ein guter Zeitpunkt, um das Notebook aufzurüsten: DDR3-SO-RAM ist sehr günstig, die Kompatibilität ist bei Kits mit 2 x 4 GiByte kein Problem. Auch DDR2-RAM ist derzeit (noch) zu fairen Preisen zu haben: Für 40 bis 50 Euro gibt es zwar nur 2 x 2 GiByte, für Spiele und alltägliche Anwendungen reicht dies aber aus. Schade: Die aktuellen DDR2-Chips sind bereits relativ stark ausgereizt, viel OC ist nicht drin.

DDR3-SO-ARBEITSSPEICHER

Produkt	Vengeance	CT51264BC1339	Premier	Vengeance	F3-10666CL9D-8GBSQ
Hersteller, Webseite	Corsair, corsair.com	Crucial, crucial.com	Adata, adata-group.com	Corsair, corsair.com	G.Skill, gskill.com
Produktnummer	CMSX8GX3M2A1866C10	CT51264BC1339	AD3S1333C4G9-2	CMSX8GX3M2A1600C9	F3-10666CL9D-8GBSQ
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 80,-/befriedigend	Ca. € 16,-/sehr gut	Ca. € 35,-/sehr gut	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 30,-/sehr gut
Preis pro GiByte	Ca. € 10,-	Ca. € 4,-	Ca. € 4,38	Ca. € 5,-	Ca. € 3,75
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/706241	www.pcgh.de/preis/612904	www.pcgh.de/preis/538484	www.pcgh.de/preis/706242	www.pcgh.de/preis/467611
Kühlkörper/Ragt über PCB hinaus	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-
Ausstattung	Nicht vorhanden	Garantieblatt mit Anleitung	Garantieblatt mit Anleitung	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	Nicht vorhanden	Takt	Takt, CAS-Latenz	Nicht vorhanden	Takt, Latenzen
Kapazität	2 x 4 GiByte	1 x 4 GiByte	2 x 4 GiByte	2 x 4 GiByte	2 x 4 GiByte
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-1866	DDR3-1333	DDR3-1333	DDR3-1600	DDR3-1333
Vom Hersteller garantierte Latenzen	10-10-10-27	9-x-x-x (keine Herstellerangabe)	9-x-x-x (keine Herstellerangabe)	9-9-9-24	9-9-9-24
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,5 Volt	1,5 Volt	1,5 Volt (+/- 0,075 Volt)	1,5 Volt	1,5 Volt
SPD (Profilanzahl/Profil für höchsten Takt)	3/DDR3-2050, 10-10-10-30, 1,5 V	6/DDR3-1522, 10-10-10-28, 1,5 V	5/DDR3-1370, 9-9-9-25, 1,5 V	3/DDR3-1600, 9-9-9-24, 1,5 V	5/DDR3-1370, 9-9-9-25, 1,5 V
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Stabile Latenzen (DDR3-1066, 2T, 1,5 Volt)	6-6-6-18	6-7-6-21	6-6-6-18	7-7-7-21	7-8-7-24
Maximaltakt (9-9-9-27, 2T, 1,5 Volt)	Ca. 900 MHz (RAM-Controller-Limit)	850 MHz (+28 %)	830 MHz (+25 %)	840 MHz (+5 %)	750 MHz (+13 %)
Anmerkung	Aufkleber auf Chips mit Kühler-Optik	Micron-D9PFJ-Chips		Aufkleber auf Chips mit Kühler-Optik	
FAZIT	⊕ DDR3-1866 garantiert ⊕ Latenzen bei DDR3-1066 ⊖ Teuer	⊕ Günstig ⊕ Viel OC-Reserven ⊕ Latenzen bei DDR3-1066	⊕ Sehr gutes P/L-Verhältnis ⊕ Latenzen bei DDR3-1066 ⊕ Viel OC-Reserven	⊕ DDR3-1600 garantiert ⊕ Günstig ⊕ Hoher Maximaltakt	⊕ Sehr gutes P/L-Verhältnis ⊕ Trotz Tiefpreis etwas OC-Reserven
	★★★★½	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★½★

DDR3-SO-ARBEITSSPEICHER

Produkt	MXD3N10668GK	Premier	Value Select	Value Select	MXD3N13338GK
Hersteller, Webseite	Mach Xtreme Technology, mx-technology.com	Adata, adata-group.com	Corsair, corsair.com	Corsair, corsair.com	Mach Xtreme Technology, mx-technology.com
Produktnummer	MXD3N10668GK	AD3S1333W8G9-R	CMSO8GX3M2A1333C9	CMSO8GX3M1A1333C9	MXD3N13338GK
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 135,- (vorläufig)/ausreichend	Ca. € 35,-/gut	Ca. € 75,-/befriedigend	Ca. € 40,-/gut
Preis pro GiByte	Ca. € 5,-	Ca. € 16,88	Ca. € 4,38	Ca. € 9,38	Ca. € 5,-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/672615	www.pcgh.de/preis/708283	www.pcgh.de/preis/486380	www.pcgh.de/preis/688172	www.pcgh.de/preis/672591
Kühlkörper/Ragt über PCB hinaus	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-	Nicht vorhanden/-
Ausstattung	Nicht vorhanden	Garantieblatt mit Anleitung	Anleitung	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Infos auf Aufkleber	CAS-Latenz	Takt, CAS-Latenz	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	CAS-Latenz
Kapazität	2 x 4 GiByte	1 x 8 GiByte	2 x 4 GiByte	1 x 8 GiByte	2 x 4 GiByte
Vom Hersteller garantierter Takt	DDR3-1066	DDR3-1333	DDR3-1333	DDR3-1333	DDR3-1333
Vom Hersteller garantierte Latenzen	7-x-x-x (Aufkleber: 9-x-x-x)	9-x-x-x (keine Herstellerangabe)	9-9-9-24	9-9-9-24	9-x-x-x (keine Herstellerangabe)
Vom Hersteller vorgesehene Spannung	1,5 Volt	1,5 Volt (+/- 0,075 Volt)	1,5 Volt	1,5 Volt	1,5 Volt
SPD (Profilanzahl/Profil für höchsten Takt)	4/DDR3-1333, 9-9-9-24, 1,5 V	5/DDR3-1370, 9-9-9-25, 1,5 V	4/DDR3-1370, 9-9-9-25, 1,5 V	3/DDR3-1370, 9-9-9-25, 1,5 V	4/DDR3-1333, 9-9-9-24, 1,5 V
XMP-Werte (in BIOS/UEFI auswählbar)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Stabile Latenzen (DDR3-1066, 2T, 1,5 Volt)	6-6-6-18 bei 1,5 Volt	6-6-6-18 bei 1,5 Volt	7-7-7-21	7-7-7-21	8-8-8-24
Maximaltakt (9-9-9-27, 2T, 1,5 Volt)	870 MHz (+63 %) bei 1,5 Volt	800 MHz (20 %) bei 1,5 Volt	730 MHz (+10 %)	690 MHz (+4 %)	720 MHz (+8 %)
Anmerkung	Gleiches SPD wie MXD3N13338GK	–	–	Probleme mit Asus-Notebook (S. 81)	Gleiches SPD wie MXD3N10668GK
FAZIT	⊕ Günstig ⊕ Viel OC-Reserven ⊖ Nur DDR3-1066 garantiert	⊕ Sehr hohe Kapazität ⊕ Viel OC-Reserven ⊖ Teuer	⊕ Günstig ⊖ Wenig OC-Reserven	⊕ Sehr hohe Kapazität ⊖ Teuer ⊖ Wenig OC-Reserven	⊕ Günstig ⊖ Latenzen bei DDR3-1066 ⊖ Wenig OC-Reserven
	★★★½★	★★★½★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

* Testsystem: Phenom II X4 910e, Asus M4A88T-I Deluxe, Scythe Rasetsu @ 1.250 U/min, GTX 580; Win 7, Prime 95

Zehn effiziente Netzteile von 300 bis 1.300 Watt im PCGH-Test

Netzteile ab 300 Watt

Ein hoher Wirkungsgrad wird auch bei Netzteilen mit nur 300 Watt immer wichtiger. Wir testen die neuen Einsteigergeräte sowie preiswerte Mittelklasse-Boliden und echte High-End-Stromversorger.

Neben den klassischen Wattklassen um 600 Watt interessieren sich viele Leser auch für effiziente 300-Watt-Spannungswandler, die Office- oder HTPCs versorgen sollen. Erstmals können wir ein 300-Watt-Gerät mit 80-Plus-Gold-Wirkungsgrad testen und es gegen zwei Alternativen stellen. Im Bereich zwischen 580 und 800 Watt tummeln sich die nagelneuen Spannungswandler von Be quiet, FSP und OCZ. Natürlich schauen wir uns auch die neuen High-End-Netzteile von Seasonic sowie Cooler Master und Enermax an, die mühelos Multi-GPU-Systeme mit Strom versorgen könnten. Insgesamt testen wir zehn Netzteile in den Leistungsklassen von 300 bis 1.300 Watt.

Testmethoden

Wir bewerten unter anderem die Anzahl der Stecker und die Länge der Kabel. Zudem fließt das Platinenmaterial in die Note ein. Ebenfalls sehr wichtig ist die Effizienz eines Spannungswandlers; diese messen wir bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Auslastung. Dazu schließen wir alle Netzteile an eine Chroma 63103 an und simulieren vorher definierte Lasten für jede Stromschiene. Für die meisten Anwender ist die Lautheit ein wichtiges Kaufkriterium. Daher messen wir die Geräuschentwicklung bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Auslastung. Das Netzteil wird dazu nicht (!) ins Gehäuse eingebaut und auch nicht an das Hausstromnetz angeschlossen. Während der Effizienzmessung dokumentieren wir die Lüfterdrehzahl und stellen sie im schallarmen Raum für die Lautheitsmessung nach. Die Leistungsfaktorkorrektur (Power Factor Correction) und die Temperatur werden zwar mit den gleichen Auslastungswerten wie Lautheit und Effizienz gemessen, in der Testtabelle geben wir aber nur den niedrigsten und den höchsten Wert an. Seit Ausgabe 02/2011 untersuchen wir auch die Restwelligkeit (auch Ripple & Noise genannt) der Testkandidaten. Dabei fällt auf, dass einige Netzteile die Vorgaben aus dem „Intel Power Supply Design Guide" nicht einhalten. Die Messwerte der Restwelligkeit gehen zudem ab dieser Ausgabe ebenfalls in die Leistungsnote der Tests ein.

Huntkey Jumper 300G Planet3dnow-Edition: 300 Watt, 80 Plus Gold, aber nicht ganz billig. Unsere Kollegen der Webseite www.planet3dnow.de haben zusammen mit Huntkey ein effizientes 300-Watt-Netzteil entwickelt. Im Test zeigt das Jumper 300G das auch und arbeitet ab 20 Prozent Auslastung mit mehr als 90 Prozent Effizienz. Alle notwendigen Kabel inklusive einmal 6-Pin-PCI-Express in ausreichender Länge sind fest angebaut. Ein 120-Millimeter-Lüfter sorgt für sehr kühle Verhältnisse innerhalb des Netzteils. Allerdings arbeitet der Quirl ungeregelt und erzeugt durchgehend 1,2 Sone – dies ist in ruhiger Umgebung wahrnehmbar. Alle wichtigen Schutzschaltungen sowie gute bis sehr gute Komponenten sind im Huntkey Jumper 300G eingebaut. Beim Thema Restwelligkeit gibt es nichts auszusetzen, die Werte sind noch innerhalb der Spezifikationen. Fazit: Das Huntkey Jumper 300G Planet3dnow-Edition ist ein rundum gelungenes Produkt, doch für 300 Watt wird nicht jeder rund 65 Euro ausgeben wollen.

Cougar A300: Preiswertes 300-Watt-Gerät. Wir testen aus Cougars neuer A-Serie das 300-Watt-Modell, das mit rund 30 Euro recht günstig ist. Dafür gibt es im Gegensatz zum Huntkey Jumper 300G Planet3dnow-Edition auch „nur" 80 Plus Bronze. Der Wirkungsgrad liegt

Messungen der Restwelligkeit bzw. Ripple & Noise (zu hohe Werte rot markiert)

Hersteller/Netzteil	Ripple-and-Noise-Werte														
	10 % Last			20 % Last			50 % Last			80 % Last			100 % Last		
	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt	3,3 Volt	5 Volt	12 Volt
Be quiet Straight Pow. E9 CM 580W	16,6 mV	22,0 mV	22,2 mV	17,0 mV	22,8 mV	24,0 mV	17,2 mV	28,8 mV	35,2 mV	18,6 mV	23,6 mV	26,4 mV	19,6 mV	25,2 mV	28,0 mV
Cooler Master Silent Pro Hyb. 850W	05,0 mV	06,4 mV	08,4 mV	07,6 mV	07,6 mV	09,6 mV	12,8 mV	11,6 mV	13,8 mV	20,4 mV	16,8 mV	18,0 mV	24,8 mV	20,0 mV	21,2 mV
Corsair TX750M	11,6 mV	12,8 mV	12,4 mV	12,2 mV	14,2 mV	14,0 mV	18,8 mV	19,6 mV	19,8 mV	25,2 mV	22,0 mV	25,0 mV	28,8 mV	27,2 mV	32,0 mV
Cougar A300	09,2 mV	14,4 mV	17,2 mV	13,2 mV	16,8 mV	24,8 mV	16,4 mV	27,2 mV	34,4 mV	18,8 mV	39,6 mV	38,8 mV	22,8 mV	47,2 mV	44,0 mV
Enermax Max Revo 1350W	14,2 mV	14,4 mV	18,8 mV	21,2 mV	22,0 mV	31,2 mV	42,8 mV	46,4 mV	55,6 mV	62,4 mV	67,6 mV	72,8 mV	77,2 mV	75,2 mV	76,4 mV
FSP Aurum 750M	11,4 mV	12,6 mV	26,4 mV	13,2 mV	14,2 mV	27,0 mV	13,8 mV	15,2 mV	27,2 mV	14,0 mV	16,6 mV	29,0 mV	15,4 mV	22,2 mV	34,4 mV
Huntkey Jumper 300G P3DNow-Ed.	18,9 mV	18,4 mV	33,6 mV	27,8 mV	28,4 mV	36,4 mV	33,0 mV	33,6 mV	41,2 mV	47,8 mV	48,0 mV	46,8 mV	49,8 mV	49,9 mV	47,2 mV
LC-Power Silver Shield 300W	06,4 mV	06,8 mV	06,0 mV	06,6 mV	06,8 mV	07,6 mV	07,0 mV	07,2 mV	11,6 mV	08,4 mV	07,6 mV	14,4 mV	10,0 mV	08,0 mV	17,2 mV
OCZ ZS Series 650W	15,6 mV	13,6 mV	12,4 mV	16,0 mV	16,4 mV	17,2 mV	17,2 mV	32,0 mV	25,6 mV	19,6 mV	42,4 mV	34,8 mV	20,2 mV	48,4 mV	41,6 mV
Seasonic Platinum 1000W	10,0 mV	09,2 mV	20,4 mV	12,8 mV	11,2 mV	22,8 mV	17,0 mV	13,2 mV	33,8 mV	20,2 mV	14,8 mV	26,0 mV	21,8 mV	15,2 mV	38,4 mV
Grenzwerte: 3,3 Volt: 50,0 mV; 5 Volt: 50,0 mV; 12 Volt: 120,0 mV															

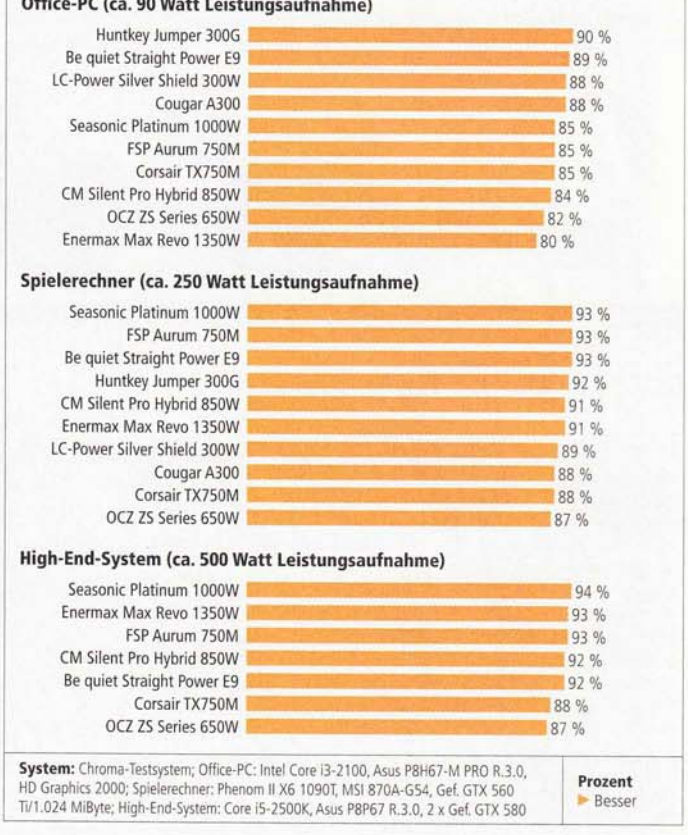
ab 20 Prozent Last bei 87 bis 90 Prozent – sehr gut für ein Bronze-Netzteil. Hinzu kommt, dass der Spannungswandler bis 80 Prozent Auslastung mit 0,2 bis 0,4 Sone sehr leise arbeitet, erst bei höherer Last steigt die Lautheit auf 1,3 bis 2,8 Sone – in ruhiger Umgebung störend. Eine geringe Einbautiefe von 14 Zentimetern sowie lange Anschlusskabel und die fünf wichtigen Schutzschaltungen sprechen für das A300. Die Restwelligkeit liegt auf allen Spannungsleitungen und in allen Lastzuständen innerhalb der Intel-Spezifikationen. Fazit: Das Cougar A300 bietet solide Leistung und kostet zudem nicht viel.

LC-Power Silver Shield 300W: 80 Plus Silber für rund 40 Euro. Das Silver Shield 300W schmückt sich zwar mit dem 80-Plus-Silber-Logo, doch die durch uns gemessenen Effizienzwerte liegen unter denen des Cougar A300 (80 Plus Bronze). Ab 20 Prozent Last erreicht das Netzteil 87 bis 89 Prozent Wirkungsgrad. Hinzu kommt eine schwache Leistungsfaktorkorrektur (0,757 bis 0,940). Neben den guten Ripple-Noise-Werten sticht das Silver Shield 300W unter den 300-Watt-Geräten durch seine geringe Lautheit hervor: Das Netzteil erzeugt 0,3 bis 0,5 und selbst bei Vollauslastung wird es nicht lauter als 0,7 Sone – das ist nur in ruhiger Umgebung noch wahrnehmbar. Dafür sind die Temperaturen mit maximal 36 Grad Celsius auch etwas höher als bei den anderen Testmustern, aber noch völlig unbedenklich. Die festen Anschlusskabel sind mit 40 bis 60 Zentimetern recht kurz. Fazit: Wer ein leises und preiswertes Netzteil für den HTPC sucht, sollte dem Silver Shield 300W von LC-Power eine Chance geben.

Be quiet Straight Power E9 580W: Rundum gelungenes Netzteil. Be quiet hat die Straight-Power-Serie überarbeitet und bietet mit Version E9 statt 80 Plus Silber nun Gold an. Damit liegt der Wirkungsgrad unseres 580-Watt-Modells ab 20 Prozent Last immer über 90 Prozent. Nur bei geringer Auslastung (ca. 60 Watt) erreicht das Straight Power E9 580W „nur" 85 Prozent Effizienz. Im Straight Power E9 kommt ein 135-Millimeter-Lüfter mit Silent-Wings-Technik zum Einsatz. Dadurch ist das Netzteil bis 50 Prozent Last mit 0,1 Sone im eingebauten Zustand praktisch nicht hörbar. Erst ab 80 Prozent Auslastung steigt die Lautheit auf sehr leise 0,4 Sone und bei Volllast sind es 1,2 Sone. Trotz der vermeintlich geringen Kühlleistung wird das Straight Power E9 nicht sehr warm: Wir messen maximal 27 Grad Celsius. Die Ausstattung des Modells mit modularem Kabelsystem ist gut bis sehr gut: Vier PCI-Express-Stecker erlauben sogar den Einsatz eines Multi-GPU-Systems und Kabellängen von 55 bis 90 Zentimetern sind für die meisten Gehäuse völlig ausreichend. Nur in einigen Towern mit gedrehtem Mainboard sind die 55 Zentimeter des ATX-Kabels recht knapp. Weder bei den eingebauten Schutzschaltungen noch bei der Restwelligkeit zeigt das Straight Power E9 Schwächen. Fazit: Das Be quiet Straight Power E9 580W ist ein gelungenes Netzteil mit hohem Wirkungsgrad, langer Garantiezeit und geringem Betriebsgeräusch.

FSP Aurum 750W: Sehr effizient, aber unter hoher Last zu laut. FSP produziert nicht nur Netzteile für andere Marken, sondern hat unter anderem mit der Aurum-Serie eigene Spannungswandler im ▷

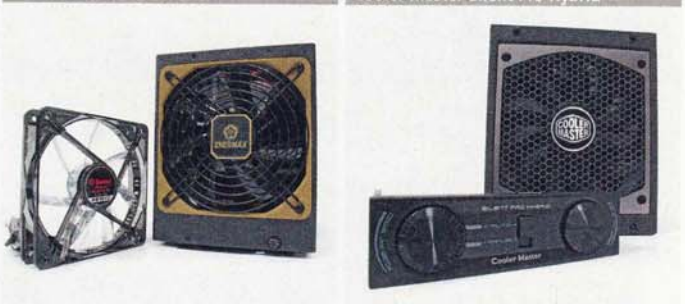
Effizienz in der Praxis



System: Chroma-Testsystem; Office-PC: Intel Core i3-2100, Asus P8H67-M PRO R.3.0, HD Graphics 2000; Spielerechner: Phenom II X6 1090T, MSI 870A-G54, Gef. GTX 560 Ti/1.024 MiByte; High-End-System: Core i5-2500K, Asus P8P67 R.3.0, 2 x Gef. GTX 580

Prozent
▶ Besser

Enermax Maxrevo 1350W | Cooler Master Silent Pro Hybrid



Während Enermax dem Maxrevo 1350W einen Gehäuselüfter beilegt, spendiert Cooler Master dem Silent Pro Hybrid ein externes Lüfter-Steuermodul.

Angebot. Das Aurum 750W ist gut bis sehr gut ausgestattet und bietet mit 115 Zentimetern teilweise sehr lange Kabel. Dank eines modularen Kabelsystems müssen Sie nur die tatsächlich notwendigen Leitungen anschließen und können so Ordnung im Gehäuse halten. Der Wirkungsgrad ist entsprechend der 80-Plus-Gold-Zertifizierung sehr gut und liegt ab 20 Prozent Last immer über 90 Prozent. Die Restwelligkeit bleibt in allen Lastzuständen innerhalb der Intel-Spezifikationen. Auch beim Thema Schutzschaltungen gibt sich FSP keine Blöße. Allerdings hat das Aurum 750W einen nervigen Schwachpunkt: Die Lautheit steigt ab 80 Prozent Last auf 5,1 Sone – das ist auf Dauer einfach viel zu laut. Bedenkt man die Effizienz des Netzteils und die gemessenen 29 Grad Celsius, ist die hohe Lautheit eigentlich unnötig. Fazit: Das FSP Aurum 750W wird zum fairen Preis von rund 125 Euro angeboten und bietet eine gute Leistung. Die hohe Lautheit ist inakzeptabel.

Corsair TX750M: Neue und solide Netzteilserie. Corsairs TX750M gehört zu einer neuen Netzteilserie und kommt mit einer 80-Plus-Bronze-Zertifizierung. Das 750-Watt-Netzteil ist zudem mit modularem Kabelmanagement, allen wichtigen Schutzschaltungen sowie sehr guten Bauteilen und einer 12-Volt-Schiene mit maximal 744 Watt Leistung ausgestattet. Ob die laut Hersteller eingebaute OCP-Schutzschaltung auch bei bis zu 62 Ampere auf der einen 12-Volt-Schiene funktioniert, konnten wir nicht testen. Die Effizienzwerte sind für ein 80-Plus-Bronze-Netzteil gut und die Lautheit bis 50 Prozent Last mit einem Sone akzeptabel. Bei Volllast erzeugt das Corsair TX750M allerdings viel zu laute 6,8 Sone. Mit bis zu 33 Grad Celsius wird das TX750M etwas wärmer als die anderen Netzteile im Test. Fazit: Das neue Corsair-Netzteil erreicht solide Werte, aber die hohe Lautheit und „nur" 80 Plus Bronze sind rund 95 Euro nicht wert.

OCZ ZS Series 650W: Gutes Netzteil zum absoluten Top-Preis. Wenn Sie auf der Suche nach einem preiswerten Netzteil mit ausreichend Leistung für Ihren Spielerechner sind, dann ist das OCZ ZS Series 650W unsere Empfehlung. Im 650-Watt-Netzteil von OCZ arbeiten gute bis sehr gute Komponenten und es sind auch alle wichtigen Schutzschaltungen vorhanden. Ein modulares Kabelsystem fehlt; die Leitungen sind mit maximal 85 Zentimetern lang genug. Der gemessene Wirkungsgrad liegt zwischen 78 und 88 Prozent und entspricht der 80-Plus-Bronze-Zertifizierung. Die Restwelligkeit und die Temperaturen im Netzteil sind gering. Bis 50 Prozent Last arbeitet das OCZ ZS Series 650W mit 0,2 bis 0,8 Sone auch sehr leise, darüber messen wir allerdings laute 2,8 Sone. Fazit: Das ZS Series 650W kostet nur 60 Euro und ist damit unser Spar-Tipp.

Seasonic Platinum 1000W: Teure Platin-Qualität. Das Seasonic Platinum 1000W wurde bereits zur Cebit 2011 angekündigt und ist nun endlich im Handel verfügbar. Für das 80-Plus-Platin-Netzteil mit 1.000 Watt Leistung müssen Sie allerdings rund 250 Euro auf die Ladentheke packen. Dafür bekommen Sie absolut hochwertige Bauteile, ein komplett modulares Kabelsystem sowie lange und viele Anschlüsse. Eine weite-

NETZTEILE

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

	Bis 400 Watt	Bis 400 Watt	Bis 400 Watt	500 bis 800 Watt	500 bis 800 Watt
Produkt	**Jumper 300G**	**A300**	**Silver Shield 300W**	**Straight Power 580 W**	**Aurum 750W**
Hersteller	Huntkey	Cougar	LC-Power	Be quiet	FSP
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 65,-/befriedigend	Ca. € 30,-/sehr gut	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 95,-/befriedigend	Ca. € 125,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/669490	www.pcgh.de/preis/543091	www.pcgh.de/preis/697598	www.pcgh.de/preis/677397	www.pcgh.de/preis/651409
Maximalleistung (Herstellerangabe)	300 Watt	300 Watt	300 Watt	580 Watt	750 Watt
ATX-Version	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Ausstattung (20 %)	**2,48**	**2,65**	**2,69**	**1,61**	**1,59**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	45–90 cm/45–90 cm	45–60 cm/75–90 cm	40–55 cm/30–60 cm	55–75 cm/75–90 cm	55–85 cm/55–115 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/3/4 Stück	1/3/4 Stück	1/3/4 Stück	1/4/8 Stück	1/5/8 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (45 cm)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (45 cm)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (40 cm)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (55 cm)	1x 4+4-Pin/1x 8-Pin/1x 24-Pin (55 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	1x 6-Pin (45 cm)	1x 6-Pin (90 cm)	1x 6-Pin (45 cm)	4x 6+2-Pin (55 cm)	4x 6+2-Pin (55–100 cm)
Modulares Kabelsystem	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Aktiv, 120 Millimeter
Lüfterregelung beim Netzteil	Nein	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/3 Jahre	Ja, deutsch/3 Jahre	Ja, deutsch/2 Jahre	Ja, deutsch/5 Jahre	Ja, deutsch/2 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Gold	80 Plus Bronze	80 Plus Silber	80 Plus Gold	80 Plus Gold
Schutzmechanismen laut Hersteller	OVP, UVP, SCP, OPP, OCP	OPP, OCP, SCP, OVP, UVP	OVP, OCP, OPP, OTP, UVP, SCP	OVP, OCP, OPP, SCP, UVP, OTP	OVP, UVP, SCP, OPP, OTP, OCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder
Eigenschaften (20 %)	**1,97**	**1,38**	**2,49**	**1,77**	**1,77**
Kondensatoren primär	Rubycon 220 µF, 450 V, 105 °C	Panasonic 270 µF, 400 V, 105 °C	HEC 220 µF, 420 V, 85 °C	Capxon 330 µF, 420 V, 85 °C	Rubycon 390 µF, 450 V, 105 °C
Kondensatoren sekundär	Versch. ElKos, Feststoffkondensatoren	Teapo & Nippon Chemicon ElKos	Nicon ElKos	Capxon ElKos	Nippon Chemicon ElKos
Platinenmaterial	Pertinax	Epoxyd	Pertinax	Epoxyd	Epoxyd
Nachlaufsteuerung Lüfter	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 140mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm
Belastbarkeit* +3,3 V und +5 V	103 Watt	103 Watt	103 Watt	140 Watt	160 Watt
Belastbarkeit* +12 V/Schienen	288 Watt/2	228 Watt/2	291 Watt/2	564 Watt/4	720 Watt/4
Leistung (60 %)	**1,78**	**1,98**	**1,89**	**1,63**	**2,10**
Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	1,2/1,2/1,2/1,2/1,2 Sone	0,2/0,2/0,4/1,3/2,8 Sone	0,3/0,3/0,3/0,5/0,7 Sone	0,1/0,1/0,1/0,4/1,2 Sone	0,5/1,0/2,9/5,1/5,1 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	0,5 Watt	0,8 Watt	1 Watt	0,7 Watt	0,6 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %**	76/93/92/92/91 %	79/87/90/88/87 %	79/87/88/89/88 %	85/90/93/92/91 %	86/91/94/93/91
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,739 bis 0,949	0,814 bis 0,975	0,757 bis 0,940	0,873 bis 0,990	0,901 bis 0,992
Temperatur 10 bis 100 %**	20,5 bis 29,4 °C	21,6 bis 24,9 °C	20,4 bis 36,2 °C	20,0 bis 27,1 °C	22,1 bis 29,0 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation
FAZIT	⊕ Gute Effizienz ⊕ Sehr kühl ⊖ Lüfter nicht geregelt	⊕ Bis 80 % Last leise ⊕ Sehr preiswert ⊕ Geringe Einbautiefe	⊕ Sehr leise ⊕ Preiswert ⊖ Leistungsfaktorkorrektur	⊕ Wirkungsgrad ⊕ Bis 80 % Last sehr leise ⊕ Viele Schutzschaltungen	⊕ Wirkungsgrad ⊕ Restwelligkeit ⊖ Ab 50 % Last zu laut
	Wertung: 1,95	**Wertung: 2,00**	**Wertung: 2,17**	**Wertung: 1,66**	**Wertung: 1,93**

* Belastbarkeit wird nicht gewertet ** Auslastung

re Besonderheit des Seasonic Platinum 1000W ist, dass der Hersteller sieben Jahre Garantie gewährt und innerhalb dieses Zeitraums ihn bei einem Defekt gegen ein nagelneues Gerät tauscht. Die Messwerte lassen kaum Wünsche offen, denn das Netzteil arbeitet sehr effizient und ist mit 0,1 (Semi-Passiv) bis 0,7 Sone meistens nicht hörbar. Bei Volllast erzeugt es allerdings laute 2,4 Sone. Der Wirkungsgrad liegt zwischen 85 und 94 Prozent. Beim Thema Restwelligkeit gibt es nichts auszusetzen, die Werte sind innerhalb der Spezifikationen. Fazit: Mit dem Platinum 1000W hat Seasonic ein gutes bis sehr gutes Netzteil entwickelt. Ob das rund 250 Euro wert ist, müssen Sie entscheiden.

Cooler Master Silent Pro Hybrid: Netzteil mit besonderer Ausstattung. Cooler Master war auch nicht untätig und bringt mit dem Silent Pro Hybrid ein neues Netzteil auf den Markt. Das 850-Watt-Netzteil arbeitet wie das Seasonic bei niedrigen Lasten passiv – der Lüfter bewegt sich also nicht. Entsprechend gering ist die Lautheit. Erst ab 50 Prozent Last messen wir 0,6 Sone. Darüber steigt das Betriebsgeräusch auf 1,5 und bei Volllast auf laute 3,2 Sone. Neben einem modularen Kabelsystem und langen Anschlüssen bietet das Silent Pro Hybrid ein externes Steuermodul für den Lüfter: Damit können Sie die Drehzahl des Netzteilquirls oder auch der Gehäuselüfter steuern. Die Effizienz des Spannungswandlers liegt entsprechend des 80-Plus-Gold-Logos meistens auf oder über 90 Prozent. Die Restwelligkeit liegt innerhalb der Spezifikationen. Fazit: Mit dem Silent Pro Hybrid bietet Cooler Master ein interessantes Netzteil mit einer sehr guter Ausstattung und soliden Leistungswerten an.

Enermax Maxrevo 1350W: Über 1.300 Watt brachiale Leistung. Die meisten Anwender benötigen ein Netzteil mit 1.350 Watt nicht, dennoch ist das Maxrevo 1350W von Enermax für Multi-GPU-Nutzer und Übertakter eine Alternative. Mit acht PCI-E-Steckern können Sie mit diesem Netzteil auch ein Quad-SLI-System befeuern. Sehr beeindruckend ist, dass das Maxrevo 1350W ab zehn Prozent Last immer mit mehr als 90 Prozent Effizienz arbeitet. Die Lautheit ist bis 50 Prozent Last mit 0,8 bis 1,3 Sone akzeptabel, ab 80 Prozent sind es allerdings schon 4,4 und bei Volllast 7,4 Sone – das ist sehr laut. Bedenken Sie aber, dass über 130 Watt Abwärme aus dem Netzteil müssen und bei rund 1.350 Watt Leistung auch deutlich lautere PC-Komponenten im PC arbeiten werden. Bei sehr hoher Last messen wir auf der 3,3- und 5-Volt-Leitung eine leicht erhöhte Restwelligkeit. Für das Maxrevo sprechen sehr gute Bauteile, umfangreiche Schutzschaltungen sowie zahlreiche und lange Anschlüsse. Fazit: Das Maxrevo 1350W bietet sehr viel Leistung, dafür sind rund 250 Euro fair. *(ma)*

Fazit

Netzteile

Zum ersten Mal testet PCGH 300-Watt-Netzteile und stellt fest, dass auch bei preiswerten Spannungswandlern hohe Effizienz sinnvoll ist. Im mittleren Preissegment bietet Be quiet mit dem neuen Straight Power E9 das optimale Netzteil und im High-End-Bereich liegt Seasonic mit dem P1000 ganz klar an der Spitze des Testfelds.

NETZTEILE

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

	500 bis 800 Watt	500 bis 800 Watt	Über 800 Watt	Über 800 Watt	Über 800 Watt
Produkt	**TX750M**	**ZS Series 650W**	**Platinum 1000W**	**Silent Pro Hybrid**	**MaxRevo 1350W**
Hersteller	Corsair	OCZ	Seasonic	Cooler Master	Enermax
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 95,-/befriedigend	Ca. € 60,-/befriedigend	Ca. € 250,-/befriedigend	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 250,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/682461	www.pcgh.de/preis/631079	www.pcgh.de/preis/691083	www.pcgh.de/preis/687661	www.pcgh.de/preis/655182
Maximalleistung (Herstellerangabe)	750 Watt	650 Watt	1.000 Watt	850 Watt	1.350 Watt
ATX-Version	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Ausstattung (20 %)	**1,70**	**2,28**	**1,20**	**1,18**	**1,28**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	40–85 cm/40–85 cm	40–85 cm/50–85 cm	60–90 cm/60–90 cm	50–85 cm/50–75 cm	45–90 cm/45–90 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	2/4/8 Stück	0/4/8 Stück	2/8/11 Stück	1/5/12 Stück	2/10/14 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (55 cm)	1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (55 cm)	1x 4-Pin/1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (60 cm)	2x 4+4-Pin/1x 24-Pin (70 cm)	1x 4-Pin/1x 4+4-Pin/1x 24-Pin (65 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	4x 6+2-Pin (60 cm)	1x 6-Pin/1x 6+2-Pin (60 cm)	6x 6+2-Pin (60 cm)	6x 6+2-Pin (70 cm)	8x 6+2-Pin (50 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, teilweise	Nein	Ja	Ja	Ja
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
Kühlsystem	Aktiv, 140 Millimeter	Aktiv, 135 Millimeter	Semi-Passiv, 140 Millimeter	Semi-Passiv, 135 Millimeter	Aktiv, 140 Millimeter
Lüfterregelung beim Netzteil	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/5 Jahre	Ja, deutsch/3 Jahre	Ja, deutsch/7 Jahre	Ja, deutsch/5 Jahre	Ja, deutsch/5 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Bronze	80 Plus Bronze	80 Plus Platin	80 Plus Gold	80 Plus Gold
Schutzmechanismen laut Hersteller	OVP, UVP, OPP, OCP, SCP, OTP	OVP, OCP, SCP, OPP, OTP, UVP	OCP, OPP, OTP, OVP, SCP, UVP	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP	OVP, UVP, OPP, OTP, SCP, SIP, OCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Externes Steuermodul des Lüfters, 7-Volt-Ausgang	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder
Eigenschaften (20 %)	**1,25**	**1,51**	**1,50**	**1,37**	**1,51**
Kondensatoren primär	Panasonic 370 µF, 400 V, 105 °C	Panasonic 330 µF, 400 V, 85 °C	3x Nippon Chemicon 330 µF, 420 V, 105 °C	2x Panasonic 330 µF, 420 V, 105 °C	3x Panasonic 330 µF, 400 V, 105 °C
Kondensatoren sekundär	Nippon Chemicon ElKos, Feststoffkondensatoren	Nippon Chemicon ElKos	Nippon Chemicon ElKos, Feststoffkondensatoren	Nippon Chemicon ElKos, Feststoffkondensatoren	Rubycon ElKos, Feststoffkondensatoren
Platinenmaterial	Epoxyd	Epoxyd	Epoxyd	Epoxyd	Epoxyd
Nachlaufsteuerung Lüfter	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 160 mm	150 x 86 x 190 mm	150 x 86 x 180 mm	150 x 86 x 180 mm
Belastbarkeit* +3,3 V und +5 V	150 Watt	130 Watt	125 Watt	150 Watt	140 Watt
Belastbarkeit* +12 V/Schienen	744 Watt/1	552 Watt/1	996 Watt/1	840 Watt/1	1.344 Watt/6
Leistung (60 %)	**2,32**	**2,14**	**1,68**	**1,84**	**2,37**
Stabilitätstest	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	1,0/1,0/1,0/2,4/6,8 Sone	0,2/0,2/0,8/2,8/2,8 Sone	0,1/0,1/0,7/2,4 Sone	0,1/0,1/0,6/1,5/3,2 Sone	0,8/0,8/1,3/4,4/7,4 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	0,9 Watt	0,9 Watt	1,1 Watt	1,3 Watt	1,2 Watt
Effizienz 10/20/50/80/100 %**	78/86/88/88/86 %	78/85/88/87/85 %	85/92/94/93/92 %	84/89/92/91/90 %	91/91/93/92/90 %
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,893 bis 0,985	0,861 bis 0,973	0,876 bis 0,982	0,795 bis 0,961	0,941 bis 0,996
Temperatur 10 bis 100 %**	21,8 bis 33,7 °C	19,9 bis 25,2 °C	21,1 bis 27,4 °C	20,8 bis 29,8 °C	21,9 bis 35,2 °C
Ripple & Noise (Intel ATX12V v2.3)	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	Innerhalb Spezifikation	4 Werte zu hoch
FAZIT	+ Restwelligkeit – Bei 100 % Last sehr laut – Insgesamt recht laut	+ Sehr preiswert – Kein modulares Kabelsystem – Ab 80 % Last laut	+ Wirkungsgrad + Bis 50 % Last unhörbar – Hoher Preis	+ Wirkungsgrad + Bei geringer Last unhörbar – Bei 100 % Last laut	+ Wirkungsgrad – Bei 100 % Last sehr laut – Restwelligkeit
	Wertung: **1,98**	Wertung: **2,04**	Wertung: **1,55**	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,98**

* Belastbarkeit wird nicht gewertet ** Auslastung

So finden Sie das richtige Gehäuse

Das optimale Gehäuse

Bei PC-Behausungen lauern jede Menge versteckte Fallen, die für Probleme in Bezug auf Temperatur, Lautheit oder Zusammenbau sorgen können. Unsere Kaufberatung erklärt, worauf Sie achten sollten.

Die Optik spielt bei einem Gehäuse natürlich eine sehr große Rolle. Dabei darf man jedoch nicht vergessen, dass ein Gehäuse auch enormen Einfluss auf Lautheit und Temperatur des PCs hat. Daher widmen wir die ersten beiden Seiten unserer Kaufberatung der Kühlleistung aktueller Gehäuse, wobei es uns im vorliegenden Artikel nicht darum geht, einzelne Modelle zu testen. Einschlägige Testergebnisse finden Sie jeden Monat in der Bestenliste auf den Service-Seiten unseres Hefts, zudem bringen wir in unregelmäßigen Abständen große Vergleichstests.

Kompromissbereitschaft

Natürlich lässt sich ein Gehäuse einfach mit vielen schnellen Lüftern und großzügigen Luftlöchern ausstatten, um niedrige Temperaturen zu erreichen. Allerdings dringt dann viel Lüfterlärm nach außen. Alternativ kann ein komplett geschlossenes Gehäuse mit leisen oder gar keinen Lüftern für gefährlich hohe Temperaturen sorgen. Daher kommt es beim Gehäusekauf darauf an, den richtigen Kompromiss aus Lautheit und Temperatur zu finden, wobei der für Sie ideale Mittelweg natürlich auch von Ihrer persönlichen Lärmtoleranz abhängt. Dabei eignen sich manche Gehäuse bauartbedingt besser für niedrige Temperaturen bei angenehmer Lautheit als andere. So dämmen zum Beispiel dicke, hochwertige Seitenwände Lüfterlärm besser als dünne. Große Lüftungslöcher oder -schlitze beeinträchtigen hingegen die Silent-Tauglichkeit. Wie stark sich diese Faktoren auf Temperatur und Lautheit auswirken, zeigt der Kasten oben rechts.

Doch es muss nicht unbedingt eine Dämmung sein. So sorgt bereits eine Frontklappe dafür, dass weniger Lüftersummen Richtung Anwender dringt. Im Test mit dem Anidées AI-6B haben wir einen deutlichen Unterschied von 1,0 Sone zwischen einer geschlossenen und einer geöffneten Frontklappe gemessen. Wenn Sie jedoch häufig ein optisches Laufwerk nutzen, kann es nerven, jedes Mal die Klappe öffnen zu müssen.

Mitgelieferte Lüfter

Sehr wichtig sind natürlich auch Anzahl und Art der serienmäßig im Gehäuse eingebauten Lüfter. Leider geben die meisten Hersteller nicht an, wie laut die Propeller sind oder zumindest mit welcher Drehzahl diese rotieren. Bei unseren Gehäusetests prüfen wir daher neuerdings stets, wie laut die enthaltenen Lüfter unter Idealbedingungen sind. So können Sie entscheiden, ob Sie die mitgelieferten Lüfter behalten oder gegen leisere Modelle austauschen möchten. Bei unserem jüngsten Vergleichstest mit zehn Gehäusen waren die meisten enthaltenen Lüfter leiser als 1,4 Sone und damit für die Mehrheit der Anwender nicht störend. Mit einem günstigen Adapter auf sieben statt zwölf Volt haben wir in allen Fällen sogar nur 0,5 Sone oder weniger gemessen.

Schauen Sie sich vor dem Kauf die Gehäusefotos auf der Herstellerwebseite genau an und prüfen Sie, ob die eingebauten Lüfter über eine gute Entkopplung verfügen. Damit wird verhindert, dass Schwingungen auf das Gehäuse

Bonusmaterial

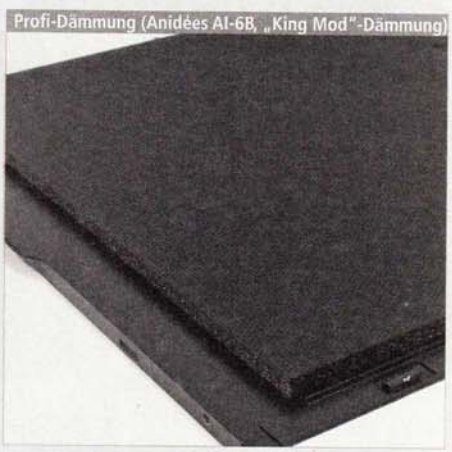
Heft-DVD: Unser Artikel zum Thema „Kühlung" der Ausgabe 09/2011 gibt Tipps zum optimalen Luftstrom.

www.pcgh.de/go/02-12

Gehäusedämmung oder Luftlöcher im Praxistest

Fenster mit Luftlöchern (Anidées AI-6BW)

Einfache Dämmung (Anidées AI-6BS)


Profi-Dämmung (Anidées AI-6B, „King Mod"-Dämmung)

Mit dem Gehäuse Anidées AI-6B haben wir ausprobiert, wie sich Dämmung oder Lüftungslöcher auf Temperatur und Lautheit auswirken.

Das AI-6B war dank dicker Seitenwände eines der leisesten Gehäuse im Test und wird in mehreren Varianten angeboten: Bei der Version AI-6BW mit Seitenfenster und integrierten Löchern dringt deutlich mehr Lüfterlärm nach draußen: Wir haben seitlich 4,4 statt 3,3 Sone gemessen (wie üblich aus 50 Zentimetern Entfernung). Bei der Variante AI6BS mit dünnen Dämmmatten an den Seitenteilen sowie der Frontklappe waren es 3,1 Sone – ein geringer Unterschied zur Standardvariante. Der Online-Shop Caseking.de bietet zudem eine Edition mit „King Mod"-Profidämmung an: Hier sorgt dicker Akustikschaumstoff in Seitenteilen, Front und Heck für niedrige 2,7 Sone. Die Temperaturen steigen kaum. Weitere mitgelieferte Matten lassen sich bei Bedarf vor den Lüfterhalterungen einsetzen.

	Keine Dämmung	Löcher in der Seitenwand	Einfache Dämmung	Profi-Dämmung
Gehäuse	Anidées AI-6B	Anidées AI-6BW	Anidées AI-6BS	Anidées AI-6B gedämmt
Preis	Ca. € 110,-	Ca. € 120,-	Ca. € 120,-	Ca. € 140,-
Lautheit seitlich	3,3 Sone	4,4 Sone	3,1 Sone	2,7 Sone
Lautheit frontal	2,9 Sone	2,9 Sone	2,6 Sone	2,6 Sone
Temperatur CPU/GPU	77/80 °C	77/80 °C	78/79 °C	77/79 °C
Temp. HDD/Mainboard-Northbr./CPU-Spannungswandler	36/84/77 °C	36/84/77 °C	35/84/79 °C	35/86/79 °C

System: Core i7-920 @ 3,2 GHz (1,2 V CPU-Spannung), Stromsparmodi aus, 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), im Gehäuse enthaltene Standard-Lüfter mit 12 Volt, Umgebungstemperatur: 24 °C

übertragen werden. Im Idealfall können Sie auf den Fotos zudem die Produktnummer der Lüfter erkennen. Damit lässt sich googeln, mit welcher Drehzahl diese arbeiten und um welchen Hersteller es sich handelt – ein erstes Indiz für die Qualität der Lüfter.

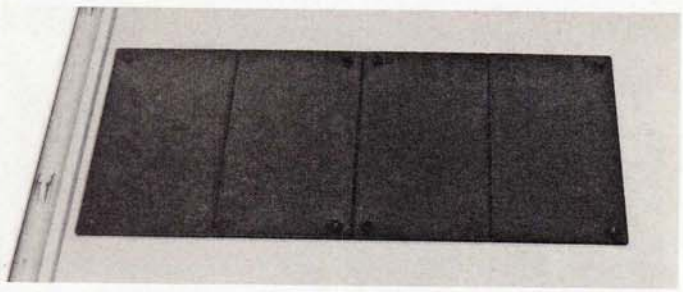
Wenn Ihr Budget hoch genug ist, kann sich ein Austausch aber grundsätzlich lohnen: Hochwertige Lüfter fördern nämlich dank zahlreicher Optimierungen meist bei gleicher Lautheit mehr Luft als günstige Modelle. Zudem haben High-End-Lüfter üblicherweise ein langlebigeres Lager, weshalb es meist deutlich später zu einem störenden Klackern oder gar zu einem Ausfall des Lüfters kommt. Manche Modelle verfügen sogar über eine integrierte Entkopplung. Top-Lüfter kosten oft mehr als zehn Euro – unseren großen Lüftervergleichstest mit Preisangaben und Kauftipps finden Sie in PCGH 01/2011.

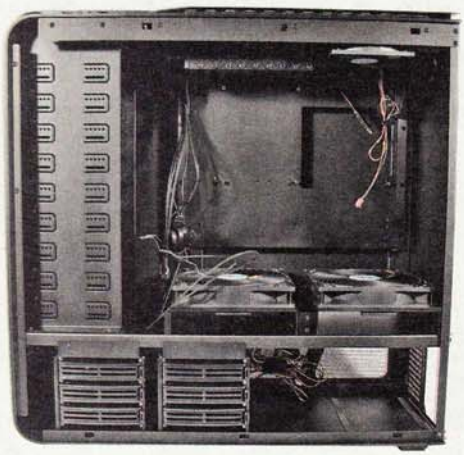
Die günstigere Lösung sind Sieben-Volt-Adapter und separate Lüfterentkoppler. Doch Achtung: Bei manchen Gehäusen sind die Lüfter nicht mit Standardhalterungen befestigt und lassen sich daher schwer oder gar nicht tauschen – auch hier können Sie sich vorab mit Fotos auf der Hersteller-Webseite oder unseren Tests informieren.

Luftstrom & Wasserkühlung

Fast alle aktuellen Gehäuse ab 40 Euro verfügen über einen ähnlichen Aufbau: Das Netzteil sitzt unten und Lüfter lassen sich in Front, Heck sowie Deckel einbauen oder sind dort bereits vorhanden. Lüfter in der Front lohnen sich auf jeden Fall. Ob es sinnvoller ist, Lüfter im Heck oder im Deckel einzusetzen, haben wir im Kühlungs-Special der Ausgabe 09/2011 geprüft. Unser Ergebnis: Die CPU bleibt kälter, wenn CPU- und Gehäuselüfter Richtung Heck blasen; zeigen CPU- und Gehäuselüfter zum Deckel, profitiert die Grafikkarte. Sie finden den Artikel als Pdf-Datei auf der Heft-DVD.

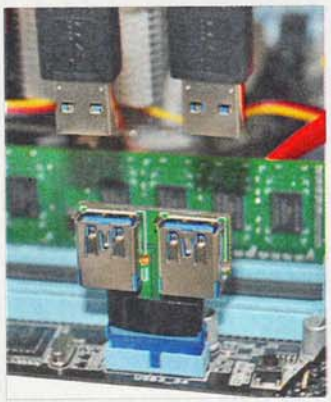
Bei vielen großen Gehäusen, die eine Einbaumöglichkeit für zwei oder drei 120- bis 140-mm-Lüfter im Deckel bieten, lässt sich zudem meist ein Dual- oder Triple-Radiator einbauen. Die übrigen Komponenten einer Wasserkühlung wie Pumpe oder Ausgleichsbehälter lassen sich jedoch oft nur mit Bastelaufwand unterbringen. ▷


Bei dem Lancool PC-K57 können Sie die Luftlöcher im Seitenteil offen lassen oder dank mitgelieferter Blenden verschließen. Leider gibt es diese Lösung viel zu selten.


In manchen Silverstone-Gehäusen wie dem abgebildeten Temjin TJ11 wird das Mainboard um 90 Grad gedreht eingebaut – der Luftstrom verläuft von unten nach oben.

Front-USB-3.0 optimal verwenden

Viele Gehäuse bieten USB-3.0-Ports in der Front – diese lassen sich aber oft nicht problemlos nutzen.



Oft wird für Front-USB-3.0-Anschlüsse ein externes Kabel verwendet, das aus dem Gehäuse herausgeführt und mit den Ports an der PC-Rückseite verbunden wird (siehe blaues Kabel im ersten Bild). Eleganter ist ein Stecker, der sich (wie bei USB 2.0 üblich) direkt auf dem Mainboard anstecken lässt. Falls das Gehäuse nicht ab Werk über ein solches Kabel verfügt, können Sie die externen Stecker auch per Adapter mit einem internen Anschluss verbinden. So kosten beispielsweise die Adapter Akasa AK-CBUB09-15BK, Silverstone CP09 oder Lian Li UC-01 (siehe zweites Bild) derzeit rund acht Euro.Hierfür muss das Mainboard natürlich über einen internen USB-3.0-Anschluss verfügen – das ist aber bei fast allen neuen Platinen mit Sockel AM3+, 1155 oder 2011 ab 80 Euro der Fall. Sie erkennen den entsprechenden Anschluss an seinen 19 Pinlöchern. Falls ein solcher Port fehlt, können Sie externe USB-3.0-Kabel natürlich auch an gewöhnlichen USB-2.0-Anschlüssen nutzen.

Verletzungen vermeiden & Kabel verstecken

Prüfen Sie vor dem Einbau, ob es gefährlich scharfe Kanten gibt. Hierfür eignet sich beispielsweise eine Schaumstoffmatte, die bei fast allen Mainboards mitgeliefert wird. Fahren Sie damit alle Kanten im Gehäuse ab. Lässt sich die Matte wie im linken Bild ohne Kraftaufwand zerteilen, sollten Sie hier besonders vorsichtig sein. Um Kabel hinter der Zwischenwand verlegen zu können, ist viel Platz nötig (rechts).

Laufwerksbefestigung und -entkopplung

Die dünnen Gummiringe des Lepa-Gehäuses entkoppeln die Festplatte kaum – dank effizienterer Entkopplung ist die HDD bei Corsair und Fractal Design deutlich leiser.

*Minimale bis maximale Lautheit im Random-Access-Test von HD Tach – jeweils aus 50 cm.

Komfortfunktionen

Gerade wenn Sie häufig am PC basteln, ist hoher Komfort wichtig.

Die Komfortfunktionen eines Gehäuses werden oft unterschätzt. Dabei erleichtern sie nicht nur den Komponenteneinbau, sondern auch den täglichen Umgang mit dem PC. Außerdem bleibt ein Rechner bei Hardware-affinen Bastlern selten lange unverändert – auch beim Umbauen ist ein komfortables Gehäuse von Vorteil.

Sehr wichtig für den Alltag sind die Front-Anschlüsse. Sofern Sie nicht ohnehin über einen USB-Hub oder Tastatur/Monitor mit USB-Eingängen verfügen, sollte das Gehäuse über mindestens zwei Front-USB-Ports verfügen. Wenn der PC unter dem Schreibtisch steht, ist es sinnvoll, diese Anschlüsse oben im Gehäusedeckel unterzubringen, wo sie gut erreichbar sind. Falls sich der Rechner auf dem Schreibtisch befindet oder Sie die Gehäuseoberseite regelmäßig als Ablage nutzen (etwa für Spielehüllen oder Headset), können sich Anschlüsse an der Front statt im Deckel lohnen. E-SATA- oder Firewire-Ports sind bei Gehäusen selten geworden. Wenn Sie diese Funktionen dringend brauchen, sollten Sie natürlich beim Gehäusekauf hierauf achten. Zudem muss Ihr Mainboard natürlich über entsprechende interne Anschlüsse auf der Platine verfügen. Wenn Sie häufig sehr große Datenmengen übertragen, kann sich zudem ein Docking-Port lohnen, mit dem Sie 3,5- oder 2,5-Zoll-Festplatten direkt im Gehäusedeckel anschließen. Der Tower sollte jedoch über eine Abdeckung für die Anschlüsse verfügen, damit diese nicht einstauben.

Bei Front-USB-3.0-Ports gibt es momentan noch viele unterschiedliche Lösungen – Details und Tipps finden Sie im Kasten links. Falls Ihr Gehäuse grundsätzlich keine USB-3.0-Ports bietet, eignet sich ein entsprechender Hub, ein 5,25-Modul mit entsprechenden Anschlüssen oder – die günstigste Lösung – ein USB-3.0-Verlängerungskabel, das auf der Gehäuserückseite mit dem Mainboard verbunden wird.

Laufwerksbefestigung

Bei der Festplattenmontage gibt es zahlreiche Lösungen. Die schlechteste: HDDs werden einfach festgeschraubt. Dadurch können sich Schwingungen auf das ganze Gehäuse übertragen, wodurch die Lautstärke steigt. Bei günstigen Gehäusen lassen sich HDDs meist mit Plastikhalterungen befestigen. Damit erspart man sich das Festschrauben, das genannte Problem bleibt aber bestehen. Besser sind Schubladen, die es bei vielen Gehäusen ab 50 Euro gibt. Dort lassen sich oft neben 3,5-Zoll-HDDs auch 2,5-Zoll-Festplatten oder SSD festschrauben. Manche Schubladen bestehen jedoch aus leicht biegsamem Kunststoff und können daher beim Transport herausfallen, sofern keine Festplatte eingebaut ist. Nehmen Sie daher nicht genutzte Schubladen sicherheitshalber heraus. Zudem bieten viele Schubladen eine integrierte Dämmung. Dabei gibt es jedoch sehr große Unterschiede, wie unser Vergleich unten links zeigt. Achten Sie darauf, dass die Gummiringe zur Entkopplung ausreichend dick sind.

Kabel verstecken

Kabelwirrwarr im PC kann den Luftstrom beeinträchtigen und so die Kühlung verschlechtern. Am besten lassen sich Kabel hinter der Zwischenwand verstecken, an welcher das Mainboard befestigt ist. Hierfür bieten viele aktuelle Gehäuse Aussparungen in der Zwischenwand, um die Kabel hindurchstecken zu können. Allerdings muss zwischen dem rückwärtigen Seitenteil und der Zwischenwand genug Platz sein – besonders, wenn Sie das dicke 24-polige-Stromkabel hinter dem Mainboard verlegen möchten (siehe Bild links).

Weitere Besonderheiten

Praktisch für den Zusammenbau ist ein Mainboard-Schlitten – den gibt es aber nur bei wenigen (sehr teuren) Gehäusen. Zudem kann es zu Komplikationen mit großen CPU-Kühlern kommen – wir empfehlen Sparfüchsen, hierauf zu verzichten.

Bei manchen Gehäusen lassen sich die Seitenwände nur mit viel Mühe schließen, da Sie die Führungsschienen genau treffen müssen – das ist ärgerlich, falls Sie häufig am PC basteln. Die einfachste Lösung, um Gehäuse zu öffnen oder zu schließen, bietet die Obsidian- und Graphite-Modelle von Corsair. ▷

Empfehlenswerte Mini-ITX-Gehäuse

Lian Li PC-Q07

Das günstige Gehäuse kann gewöhnliche 5,25-Zoll-Laufwerke sowie Standard-ATX-Netzteile aufnehmen. Der CPU-Kühler darf aber maximal sieben Zentimeter hoch und die Grafikkarte höchstens 18 Zentimeter lang sein. Damit eignet sich das PC-Q07, welches in vielen Farben verfügbar ist, nur für kompakte Arbeits- oder HTPCs.

Silverstone Sugo SG08

Hier lässt sich eine 30 Zentimeter lange Dual-Slot-Grafikkarte einbauen – ideal für kleinste Spiele-PCs. Ein 180-mm-Lüfter pustet die warme Luft nach draußen. Für den hohen Preis ist ein 80-Plus-Bronze-Netzteil enthalten. Tipp: Der Vorgänger SG07 mit gleichem Aufbau hat zwar kein Front-USB-3.0, kostet aber 30 Euro weniger.

Arc Midi vs. Arc Mini

Fractal Design Arc Midi (ATX)

Fractal Design Arc Mini (Micro-ATX)

Um herauszufinden, ob Hardware in großen Gehäusen grundsätzlich kühler bleibt, vergleichen wir in der Tabelle unten zwei bis auf die Größe identische Gehäuse.

ATX gegen Micro-ATX

Wie groß muss ein gutes Gehäuse wirklich sein?

Ein großes Gehäuse bietet viel Platz für Laufwerke oder Steckkarten. Die meisten (Spiele-PCs) verfügen allerdings nur noch über zwei bis drei Festplatten/SSDs, ein optisches Laufwerk und eine Grafikkarte. Für diese Konfiguration reicht ein Micro-ATX-Mainboard sowie ein entsprechend kleines Gehäuse. Solche kleinen Platinen und Gehäuse sind ein paar Euro günstiger als größere Modelle. Allerdings hält sich hartnäckig das Gerücht, die Kühlleistung sei bei kleinen Gehäusen grundsätzlich schlecht.

Wir haben diese These mit den beiden Gehäusen Arc Midi (ATX) und Arc Mini (Micro-ATX) in der Praxis geprüft. Der Aufbau der beiden Gehäuse von Fractal Design ist identisch, allerdings ist die Mini-Variante natürlich kleiner, leichter, bietet weniger Slots und nur sechs statt acht Laufwerksschubladen. Der wichtigste Unterschied für die Kühlleistung: Beim Arc Midi lassen sich in Deckel, Heck und Front jeweils 140-mm-Lüfter einsetzen – drei Stück werden bereits mitgeliefert. Das Arc Mini bietet hingegen nur im Deckel Platz für 140er, während in Front und Heck nur 120-mm-Propeller angebracht werden können. Gemäß unseren Gehäuse-Testmethoden mit fünf 140-mm-Referenzlüftern (Be quiet Silent Wings 2) bestückt, blieb beispielsweise die CPU des Arc Midi fünf Grad kälter als beim Arc Mini mit 120er- statt 140er-Propellern. Als wir jedoch im Arc Midi die gleichen Lüfter wie im Arc Mini einsetzten, gab es bei der Temperaturentwicklung nur geringe Unterschiede.

Fazit: Micro-ATX-Gehäuse sind zum Teil günstiger und müssen nicht zwingend eine schlechtere Kühlleistung haben, oft lassen sich aber nicht so große Lüfter einsetzen wie bei großen PC-Behausungen.

Alternativen

Das Micro-ATX-Gehäuse Temjin TJ08-E haben wir ebenfalls getestet, da es mit einem 180-mm-Lüfter in der Front und einer um 180 Grad gedrehten Board-Halterung ein ungewöhnliches Kühlkonzept hat. Gut für kleinste Arbeits- oder HTPCs sind hingegen Mini-ITX-Gehäuse – Kauftipps finden Sie rechts. *(dm)*

ATX- UND MICRO-ATX-GEHÄUSE IM VERGLEICH

	Vollständiger Test in PCGH 01/2012	Vollständiger Test in PCGH 01/2012	Noch kein vollständiger Test	Noch kein vollständiger Test
Gehäuse	**Arc Midi (mit 140-mm-Lüftern)**	**Arc Midi (mit 120-mm-Lüftern)**	**Arc Mini (mit 120-mm-Lüftern)**	**Temjin TJ08-E**
Mainboard-Format	ATX	ATX	Micro-ATX	Micro-ATX
Hersteller (Webseite)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	Silverstone (www.silverstonetek.com)
Preis (getestete Version)	Ca. € 80,- (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 80,- (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 75,- (kein Seitenfenster, keine Dämmung)	Ca. € 80,- (kein Seitenfenster, keine Dämmung)
Plätze für Laufwerke	8x 2,5/3,5 Zoll, 2x 5,25 Zoll	8x 2,5/3,5 Zoll, 2x 5,25 Zoll	6x 2,5/3,5 Zoll, 2x 5,25 Zoll	5x 3,5 Zoll, 1x 2,5 Zoll, 2x 5,25 Zoll
Erweiterungs-Slots	Sieben	Sieben	Vier	Vier
Lüfterplätze	6x 140 mm (oder 3x 120 und 4x 140 mm), 1x 180 mm	6x 140 mm (oder 3x 120 und 4x 140 mm), 1x 180 mm	3x 140, 4x 120 mm	1x 180, 1x 120 mm
Mitgelieferte Lüfter	3x 140 mm	3x 140 mm	1x 140 mm, 2 x 120 mm	1x 180 mm
Frontanschlüsse	1x USB 3.0, 2x USB 2.0, Audio	1x USB 3.0, 2x USB 2.0, Audio	1x USB 3.0, 2x USB 2.0, Audio	2x USB 3.0, Audio
Gewicht (ohne Lüfter)	9,9 kg	9,9 kg	9,0 kg	5,3 kg
Abmessungen (H x B x T)	48 x 24 x 52 cm	48 x 24 x 52 cm	42 x 21 x 48 cm	38 x 21 x 39 cm
Temperatur CPU/GPU	63/69 Grad Celsius	68/69 Grad Celsius	68/72 Grad Celsius	64/72 Grad Celsius
Temperatur HDD/Mainboard-Northbridge/CPU-Spannungswandler	31/60/68 Grad Celsius	29/69/74 Grad Celsius	29/63/74 Grad Celsius	28/59/64 Grad Celsius
Lautheit mit Referenzlüfter frontal/seitlich gemessen	3,8/4,3 Sone	3,9/4,4 Sone	4,1/5,1 Sone	5,5/4,8 Sone
Anzahl der verwendeten Referenzlüfter Be quiet Silent Wings 2	Front: 2x 140, Heck: 1x 140, Deckel: 2x 140, Seitenteil: 1x 140 mm	Front: 2x 120, Heck: 1x 120, Deckel: 2x 120	Front: 2x 120, Heck: 1x 120, Deckel: 2x 120	Front: 1x 180, Heck: 1x 120

Bildt: Axd_Box

Eine Übersicht über unvergessliche Boards

Legendäre Mainboards

Es war einmal vor gar nicht allzu langer Zeit, da revolutionierten außergewöhnliche Platinen die Hardware-Welt. Heute sind diese Boards legendär – wir würdigen diese Legenden.

Wer schwelgt nicht gerne in Erinnerungen an die gute alte Zeit? Gerade Mainboards bleiben den meisten Bastlern dabei dank toller Funktionen oder besonders nerviger Eigenheiten lange in Erinnerung und werden zu Hardware-Legenden.

Dieser Artikel will keine Kaufberatung oder Praxistipps geben – die finden Sie in anderen Artikeln dieser Ausgabe. Auf den folgenden Seiten blicken wir stattdessen auf die außergewöhnlichsten, wegweisendsten, aber auch unbeliebtesten Boards der jüngeren Vergangenheit zurück – angereichert mit Praxiserfahrungen und Anekdoten aus dem Redaktionsalltag. Welches Board Legendenstatus verdient, darüber lässt sich natürlich streiten. Wir haben die unserer Meinung nach wichtigsten Modelle ausgesucht. Dabei orientieren wir uns natürlich auch an unserer Online-Umfrage, in der unsere Leser die ihrer Meinung nach legendärsten Boards wählten.

Anfang im Platinengrün

Die ersten Mainboards (beispielsweise in dem ebenfalls legendären IMB-PC von 1981) dienten lediglich dazu, alle Komponenten des Systems zu verbinden und dank Slots (damals aktuell: ISA, der Vorgänger von PCI) das System per Steckkarten erweitern zu können. Auf Design oder besondere Funktionen wurde damals kaum geachtet. Die meisten Boards dieser Zeit waren schlicht und grün, weshalb man heute noch vom üblichen „Platinengrün" spricht.

Asus-A7N8X-Reihe

Die Sockel-A-Boards aus der A7N8X-Reihe bieten eine bessere Leistung und mehr Ausstattung als die meisten anderen damals aktuellen Platinen. Im Bild: das A7N8X mit Nforce 2 400 und drei RAM-Bänken. Das „Twinbank" genannte Dual-Channel-Feature gibt es nur bei manchen Nforce-2-Chips.

2003

Aopen i915Ga-HFS

Anstelle des üblichen Sockels 478 sitzt hier die 479er-Variante. Diese eignet sich nämlich für die Notebook-CPUs der Pentium-M-Reihe, welche teils schneller sowie deutlich sparsamer sind als Pentium-4-Prozessoren für den Sockel 478. Der Pentium M gilt als Vorgänger der beliebten Core-2-Reihe.

2005

Asrock 939DUAL-SATA2

Das außergewöhnliche Asrock-Board bietet nicht nur einen PCI-Express-Slot, sondern auch AGP. Das eigentliche Highlight ist aber der „Future CPU Port". Dort lässt sich eine Steckkarte mit Sockel AM2 einsetzen – eine legendäre Lösung für Aufrüster. Wie das funktioniert, zeigt das große Bild rechts.

2005

Asus A8N-SLI

Dank toller Ausstattung und sehr guten OC-Optionen ist das Asus-Board mit Nforce-4-SLI-Chip eine der besten Sockel-939-Platinen und enorm beliebt. Legendär schlecht ist leider der kleine Lüfter: Er nervt mit einem hochfrequenten Pfeifen und fällt bei vielen Boards aus – auch in unseren Test-PCs.

2005

Boards mit krasser Optik

Nicht legendär, aber optisch zwischen besonders hübsch und abstoßend einzuschätzen sind diese vier Platinen.

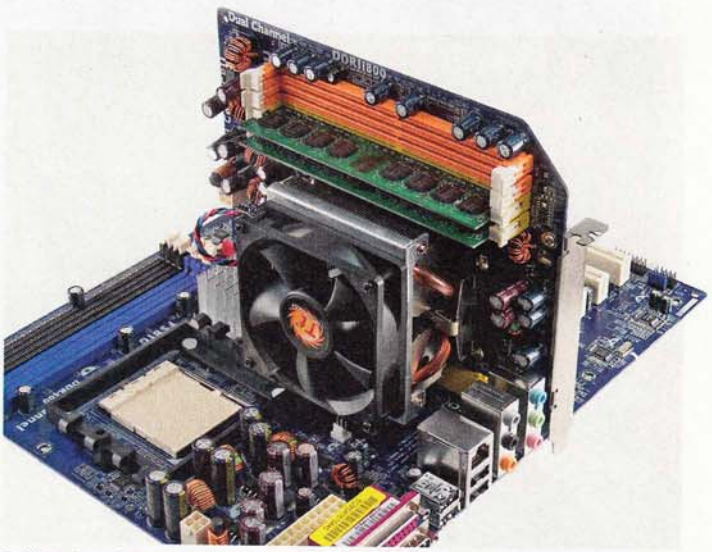
Stellvertretend für ältere Mainboards von Elitegroup haben wir das PF5 Extreme abgebildet (oben links). Offenbar hat der Hersteller versucht, möglichst viele Farben auf einer Platine unterzubringen. Zudem schrecken zwei Lüfter (einer sitzt unten links) manche Käufer ebenso ab wie die Optik. Bei dem Pure-Crossfire setzte Sapphire hingegen auf eine edle weiße Platine und begeisterte damit vor allem Casemodder. Leider bietet Sapphire mittlerweile keine weißen Boards mehr an.

Mit Kühlern, die aussehen wie eine Waffe, will Gigabyte (unten links) bei Platinen der G1-Killer-Reihe vor allem Spieler ansprechen. Foxconn (unten rechts) hat sich bei seinen Boards für Spieler und Übertakter hingegen auf schwarze und rote Elemente verlassen. Gerade der Kühler mit glänzenden Applikationen ist ein Blickfang.

So dauerte es noch viele Jahre, bis das erste Mainboard in den Handel kam, das dank besonderer Funktionen, außergewöhnlich hoher Performance und starker OC-Optionen nicht mehr nur Mittel zum Zweck war, sondern zur beliebten Kult-Hardware wurde. Besser gesagt gilt das für eine ganze Serie: Die A7N8X-Reihe von Asus mit dem Sockel A wurde 2003 zum Liebling der PC-Bastler. Die zugehörigen Athlon-XP-CPUs boten damals ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis als Intels Pentium-4-Modelle und waren daher die erste Wahl für viele Spieler. Auch die verwendeten Chipsätze waren etwas Besonderes: Manche Modelle aus Nvidias Nforce-2-Reihe boten (im Gegensatz zum Konkurrenz-Modell Via KT400) sogar Dual-Channel-Unterstützung – damals noch „Twinbank" genannt. Zudem gab es relativ guten Onboard-Sound, der unter dem Begriff „Soundstorm" vermarktet wurde. Im großen Vergleichest der PCGH 05/2003 erkämpfte sich das A7N8X den ersten Platz dank bester Performance und toller Ausstattung inklusive zwei LAN-Ports – bei heutigen High-End-Boards ist ein zusätzlicher Netzwerkanschluss hingegen schon längst wieder out.

Sockel-939-Legenden

Mit dem Athlon 64 hängte AMD Intels Pentium 4 gerade in Spiele-Benchmarks deutlich ab. Viele Spieler stellten sich daher ein entsprechendes Sockel-939-System zusammen. Für die Mainboard- ▷



Bei dem legendären Asrock-Board 939Dual-SATA2 mit der Chip-Kombi Uli 1695/Uli M1567 konnten Sie eine Steckkarte mit Sockel AM2 (statt 939) samt RAM einsetzen.

DFI Lanp. UT NF4 Ultra-D

Besonders bei Übertaktern gilt das DFI-Board der Lanparty-Reihe mit Sockel 939 und dem Nvidia-Chip Nforce 4 Ultra als OC-Legende: Gerade in Kombination mit den damaligen Opteron-CPUs laufen sehr hohe Taktraten mit einfachen Einstellungen stabil. Der Lüfter summt mit leisen 1,4 Sone.

2006

Asus P5W DH Deluxe

Der 975X-Chip eignet sich nicht so gut zum Übertakten von Core-2-CPUs wie der günstigere Nachfolger 965P. Dank der großartigen Ausstattung (Fernbedienung, WLAN, „MP3-In") und der zuverlässigen Stabilität hat sich das P5W DH Deluxe aber einen Ehrenplatz bei vielen Bastlern verdient.

2006

Abit IN9 32X-Max

Das Sockel-775-Board mit dem Codenamen „Beast" sollte den Klassenprimus Asus Striker Extreme (beide mit Nforce 680i SLI) ablösen, scheiterte aber an Praxisschwächen. Dank einzigartiger Funktionen wie „OC on the fly" oder blauen LEDs auf der Platinenrückseite ist das Biest dennoch legendär.

2007

Asrock 4CoreDual-VSTA

Bauen Sie doch ein, was Sie wollen: Asrocks günstiges Board mit Sockel 775 und Via-PT880-Chip eignet sich für AGP- oder PCI-Express-Grafikkarten sowie DDR- oder DDR2-RAM. Mit solchen cleveren Lösungen für Aufrüster eroberte Asrock schnell die Herzen von preisbewussten Bastlern.

2007

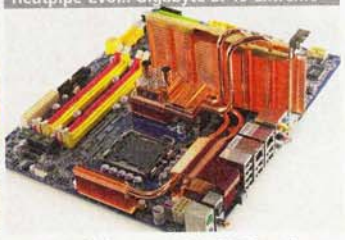
Für das P45D3 Platinum bot MSI erstmals bei Mainboards für Desktop-PCs eine UEFI-Oberfläche (oben). Mit ersten Sockel-1155-Boards von MSI wurde diese noch bunter.

Heatpipe-Evolution: Abit KN8 SLI

Heatpipe-Evol.: Asus A8N SLI Premium

Heatpipe-Evolution: MSI P35 Platinum

Heatpipe-Evol.: Gigabyte EP45 Extreme



Die erste Heatpipe saß nicht (wie viele behaupten) auf dem Asus A8N SLI Premium, sondern auf einem Abit-Board. Es folgten teils waghalsige Heatpipe-Konstruktionen.

Hersteller wurde es dabei besonders wichtig, mit ihren Mainboards aufzufallen. Das gelang Asus mit dem A8N SLI dank sehr guter Ausstattung und guten OC-Funktionen. Bei dem verwendeten Nforce 4 SLI handelte es sich um ein Single-Chip-Design, das relativ warm wurde. Asus nutzte beim A8N SLI einen Lüfter – die größte Schwäche des Boards. Der kleine Krachmacher quittierte häufig nach einer bestimmten Zeit den Dienst. Auch bei unseren Kollegen von der PC-Games-Redaktion wurde das A8N SLI für die Test-PCs verwendet – schon bald kam es zu den ersten Abstürzen, weil sich der Lüfter auf dem Board nicht mehr drehte.

Zuverlässiger und leiser war die Kühlung des legendären DFI-Mainboards Lanparty UT NF4 Ultra-D mit Nforce-4-Ultra-Chip. Spätestens mit dieser Sockel-939-Platine eroberte DFI die Herzen der Übertakter. Auch wir verwendeten das DFI-Board aus der Lanparty-Reihe regelmäßig für unsere Praxis- und Overclocking-Tests, beispielsweise mit den damals extrem taktfreudigen Opteron-CPUs für den Sockel 939. Bei unserem Test von Nachrüstchipsatzkühlern überlebte unser Testmuster leider den letzten Kühlerwechsel nicht. Später konzentrierten sich immer mehr Hersteller auf den Overclocking-Markt, der 2006 noch von DFI dominiert wurde, und verdrängten den vergleichsweise kleinen Hersteller. Heute bietet DFI deshalb keine Overclocking-Boards mehr an. Der Autor dieser Zeilen trauert DFIs Lanparty-Reihe noch heute nach.

Nur mäßige Overclocking-Funktionen, aber dafür ein einzigartiges Aufrüst-Konzept bot das günstige 939Dual-SATA2 von Asrock: Hier stand nämlich ein Aufrüst-Slot bereit. Sobald der Sockel-939-Nachfolger AM2 verfügbar war, bot Asrock eine Adapter-Karte, die diesen Sockel samt Kühlerhalterung und RAM-Bänken beinhaltete. In unserem Test funktionierte die Karte problemlos auf dem Board und ermöglichte es so, einfach und günstig auf die neuen AMD-CPUs zu wechseln – eine ebenso einfallsreiche wie legendäre Lösung.

Außergewöhnliche Boards für Intel-CPUs

Mit der Core-2-Reihe ging Intel bei praktisch allen Benchmarks in Führung. Asus bot mit dem P5W DH Deluxe gleich zum Start der neuen Intel-CPUs eine passende Platine. Obwohl die Ausstattung samt Fernbedienung eher für Multimedia-PCs gedacht war, erreichte das Asus-Board mit 975X-Chip gerade bei Übertaktern Legendenstatus. Ein wenig später veröffentlichte Intel den Mainboard-Chip P965. Dieser war zwar für Mittelklasse-Boards gedacht, dennoch eignete er sich besser für eine Übertaktung des damals noch aktuellen Frontside-Bus als der 975X, welcher meist bei teuren Boards zum Einsatz kam. Besonders mit dem P965-Board Asus Commando erreichten Übertakter sehr gute Ergebnisse. Das 4CoreDual-VSTA von Asrock samt Via-Chip war hingegen wieder eine clevere Platine für Aufrüster, denn das günstige Board eignete sich für DDR, DDR2, AGP und PCI-Express. Auch heute ist das vielseitige Asrock-Board noch bei manchen PCGH-Redakteuren im Einsatz. Der Mainboard-Hersteller Abit trat mit dem sehr gut ausgestatteten IN9 32X-Max im gleichen Jahr gegen die damalige Sockel-775-Referenz Asus Striker Extreme an. Praxisprobleme verhinderten aber den Erfolg, mittlerweile hat Abit leider den Mainboard-Markt aufgegeben.

Übertaktungslegenden

Extreme-Overclocking und Benchmark-Rekordjagd wurden immer

Asus Commando

Neben dem Crosshair und dem Striker Extreme gehört das Commando zur damals noch jungen ROG-Serie (Republic of Gamers) von Asus. Der P965-Chip sowie ein sehr gutes BIOS ermöglichen bei Core-2-CPUs sehr hohe OC-Werte und machen das Commando zum Übertakter-liebling.

2007

Asus L1N64-SLI WS

Das „Quadfather" genannte Board soll zwei Opteron-Quadcore-CPUs der Barcelona-Reihe (gleiche Architektur wie Phenom I) auf einer Platine vereinen, die in gewöhnliche Desktop-Gehäuse passt. Obwohl der Durchbruch nie gelang, ist dieses einzigartige Monster-Board legendär.

2008

Foxconn Black Ops

Ursprünglich stellte Foxconn ebenso günstige wie unspektakuläre Platinen und Mainboard-Einzelteile her. Mit der Quantum-Force-Reihe will man nun OC-Freaks ansprechen. Das vorläufige Topmodell Black Ops bietet dafür einen Kühler, der sich für eine Wakü oder gar Trockeneis eignet.

2008

MSI 790FX-GD70

Auch heute noch schwärmen Übertakter von MSIs Sockel-AM3-Board. Besonders praktisch ist der kleine Drehregler mit der Bezeichnung „OC Dial" am unteren Rand der Platine. Hier lässt sich der Referenztakt anheben, was bei der Benchmark-Rekordjagd für die entscheidenden Punkte sorgen kann.

2009

Kurioses und Konzepte

In den letzten Jahren entdeckten wir interessante Mainboard-Konzepte, die nie in den Handel kamen, sowie ulkige Mainboard-Kunstwerke.

Bei unserem Besuch in Gigabytes Büro in Taiwan wurden wir von einem riesigen Nachbau eines Gigabyte-Mainboards begrüßt – inklusive der damals neuen, leuchtenden Aktivitäts-LEDs **(1)**. 2010 zeigte uns Gigabyte zudem in der Fabrik in Nan Ping (etwa eine Autostunde von Taipeh entfernt), wie Mainboards hergestellt werden. Eine lustige Idee: Die Mitarbeiter haben die Fabrik als kleines Modell aus Mainboard-Einzelteilen nachgebaut **(2)**.

Bereits auf der Cebit 2009 präsentierte Asus mit dem Marine Cool ein Konzept-Mainboard **(3)**. Die Platine selbst kam nicht in den Handel, viele Ideen wie die Keramikoberfläche auf den Kühlern oder der Lüfter für die RAM-Module wurden aber bei späteren Asus-Mainboards der TUF- und ROG-Serien umgesetzt. Auf dem Konzept-Mainboard Asus Immensity sitzt sogar eine integrierte Radeon HD 5700 **(4)**.

1

2

3

4

beliebter, weshalb viele Mainboard-Hersteller versuchten, mit außergewöhnlichen Ideen für anspruchsvolle Übertakter extrem teure Mainboards zu verkaufen. So bot Foxconn mit dem Black Ops eine Sockel-775-Platine, deren Chipsatz-Kühler sich wahlweise für eine Wasserkühlung oder extrem kaltes Trockeneis eignete. Hierfür konnte man ein Plastikrohr auf den Kupferkühler stecken, um dort Trockeneis einzufüllen. Allerdings erreichte das Board mit dem zu diesem Zeitpunkt bereits älteren X48-Chip nur bei Core-2-Quad-Extreme-CPUs wirklich gute Ergebnisse.

MSI brachte hingegen beim 790FX-GD70 für den Sockel AM3 erstmals einen kleinen Drehregler zur Feinjustierung des Referenztakts auf der Platine unter und lieferte später als Erster einfach erreichbare Spannungsmesspunkte. Besonders beliebt bei Extrem-Übertaktern war hingegen das Rampage III Extreme von Asus für mehr als 300 Euro. Noch teurer war EVGAs SR2 für zwei CPUs, zwölf RAM-Module und vier Dual-Slot-Grafikkarten für knapp 600 Euro.

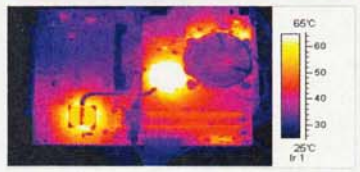
Künftige Legenden

Bei den neuen Mainboards mit dem Sockel 2011 gibt es ebenfalls wieder zahlreiche außergewöhnliche Modelle, die langfristig zu Kultplatinen werden können. Doch auch Boards mit Sockel 1155 oder AM3+ haben noch Zukunft und wir dürfen uns auf weitere Legenden freuen. *(dm)*

Mach's gut, Hitzkopf!

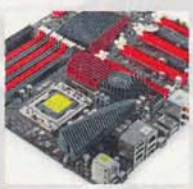
Beim Nvidia-Chip 680i SLI war die Abwärme legendär.

Der High-End-Chip Nforce 680i SLI bietet viele tolle Funktionen und Drei-Wege-SLI, wird aber sehr heiß. Ein Beispiel: Asrock nutzt bei dem abgebildeten Penryn1600SLIX3-Wifi lediglich eine gewöhnliche Heatpipe-Kühlung – die ist eindeutig zu schwach, wie wir mit der Wärmebildkamera aufdeckten: Bereits die Komponenten neben dem Chip werden mehr als 65 Grad Celsius heiß. Mittlerweile findet man Nvidia-Chipsätze nur noch auf sehr günstigen Mainboards.



Asus Rampage III Extreme

Das aktuelle Sockel-1366-Board von Asus landete bei unserer Online-Umfrage zum bisher legendärsten Mainboard auf dem dritten Platz – hinter dem A8N SLI von 2006. Mit umfangreicher Ausstattung und nützlichen Funktionen für Übertakter ist das Rampage III Extreme eine moderne Legende.



2010

EVGA SR2

Zweimal der High-End-Sockel 1366, zwölf DDR3-Bänke und sieben PCI-Express-Slots, die sich für Quad-SLI eignen, machen das riesige EVGA-Board einzigartig und sicherten ihm den ersten Platz in unserer Leserumfrage zum legendärsten Mainboard. Auch heute kostet es noch mehr als 500 Euro.

2010

MSI Big Bang Fuzion

Als erster Hersteller nutzt MSI den Hydra-Chip des Herstellers Lucid, der eine Alternative zu SLI sowie Crossfire bietet und fast kein Mikroruckeln aufweist. Jedoch gibt es mit dem Hydra-Modus viele Kompatibilitätsprobleme. Dennoch ist das Big Bang Fuzion ein hervorragendes Sockel-1156-Board.

2010

Asus Sabertooth P67

Die Sockel-1155-Platine aus der TUF-Reihe, die laut Asus besonders stabil arbeiten soll, ist fast komplett mit einer schützenden Plastikverkleidung bedeckt. Ein optionaler Lüfter soll kalte Luft unter die Abdeckung pusten und somit alle darunterliegenden Komponenten kühlen – einzigartig und innovativ.

2011

Peripherie

Eingabegeräte, Monitore, Sound, USB-Sticks, externe Speicher

Frank Stöwer
Fachbereich Eingabegeräte
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Viele Eingabegeräte-Hersteller kombinieren ihr Produkt mit Spiele-Brands. Ist das wirklich nötig?

Im vergangenen Jahr beobachtete ich häufig, dass die großen Eingabegeräte-Hersteller zum Verkaufsstart vieler Spiele-Blockbuster die passende, im Fachjargon als „gebrandet" bezeichnete Peripherie auf Lager hatten. Razer präsentierte Maus, Mauspad und Gamepad im *Battlefield 3*-Design. Logitech warb mit einer speziell für *Modern Warfare 3* konzipierten Gaming-Peripherie und Steelseries veröffentlichte Produkte (Maus/Headset/Mauspad), die sich besonders gut für *Diablo 3* eignen sollen. Hier macht man sich die Popularität großer Titel zunutze, um das eigene Produkt aufzuwerten.

In puncto Technik unterscheiden sich diese Sonderediditionen nämlich nur in wenigen Fällen von ihren Originalen. Bei Logitechs *Modern Warfare 3*-Peripherie handelt es sich zum Beispiel um die die G9x (Maus) und die G110-Tastatur mit leicht verändertem Gehäuse, grüner Hintergrundbeleuchtung und hervorgehobenen WASD- und Pfeiltasten. Razers *Battlefield 3*-Maus ist eine mit dem Spielelogo verzierte Imperator 4G, das passende Mauspad ein optisch aufgemotztes Scarab. Steelseries gibt den *Diablo 3*-Produkten zwar eine auf den kommenden Titel abgestimmte Ausstattung mit, doch genau betrachtet entspricht diese auch nur den Standards einer guten Spielermaus. So entscheidet letztendlich der Käufer, ob er für die schmucke Optik wirklich einen Preisaufschlag von teils fast 20 Prozent zahlen will. Ich jedenfalls werde das nicht machen.

Bild: Benq

Test: RTS-Monitor von Benq

Mit dem RL2240H bietet Benq einen speziell für Echtzeit-Strategiespiele konzipierten Monitor an. PCGH hat den Test gemacht.

Der RTS-Monitor aus dem Hause Benq besitzt eine Auflösung von 1.920 x 1.080 auf 21,5 Zoll. Die Anschlussmöglichkeiten sollten dank D-Sub-, DVI-D- und HDMI-Anschluss kaum Wünsche offen lassen. Eine vorbildliche Reaktionszeit von 17 Millisekunden sowie ein praktisch nicht wahrnehmbarer Inputlag von 7 Millisekunden versprechen sehr gute Gaming-Eigenschaften. Schlieren sind damit auch kaum sichtbar, allerdings stellt sich besonders im Desktop-Betrieb eine starke Korona-Bildung ein. Im Praxistest mit diversen Spielen relativierte sich diese erstaunlicherweise auf ein akzeptables Niveau. Demzufolge empfanden wir den RL2240H subjektiv als spieletauglich, obgleich das Bild im Desktop-Betrieb durch starke Korona-Bildung getrübt wird.

Des Weiteren imponiert der RL2240H durch eine hohe Maximalleuchtkraft von fast 300 Candela pro Quadratmeter. Damit lässt sich der Monitor auch an sonnigen Plätzen problemlos betreiben. Die Leistungsaufnahme bleibt dabei mit lediglich 22 Watt erstaunlich gering. Allerdings weist die Helligkeitsverteilung mit einer Abweichung von maximal 15 Prozent leichte Unregelmäßigkeiten auf. Auch das Kontrastverhältnis fällt mit 720:1 etwas gering aus. In dunklen Szenen kann der RL2240H dank Black Equalizer-Technologie dennoch punkten. Diese erhellt dunkle Umgebungen, damit Sie Ihre Gegner (in RTS-Spielen) schneller lokalisieren. Gute Arbeit hat Benq bei der Interpolation von kleineren Auflösungen geleistet. Diese geschieht automatisch und besticht durch eine scharfe Darstellung. Dem steht die Farbechtheit entgegen, welche in unserem Test nur ein befriedigendes Ergebnis erreicht hat. *(fas/ma)*

Benq RL2240H

FAZIT: Wenn Sie über die Korona-Bildung hinwegsehen können, liefert Benq Ihnen mit dem RL2240H einen Gaming-Monitor mit überzeugenden Leistungswerten. Zum Preis von 140 Euro wird Ihnen einiges geboten.

Hersteller: **Benq**
Web: **www.benq.de**
Preis: **Ca. € 140,-** | Preis-Leistung: **Gut**

+ Reaktionszeit	Ausstattung	2,28
+ Inputlag	Eigenschaften	2,45
− Korona-Bildung	Leistung	2,3
WERTUNG		**2,33**

Test: Wavemaster Stax

Das 2.1-System von Wavemaster liefert neben der futuristischen Optik ordentlichen Klang und gute Eigenschaften für nur 45 Euro.

Produktname	STAX
Hersteller (Webseite/Bezugsquelle)	Wavemaster (wavemaster.eu/de)
Marktpreis (ca.)	Ca. € 50,-/gut
Art	2.1-System
Abmessungen Subwoofer (H x B x T)*	26,3 x 18,5 x 23,2 cm
Abmessungen Satellit (H x B x T)*	20,5 x 10 x 10 cm
Chassisbestückung Subwoofer*	12,5 cm Langhub
Chassisbestückung Satellit*	2x 25 mm Breitband
Ausstattung (20%)	**3,13**
Anschlüsse	Stereoklinkeneingang, Durchschleifmöglichkeit für Mikrofon, Systemanschluss für Kabelfernbedienung (3,0)
Bedienung	Kabelfernbedienung (Lautstärke, Stand-by) (2,75)
Möglichk. einer Klangbeeinflussung	Subwooferlautstärke (4,0)
Zubehör	2 x 3,5-mm-Klinke, Klinke-auf-Cinch-Adapter (2,75)
Sonstiges	Nicht vorhanden
Eigenschaften (20%)	**1,67**
Negative Auffälligkeiten im Test	Keine (1,0)
Ergonomie der Bedienelemente	Gut erreichbar, echter Netzschalter (3,0)
Verarbeitung	Keine Beanstandungen (1,0)
Leistung (60%)	**3,28**
Praxiseindrücke (60%)	3,62
Grundcharakteristik (Tiefen, Mitten, Höhen) (15%)	Recht präziser Tiefton, Frequenzloch im Übernahmebereich, Hochtondetaillierung verbesserungswürdig (3,5)
Pegelfestigkeit (10%)	Erhöhte Zimmerlautstärke ohne Probleme, darüber Einbruch der Satelliten (3,0)
Raumabbildung (15%)	Phantommitte wird gebildet, Andeut. von Bühnenbreite (3,0)

02/2012 SPAR-TIPP Wavemaster STAX PCGames Hardware

FAZIT

⊕ Geringe Abmessungen
⊕ Stromsparend im Betrieb
⊖ Klang nur auf Einsteigerniveau

Wertung: **2,93**

Die Satelliten des Wavemaster Stax lassen sich dank ihrer kompakten Abmessungen auch auf kleinen Schreibtischen problemlos aufstellen. Sie verfügen jeweils über zwei 25-mm-Breitbänder; die Satelliten sollen aufgrund besonderer Sorgfalt bei der Auswahl der Chassis nur einen geringen Einbruch im Übernahmebereich zum Subwoofer bieten. Dieser besitzt einen 12,5-cm-Langhubtieftöner. Zudem bietet der Subwoofer einen Lautstärkeregler, um die tiefen Töne zu bändigen. Praktischerweise findet sich auch ein echter Netzschalter auf der Rückseite, um das Gerät vom Stromnetz zu trennen. Die übrige Bedienung erfolgt über eine Kabelfernbedienung, welche (wie die Satelliten) über ein langes Anschlusskabel verfügt und daher ohne Probleme auf dem Schreibtisch platziert werden kann.

Wenn audiophiles Musikgenießen nicht auf dem Programm steht und das Wavemaster Stax nur zur klanglichen Unterlegung der Ausflüge eines Spielehelden in das Pixeluniversum dient, reicht das 2.1-System vollkommen. Diese Kulisse wird nämlich durchaus brauchbar aufgebaut und steht qualitativ den Konkurrenten in dieser Preisklasse in nichts nach. Der Subwoofer sticht hier sogar positiv heraus, da er sich angemessen einpegeln lässt und nicht schon auf niedrigster Stufe den Ärger der Nachbarn erregt – leider keine Selbstverständlichkeit. Nur im Direktvergleich mit teureren und qualitativ höherwertigen Systemen fällt dann eine für diese Klasse übliche Detailarmut im Hochtonbereich auf. Im Vergleich zu anderen Lautsprechersystemen dieser Klasse gibt es zudem eine kleine Absenkung im Übernahmebereich zwischen Subwoofer und Satelliten. Der Mitteltonbereich bewegt sich bei angemessenen Pegeln ebenfalls noch im annehmbaren Bereich und sorgt für eine saubere Stimmwiedergabe.

Fazit: Für Spieler, bei denen Musikwiedergabe Nebensache ist oder nicht am PC stattfindet und die einen Subwoofer benötigen, der sich weit im Pegel reduzieren lässt, ist das kompakte Wavemaster Stax eine gute und für 45 Euro erfreulich günstige Wahl. *(dr)*

Diablo-3-Headset

Noch vor dem Start von Blizzards Action-Rollenspiel bietet Steelseries ein optisch passendes Stereo-Headset mit USB-Anschluss.

Dank Verzierungen und Beleuchtung passt das Steelseries-Headset zwar zu *Diablo 3*, echte Vorteile (etwa in das Spiel integrierte Funktionen) gibt es aber nicht. Dank des dynamischen Kopfbügels bietet das 258 Gramm leichte Headset hohen Tragekomfort; für große oder leicht abstehende Ohren ist die nur zwei cm tiefe Lederpolsterung aber nicht optimal. Der Klang ist gut, in Höhen fehlen aber Details. Tipp: Das Siberia V2 mit gleichem Chassis kostet ohne USB-Soundkarte nur 60 Euro; mit USB sind es 85, bei der *Diablo 3*-Version 95 Euro. *(dm)*

Nesteq Air Board

Sie suchen noch nach einer Mini-Tastatur, die sich auch sehr gut als Fernbedienung für den Multimedia-PC eignet? Da hätten wir was für Sie.

Einerseits ist das Air Board von Nesteq ein handgeführtes Zeigergerät, das Bewegungen der Hand in der Luft verarbeitet, um damit den Mauszeiger am PC zu steuern. Andererseits besitzt das Eingabegerät mit Klavierlackoptik eine vollwertige QWERTZ-Tastur, die neben den Standardtasten (inklusive Pfeiltasten und Doppelbelegung via Alt Gr) auch noch über neun auf die F-Tasten gelegte Multimedia-Funktion verfügt. Für die Verbindung mit dem PC sorgt ein kleiner 2,4-GHz-Funkempfänder mit einer gemessenen Reichweite von über 10 Metern.

Wie wir im Test feststellten, eignet sich das Air Board sehr gut als Fernbedienung für einen Multimedia-PC. Die Mausfunktion arbeitet präzise, besonders praktisch ist die Doppelklick-Funktion, die es ermöglicht, den Mauszeiger auch ohne das Halten der „Nesteq"-Taste über den Bildschirm zu bewegen, so bleibt der Daumen für die Tasten mit Klick-Funktion. Auch der Druckpunkt der sinnvoll am oberen und unteren Ende angeordneten und zu vielen Media-Playern (u. a. VLC-Player, Power DVD, Windows Media Player) kompatiblen Pfeil- und Sondertasten ist direkt. Allerdings vermissen wir die Windows-Taste sowie Knöpfe für den Bildlauf. Außerdem fehlt dem All-in-One-Gerät eine gerade in abgedunkelten Räumen unverzichtbare Beleuchtung. Dazu kommt, dass man es dank achsensymmetrischer Form schnell mal verkehrt herum hält. *(fs)*

Air Board

FAZIT: Die Kombination aus einer funktionalen Tastatur und der sehr gut reagierenden Maus-Bewegungssteuerung macht das Air Board zum empfehlenswerten Multimedia-PC-Fernsteuerung, die bisherigen Lösungen wie dem Cideko Air Keyboard überlegen ist.

Hersteller: **Nesteq**
Web: **www.nesteq.net**
Preis: **Ca. € 50,-** | Preis-Leistung: **Gut bis sehr gut**

WERTUNG ★ ★ ★ ★ ★

Bild: Fujitsu

Einkaufs-führer
auf Seite 138

Vier LCDs mit hoher Auflösung im Test

4-Megapixel-Displays

Ihnen sind die üblichen 2 Megapixel (Full HD: 1.920 x 1.080) zu wenig und Sie wollen Spiele in noch detaillierterer Auflösung nutzen? Dann werfen Sie einen Blick auf die neuen hochauflösenden LCDs.

Der Boom von LCD-Fernsehern mit Full-HD-Auflösung (1.920 x 1.080) hat auch im PC-Sektor dafür gesorgt, dass die 16:9-Auflösung zum Quasi-Standard für neue Monitore geworden ist. Doch für viele Spieler mit schnellen Rechnern ist das einfach zu wenig und Downsampling erhöht nun mal nicht die native Auflösung. Im Medizin- und Bildbearbeitungsbereich sind Displays mit sehr hoher Pixeldichte schon lange Standard, nun rutschen die Preise von 27- und 30-Zöllern mit hoher Auflösung von 2.560 x 1.440 beziehungsweise 2.560 x 1.600 in bezahlbare Bereiche. Eines dieser LCDs ist sogar schon für rund 500 Euro erhältlich – ein fast unschlagbarer Preis. Wir haben vier aktuelle Displays dieser Klasse auf Spieletauglichkeit geprüft.

Der High-Resolution-Vorteil

Der Bildvergleich im Extrakasten auf der nächsten Seite zeigt, welche Vorteile ein LC-Display mit hoher Auflösung hat: Bei gleicher Zoomstufe ist das Bild deutlich detailreicher. Von einer hohen Auflösung profitiert die Bildschärfe in Spielen selbst dann, wenn die Pixeldichte gering ausfällt. In 3D-Applikationen wird mit zunehmender Entfernung von der Spielfigur auf eine detailärmere Darstellung umgeschaltet, um Flimmern zu vermeiden (MIP-Mapping). Je höher die gerenderte Auflösung, desto später tritt dieser Effekt ein – und Texturen werden über größere Flächen mit ihrer vollen Qualität dargestellt.

Testmethoden

Die Leuchtdichte der Monitore messen wir bei den Einstellungen 0, 50 und 100 Prozent Helligkeit des jeweiligen Bildschirms. Zur Helligkeitsverteilung: Wir geben die maximale Abweichung vom Mittelpunkt des Monitors an. Dazu nehmen wir neun Messungen auf dem Bildschirm vor. Die Angaben im Bereich „Eigenschaften" – Betrachtungswinkel und Kontrastverhältnis (nur statisch) – werden ebenfalls im Testlabor ermittelt. Eine eventuelle Korona-Bildung durch den Einsatz von Bildverbesserungstechniken (Overdrive) geht gleichermaßen in die Leistungsnote ein.

Ein wichtiges Leistungsmerkmal für Spieler ist neben der Reaktionszeit der Inputlag (Signallaufzeit): Die meisten Spieler stört eine Signallaufzeit von zwei Fps nicht, das entspricht etwa 30 Millisekunden. Viele Profispieler nehmen solche Verzögerungen durch den Inputlag allerdings wahr. Daher sollte die Signallaufzeit im optimalen Fall unter 10 Millisekunden liegen. Mithilfe der Software Icolor messen wir die Farbtreue der Bildschirme. Das Programm gibt uns eine Kennlinie aus, die zeigt, wie gut das LC-Display die geforderten Farben wiedergibt. Hinzu kommt eine subjektive Einschätzung der Spieletauglichkeit.

Hazro HZ27WC: Das überraschend günstige 27-Zoll-LCD. Das Hazro HZ27WC wird in Deutschland nur von Mediafrost.de und vor allem für nur 500 Euro verkauft. Sie können das HZ27WC mit oder ohne Glasscheibe bestellen. Unser Testmuster hat eine Glasscheibe, was zu unangenehmen Spiegelungen führt. Der günstige Preis des HZ27WC schlägt sich vor allem in der Ausstattung nieder: So verfügt das LCD nur über einen DVI-D-Duallink-Eingang und auf ein Bildschirmmenü (OSD) wurde komplett verzichtet. Sie können nur die Helligkeit des Displays ändern, andere Funktionen sind nicht vorgesehen. Ein OSD und mehr Anschlüsse sind dem teureren HZ27WD (ca. 650 Euro) vorbehalten.

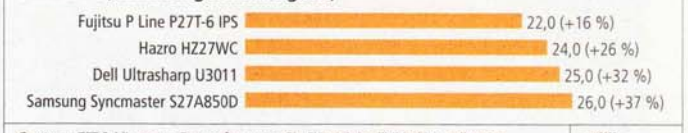
Hazro setzt ein IPS-Panel von Samsung und eine LED-Hintergrundbeleuchtung ein. Damit erreicht das Display ein gutes statisches Kontrastverhältnis von 900:1, einen hohen Blickwinkel von 170 Grad sowie eine homogene Ausleuchtung: Die Abweichungen in der Helligkeitsverteilung liegen bei maximal 9 Prozent. Die für Spieler wichtige Interpolation können Sie nicht steuern, sie erfolgt automatisch, aber im richtigen Seitenverhältnis. Sehr erfreulich ist der kurze Inputlag von 10 Millisekunden. Auch die Reaktionszeit ist mit 24 Millisekunden für ein IPS-Gerät akzeptabel. In Spielen sind aber deutliche Schlieren und auch eine Korona-Bildung sichtbar. Downsampling per Nvidia-Treiber wird vom Hazro HZ27WC wie auch von den anderen LCDs dieses Tests nicht unterstützt. Fazit: Das Hazro HZ27WC bietet für nur 500 Euro eine wirklich gute Leistung und ist für ein 27-Zoll-LCD mit 2.560 x 1.440 Bildpunkten ein echtes Schnäppchen.

Dell Ultrasharp U3011: Maximale Fläche und maximale Auflösung. Das Dell Ultrasharp U3011 gehört zu den wenigen verfügbaren 30-Zoll-LCDs, die für weniger als 1.000 Euro erhältlich sind. Dazu bietet das U3011 eine Auflösung von 2.560 x 1.600 – was 4.096.000 Pixeln entspricht. Das IPS-Panel wird von einer CCFL-Lichteinheit durchleuchtet. Dies sorgt zwar für eine gute Farbechtheit, aber hat bis zu 160 Watt Energieaufnahme zur Folge. Beim Thema Anschlüsse ist das U3010 spitze ausgestattet, denn es sind zweimal DVI-D (DL), zweimal HDMI, einmal Display-Port sowie Composite und D-Sub vorhanden. Die volle Auflösung (2.560 x 1.600) können Sie aber nur mit DVI-D (DL) oder Display-Port nutzen.

Die Reaktionszeit im Farbkombinationstest liegt bei 25 Millisekunden, damit sind Schlieren erkennbar. Eine Koronabildung sehen wir nicht. Der Inputlag liegt bei 20 Millisekunden – dies ist noch vertretbar. Im subjektiven Spieletest stört das Nachziehen bei schnellen Bewegungen. Bei der Interpolation fällt auf, dass das U3011 vor allem Probleme hat, 1.920 x 1.080 sauber auf die native Auflösung zu berechnen. Texte werden unscharf und schlecht lesbar dargestellt. Ebenfalls nicht überragend ist die Helligkeitsverteilung: An den Rändern leuchtet das Display bis zu 20 Prozent schwächer als im Mittelpunkt. Fazit: Das Dell Ultrasharp U3011 eignet sich nur bedingt zum Spielen, kostet aber mit rund 960 Euro für einen 30-Zöller sehr wenig.

Samsung Syncmaster S27A850D: Neuartiges Panel im Einsatz. Am Samsung Syncmaster S27A850D fällt sofort auf, dass ein Panel-Typ mit der Bezeichnung PLS (Plane to Line Switching) zum Einsatz kommt. Diese Technik sorgt für einen extrem hohen Blickwinkel von fast 180 Grad. PLS-Displays sind noch nicht besonders verbreitet: Unter anderem nutzen einige Galaxy-Tab-Geräte diese Technik. An der Schaltgeschwindigkeit hat Samsung gegenüber IPS ▷

Reaktionszeit ist zu hoch



System: TFT-Schlierentest **Bemerkungen:** Ein Flüssigkristallbildschirm sollte eine Reaktionszeit von weniger als 20 Millisekunden erreichen, damit in Spielen keine störenden Schlieren sichtbar werden.

Millisekunden ◀ Besser

Inputlag teilweise viel zu lang

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

Millisekunden ◀ Besser

Energieaufnahme: LED-Licht spart Strom

System: Watts Up? Pro **Bemerkungen:** Die Monitore mit LED-Hintergrundbeleuchtung (Benq, Samsung und Hazro) kommen mit einer deutlich geringeren Energieaufnahme aus als die Displays mit CCFL-Lichteinheit (Fujitsu und Dell).

Watt ◀ Besser

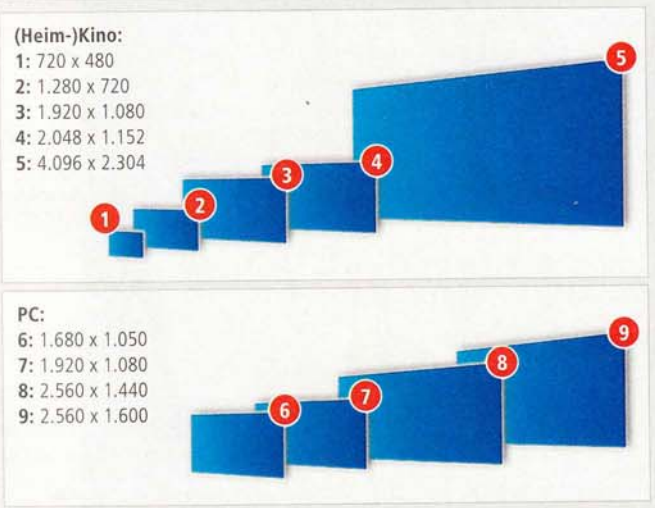
Vergleich der Auflösungen bei gleicher Zoomstufe (in Anno 2070)

Auf dem 27-Zoll-LCD mit Full-HD-Auflösung sind die Pixel ohne große Schwierigkeiten auch mit dem Auge erkennbar. Die Details am Gebäude sind unscharf.

Mit Downsampling (2.880 x 1.620) wirkt das Bild auf dem Full-HD-LCD weniger pixelig, aber an der Detailschärfe kann technikbedingt nichts geändert werden.

Der 27-Zoll-Monitor mit der Auflösung 2.560 x 1.440 kann das Gebäude sehr detailreich darstellen, ohne dass die Feinheiten verwaschen wirken.

Vergleich: Größenverhältnisse der Auflösungen



Der Vergleich oben zeigt die Dimensionen der verschiedenen Auflösungen bei gleicher Pixeldichte.

Die Full-HD-Auflösung 1.920 x 1.080 (2 Megapixel; Bild 3 und 7) wird im Heimkino- und inzwischen auch im PC-Bereich am häufigsten eingesetzt. Im Kino oder in der Medizin gibt es allerdings schon deutlich höher auflösende Anzeigegeräte, die teilweise bis zu 10 Megapixel (Bild 5) darstellen können. Die Preise für einen entsprechenden Monitor oder Projektor beginnen bei rund 25.000 Euro. Wenn Ihnen 3,7 (Bild 8) bis 4 Megapixel (Bild 9) ausreichen, dann können Sie einen 27- oder 30-Zoll-Bildschirm kaufen, den wir in diesem Testartikel vorgestellt haben.

nichts geändert: Wir messen mit der Einstellung „Faster" im OSD 32 Millisekunden. Die Option „Fastest" ermöglicht 26 Millisekunden, damit ist aber auch eine deutliche Koronabildung sichtbar. Enttäuschend ist der Inputlag mit 40 Millisekunden. Dies stört bei Shootern stark, da das Bild spürbar verzögert angezeigt wird. Für das Samsung Syncmaster S27A850D sprechen ein geringer Stromverbrauch, ein hohes statisches Kontrastverhältnis von 953:1, der große Blickwinkel sowie eine gute Farbbrillanz und eine akzeptable Helligkeitsverteilung. Fazit: Rund 660 Euro sind für das Syncmaster S27A850D angesichts der Ausstattung ein fairer Preis; Shooter-Spieler sollten aber die Finger davon lassen.

Fujitsu P Line P27T-6 IPS: Preiswertes Markendisplay für den Office-Bereich. Das Fujitsu P Line P27T-6 IPS ist bei einigen Händlern schon für 650 Euro erhältlich, für die Größe ist das teuer, doch für die gebotene Auflösung von 2.560 x 1.440 Pixeln ist das LCD preiswert. Zudem bietet der Bildschirm zahlreiche Eingänge wie D-Sub, DVI-D, 2x HDMI und Displayport. Blickwinkel und Kontrastverhältnis sind gut, Reaktionszeit und Inputlag mit 22 beziehungsweise 40 Millisekunden allerdings zu schlecht. Vor allem die Signallaufverzögerung stört beim Spielen sehr stark. Sonst bietet das Fujitsu solide Leistungswerte: Farbbrillanz und Interpolation sind gut bis sehr gut. Nur die Helligkeitsverteilung ist mit Abweichungen von bis zu 21 Prozent in der Leuchtkraft nur befriedigend. Fazit: Das Fujitsu P Line P27T-6 IPS hinterlässt einen soliden Eindruck, selbst die Reaktionszeit wäre noch verschmerzbar, aber der hohe Inputlag ist für Spieler einfach zu schlecht. *(ma)*

Fazit

Hochauflösende Displays

Der Test zeigt, dass hochauflösende LCDs bisher nicht für Spieler konzipiert sind, Reaktionszeiten und Inputlag sind teilweise einfach zu hoch. Erfreulich ist, dass die Preise aktuell im freien Fall sind – ein 27-Zoll-LCD mit 2.560 x 1.440 Bildpunkten für rund 500 Euro ist sehr günstig. Das preiswerteste Marken-Display liegt bei ca. 650 Euro.

LCDS

Auszug aus Testtabelle mit 40 Wertungskriterien

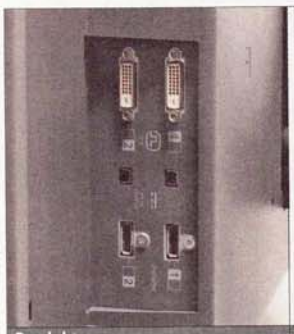
Produkt	HZ27WC	Ultrasharp U3011	Syncmaster S27A850D	P Line P27T-6 IPS
	27 Zoll	30 Zoll	27 Zoll	27 Zoll
Hersteller	Hazro	Dell	Samsung	Fujitsu
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 500,-/gut	Ca. € 960,-/befriedigend	Ca. € 660,-/befriedigend	Ca. € 650,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/662787	www.pcgh.de/preis/574926	www.pcgh.de/preis/641628	www.pcgh.de/preis/583039
Ausstattung (20 %)	**2,48**	**1,09**	**1,38**	**1,37**
Diagonale/Anschlüsse	68,5 cm (27 Zoll)/DVI-D (DL)	75,6 cm (30 Zoll)/2x DVI-D (DL), 2x HDMI (HDCP), Display-Port (HDCP), Composite, D-Sub	68,6 cm (27 Zoll)/2x DVI-D (DL), Display-Port (HDCP)	68,5 cm (27 Zoll)/DVI-D (DL), 2x HDMI (HDCP), Display-Port (HDCP), D-Sub
Max. Auflösung/Pixelabstand	2.560 x 1.440/0,233 mm	2.560 x 1.600/0,2505 mm	2.560 x 1.440/0,233 mm	2.560 x 1.440/0,233 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung	IPS (In-Plane Switching)/LED	IPS (In-Plane Switching)/CCFL	PLS (Plane to Line Switching)/LED	IPS (In-Plane Switching)/CCFL
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil	6 ms/ extern	7 ms/ intern	5 ms/ extern	6 ms/ intern
Gewicht/Maße	10 kg/ 65,4 x 47,9 x 18 cm	9,3 kg/ 69,5 x 48,1 x 21,1 cm	6,6 kg/64,2 x 44,3 x 22,5 cm	10,2 kg/ 64,6 x 41,6 x 25,2 cm
Drehbar/neigbar/höhenverstellbar	0 Grad/20 Grad/0 mm	90 Grad/30 Grad/90 mm	120 Grad/30 Grad/150 mm	0 Grad/35 Grad/130 mm
TCO/Garantie	-/2 Jahre	-/3 Jahre	5.0/3 Jahre	03/3 Jahre
Sonstiges	Lautsprecher	USB-2.0-Hub, Kartenleser, Lautsprecher	USB 3.0-Hub, Lautsprecher	Pivot, USB-2.0-Hub, Lautsprecher
Eigenschaften (20 %)	**2,60**	**2,66**	**2,19**	**2,71**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/170 Grad	170/170 Grad	178/178 Grad	165/165 Grad
Downsampling (50 %/100 %)	Nicht möglich/nicht möglich*	Nicht möglich/nicht möglich*	Nicht möglich/nicht möglich*	Nicht möglich/nicht möglich*
Kontrastverhältnis (statisch)	900:1	810:1	953:1	873:1
Leistungsaufnahme**/Stand-by	70/<1 Watt	157/<1 Watt	51/<1 Watt	108/<1 Watt
Leistung (60 %)	**2,05**	**2,66**	**2,88**	**2,80**
Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung	24 ms/sichtbar/sichtbar	25 ms/sichtbar/gering	26 ms/sichtbar/sichtbar	22 ms/sichtbar/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag	Bedingt/10 ms	Bedingt/20 ms	Bedingt/40 ms	Bedingt/40 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)	130, -, 270 cd/m²	138, 184, 404 cd/m²	70, 199, 381 cd/m²	80, 173, 349 cd/m²
Interpolation***	Automatisch/gut	Vollbild, 4:3/Befriedigend bis gut	Vollbild, 4:3/befriedigend	Vollbild, 4:3/befriedigend bis gut
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)	Max. 9 %	Max. 20 %	Max. 14 %	Max. 21 %
Farbbrillanz/Farbechtheit	Gut	Gut	Gut	Gut bis sehr gut
FAZIT	+ Geringer Inputlag − Kein OSD (Bildschirmmenü) − Spiegelt stark	+ Maximale Helligkeit − Helligkeitsverteilung − Stromverbrauch	+ Betrachtungswinkel − Hohe Reaktionszeit − Hoher Inputlag	+ Farbbrillanz/Farbechtheit − Hoher Stromverbrauch − Hohe Reaktionszeit
	Wertung: **2,25**	Wertung: **2,34**	Wertung: **2,44**	Wertung: **2,50**

* Von Treiberversion abhängig ** Helligkeit auf 100 Prozent *** 1.280 x 1.024/1.680 x 1.050

Eizo Duravision FDH3601: 25.000-Euro-LCD im Test

8,8-Megapixel-Display

Eizo bietet für Spezialanwender seit einigen Wochen das 36,4-Zoll-LCD Duravision FDH3601 an. Der Clou des Monitors ist die riesige Auflösung von 4.096 x 2.160 Bildpunkten.



Produkt	Duravision FDH3601
Hersteller	Eizo
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 25.000,-/-
PCGH-Preisvergleich	-
Ausstattung (20 %)	**Keine Wertung**
Diagonale/Anschlüsse	92,4 cm (36,4 Zoll)/2x DVI-D (DL), 2x Displayport
Max. Auflösung/Pixelabstand	4.096 x 2.160/0,199 mm
Panel/Hintergrundbeleuchtung	Keine Angabe/LED
Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil	8 ms/extern
Gewicht/Maße	31 kg/90 x 64 x 32 cm
Drehbar/neigbar/höhenverstellbar	0 Grad/40 Grad/120 mm
TCO/Garantie	-/2 Jahre
Sonstiges	USB-Hub
Eigenschaften (20 %)	**Keine Wertung**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	176/176 Grad
Downsampling (50 %/100 %)	Nicht möglich/nicht möglich
Kontrastverhältnis (statisch)	815:1
Leistungsaufnahme/Stand-by	217/2 Watt
Leistung (60 %)	**Keine Wertung**
Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung	40 ms/deutlich sichtbar/gering
Subjektiv spieletauglich/Inputlag	Nein/47 ms
Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)	7, 166, 652 cd/m²
Interpolation	Automatisch/Sehr gut
Helligkeitsverteilung (Abweichungen)	Max. 4 %
Farbbrillanz/Farbechtheit	Sehr gut
FAZIT	⊕ Helligkeitsverteilung ⊕ Interpolation ⊖ Reaktionszeit/Inputlag Kein Wertung

Bei einem Preis von rund 25.000 Euro ist klar, dass Eizo das Duravision FDH3601 nicht für Privatanwender vorgesehen hat. Hauptsächlich Universitäten oder andere technische Einrichtungen benötigen solche LCDs mit 4.096 x 2.160 Pixeln. Die Darstellungsmöglichkeit von 8,8 Megapixel hat die PCGH-Redaktion fasziniert, denn schon lange sind moderne Grafikkarten mit Full-HD-LCDs (1.920 x 1.080) unterfordert und Multi-Monitoring mit 30-Zöllern (2.560 x 1.600) hat den Nachteil der Rahmen im Blickfeld.

Duravision FDH3601 in der Spiele-Praxis

Damit Sie das Duravision FDH3601 nutzen können, müssen Sie es entweder mit zweimal DVI-D-Duallink oder zweimal Displayport an den Rechner anschließen. Zunächst wird das LCD als zwei Monitore erkannt und der Desktop entsprechend aufgeteilt. Möchten Sie das Eizo als einen Bildschirm nutzen und auch in der vollen Auflösung spielen, müssen Sie mithilfe von AMDs Eyefinity- oder Nvidias Geforce-Vision-Surround- (nur im SLI-Modus verfügbar) eine sogenannte Display-Gruppe erstellen. Anschließend erscheint der Desktop auf dem ganzen Bildschirm.

Eizo gibt eine Reaktionszeit von acht Millisekunden (Grau zu Grau) an, wir messen 40 Millisekunden. Der Inputlag liegt bei 47 Millisekunden. Die verzögerte Bildausgabe ist in Spielen deutlich wahrnehmbar und auch störend. Trotzdem ist das Herumwandern in Spielen wie *Skyrim* auf 4.096 x 2.160 Pixeln sehr beeindruckend. Das liegt sicher auch an der Farbpräzision mit 16-Bit-Look-Up-Table und bis zu 10-Bit-Farbwiedergabe.

Über die Art des eingesetzten Panels macht Eizo keine Angaben. Die Hintergrundbeleuchtung wird von LEDs übernommen, die bis zu 652 cd/m² erzeugen. Entsprechend liegt die Energieaufnahme bei rund 220 Watt. Interpolation und Helligkeitsverteilung sind sehr gut. *(ma)*

Fazit

Duravision FDH3601

Die Auflösung des Duravision FDH3601 ist sehr beeindruckend und für Spieler interessant. Zudem unterstützen nahezu alle aktuellen Spiele die hohe Auflösung. Wenn Eizo die Overdrive-Technik verbessert, den Inputlag reduziert und vor allem den Preis senkt, wäre das Duravision FDH3601 tatsächlich eine Überlegung für Spieler wert.

Vergleich der Pixeldichte

Der 27-Zoll-Monitor stellt das Gebäude schon sehr fein dar, aber ...

... das Duravision FDH3601 kann es noch deutlich besser abbilden.

Vier neue mechanische Tastaturen und fünf Spielermäuse im Test

Wer spielt mit mir?

Dank umfangreicher Ausstattung werden mechanische Tastaturen für Spieler immer interessanter. Wir zitieren vier neue Edel-Keyboards ins Testlabor. Zusätzlich mit im Test: vier neue Spielermäuse.

Bisher waren es nur der unverkennbare, vor allem von Vielschreibern geliebte direkte Anschlag und Druckpunkt, der eine mechanische Tastatur ihrem Gummidom-Pendant überlegen machte. Bei Extras wie der Tastenbeleuchtung oder Makrofunktion hatten die Tastenbretter ohne mechanische Schalter die Nase vorn und waren daher für den Spieler die bessere Wahl. Einzige Ausnahme: Razers Black-Widow-Ultimate-Editionen. Mit den von uns getesteten mechanischen Keyboards tritt jetzt eine Generation an, die mit ihrer Ausstattung speziell auf den Spieler zugeschnitten ist. Doch was nützt eine spielertaugliche Tastatur, wenn die mit ihr zum Einsatz kommende Maus dieses Kriterium nicht erfüllt? Für die vier zusätzlich getesteten Mäuse sollte das nicht zutreffen, werden sie doch vom Hersteller als Gamer-Mäuse beworben.

Tt Esports Meka G-Unit: Empfehlenswerte mechanische Tastatur für Spieler. Die Meka G-Unit bietet viele Extras wie 12 Makrotasten, einen Profilspeicher, die Transporttasche, ein abnehmbares USB-Kabel sowie einen Kabelschacht unter der Tastatur. Eine Beleuchtung besitzen jedoch nur spielerelevante Tasten wie etwas „WASD" oder die Pfeiltasten. Trotz Handballenablage und Höhenverstellung ist die Ergonomie dank des geringen Neigungswinkels der im Standard-Layout angeordneten Tasten nicht optimal. Dazu kommt ein geschrumpftes Haupttastenfeld, um Platz für Makrotasten am linken Rand zu schaffen. Da alle Haupttasten kleiner geraten sind, verfehlt man beim Tippen oft die linke Shift-Taste und landet auf der Feststell- oder der T11-Taste – dadurch eignet sich die Tastatur nur bedingt für Vielschreiber. Es hilft auch wenig, dass Sie dank der hohen Betätigungskraft der schwarzen Cherrys das zufällige Drücken einer unerwünschten Taste noch abstoppen können. Auf das Spielvergnügen mit der Meka G-Unit wirkt sich das kaum aus, hier punkten die Cherry-MX-Black-Schalter mit ihren speziellen Eigenschaften (siehe Kasten rechts).

Corsair Vengeance K90: Mechanik für MMORPG-Spieler. Mit der Vengeance K90, bei der Corsair die roten Cherry-MX-Schalter (Haupttastenfeld, Nummerblock, Pfeiltasten) mit der Gummidom-Technik (G-Tasten, F-Tastenreihe, oberer Nummernblock) kombiniert, hat man vor allem den Online-Rollenspieler im Visier. Dementsprechend umfangreich ist die Ausstattung. Neben einer gummierten Handballenablage, einer dreistufigen Beleuchtung sowie fünf Multimedia-Tasten besitzt die K90 einen internen Profilspeicher (drei Profile) für die je 18 Makros, die direkt aufgezeichnet und mit den G-Tasten abgerufen werden können. Letztgenannte sind links neben den Haupttasten sowie deutlich tiefer positioniert – das verhindert ein unbewusstes Auslösen. Das teils aus Alu gefertigte Gehäuse sowie der fehlende Tastenrahmen machen die K90 zwar zum Hingucker, doch das außergewöhnliche Design hat seinen Preis: da der Abstand zwischen der F-Tasten-Reihe sowie der ESC-Taste und dem Haupttastenfeld zu gering ist, drückt man beim Schreiben oft unbeabsichtigt F12 statt Backspace beziehungsweise Tilde statt ESC. Während Druckpunkt und Anschlag der Gummidom-Tasten allenfalls gut ausfallen, überzeugen die roten Cherrys mit ihrem geringeren Betätigungsdruck (45 g), der Vielschreibern zu niedrig sein könnte, jedoch sehr schnelle Mehrfachbetätigung der Tasten in Spielen ermöglicht.

MECHANISCHE TASTATUREN

Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien

Produktname	Meka G-Unit	Vengeance K90	Zibal 60	Vengeance K60
Hersteller (Webseite)	Tt esports (www.ttesports.de)	Corsair (www.corsair.com)	Mionix (www.mionix.net)	Corsair (www.corsair.com)
Preis/Preis-Leistung	Ca. € 100,-/gut	Ca. € 110,-/gut	Ca. € 130,-/befriedigend	Ca. € 90,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/677818	www.pcgh.de/preis/681684	www.pcgh.de/preis/632181	www.pcgh.de/preis/681681
Bauart/Anschluss	Kabeltastatur/USB	Kabeltastatur/USB	Kabeltastatur/USB	Kabeltastatur/USB + PS/2 (per Adapter)
Ausstattung (20 %)	**1,73**	**1,85**	**2,60**	**3,03**
Kabellänge	Ca. 190 cm	Ca. 190 cm	Ca. 160 cm	Ca. 190 cm
Handballenablage	Ja	Ja (gummiert)	Ja	Ja, nur für den linken Handballen
Beleuchtung	Ja (nur bestimmte Tasten)	Ja (individuell einstellbar)	Ja (individuell einstellbar)	Nein
Tastenanzahl	128 Tasten	134 Tasten + Scrollrad für die Lautstärke	105 Tasten	111 Tasten + Scrollrad für die Lautstärke
USB-Ports/Soundanschlüsse	Ja, zwei USB-2.0-Anschlüsse/Ja, Köpfhörer und Mikrofon	Ja, einen USB-2.0-Anschluss/nein	Ja, zwei USB-2.0-Anschlüsse/Ja, Köpfhörer und Mikrofon	Ja, einen USB-2.0-Anschluss/nein
Extras	Makrofunktion, Teilbeleuchtung (5 Stufen), 7 Multimediatasten, Profilspeicher, Tasche, Kabelschacht, 1.000 Hz	Teilweise aus Alu, Makrofunktion (inklusive Direktaufzeichnung), Beleuchtung (3 Stufen), 5 Multimediatasten, Profilspeicher, 18 Makrotasten	Dreistufig beleuchtete Tasten (Einzelbeleuchtung WASD), 7 Multimediatasten	Ablage für die linke Hand, zusätzlich 10 rote Tastenaufsätze (gummiert), teilweise aus Alu, 5 Multimedia-Tasten, Srollrad (Lautstärke)
Höhenverstellung	Ja	Ja	Ja	Ja (Vorne und hinten)
Eigenschaften (20 %)	**2,20**	**1,78**	**1,85**	**2,01**
Tastaturlayout/Übersichtlichkeit	Full-Size (Standard MF)/gut	Full-Size (Standard MF)/gut	Full-Size (Standard MF)/sehr gut	Full-Size (Standard MF)/gut
Tastenhöhe (Haupttasten)	Normal	Normal	Normal	Normal
Ergonomie/Rutschfestigkeit	Gut/sehr gut	Gut bis sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut	Gut/gut
Gewicht	1.468 Gramm	1.262 Gramm	1.352 Gramm	1.018 Gramm
Windowstasten	Ja, per Taste deaktivierbar	Ja, per Taste deaktivierbar	Ja, nicht deaktivierbar	Ja, per Taste deaktivierbar
Abmessungen (BxTxH)	515 x 162 x 36 mm	503 x 210 x 35 mm	430 x 160 x 40 mm	435 x 165 x 35 mm
Leistung (60 %)	**1,45**	**1,95**	**1,90**	**2,15**
Tastenanschlag/Druckpunkt	Sehr gut/sehr gut	Gut bis sehr gut/Gut bis sehr gut	Sehr gut/sehr gut	Gut bis sehr gut/Gut bis sehr gut
Schakterart/Aktivierungsdruck	Cherry MX Black/60 g (durchschn. 40 g bis 80 g)	Cherry MX Red/45 g	Cherry MX Black/60 g (durchschn. 40 g bis 80 g)	Cherry MX Red/45 g
Key Rollover	6KRO (USB)	20KRO (USB)	6KRO (USB)	NKRO (PS/2)/20KRO (USB)
Duckjump-Kompatibilität*	Ja	Ja	Ja	Ja
Frei programmierbare Makros	Ja	Ja	Nein	Nein
Office-/Spiele-Tauglichkeit	Gut/sehr gut	Gut/sehr gut	Sehr gut/Sehr gut	Gut/sehr gut
FAZIT	⊕ Makrofunktion/spezielle Beleuchtung ⊕ Druckpunkt/Anschlag der mech. Tasten ⊖ Verkleinertes Haupttastenfeld	⊕ Ausstattung ⊕ Umfangreiche Makrofunktion ⊖ Tastenlayout/nicht komplett mechanisch	⊕ Tastenbeleuchtung ⊕ Druckpunkt/Anschlag der mech. Tasten ⊖ Nicht immer rutschfest	⊕ Druckpunkt/Anschlag der mech. Tasten ⊕ Für Spieler nützliche Extras ⊖ Ergonomie/Tastenlayout
	Wertung: **1,65**	Wertung: **1,69**	Wertung: **2,03**	Wertung: **2,30**

* „A", „D", „Strg" und Leertaste werden gleichzeitig gedrückt.

Mionix Zibal 60: Variabel beleuchtet, aber keine Makros. Die Ausstattung der 1.350 Gramm schweren Zibal 60 ist ordentlich. Ein Teil der F-Tasten ist mit sieben Multimediafunktionen doppelt belegt und auf der Rückseite des Gehäuses findet man zwei USB- sowie Soundanschlüsse (Line out/Mic in). Für die sehr gute Ergonomie sind die abnehmbare Handballenablage sowie die Höhenverstellung verantwortlich. Wird Letztgenannte ausgefahren, nimmt jedoch die Rutschfestigkeit ab, da die Haltefüße nicht gummiert sind. Die Intensität der Beleuchtung für die 105 im MF2-Standard angeordneten Tasten lässt sich dreistufig verstellen, es ist sogar möglich, nur die WASD-Tasten zu beleuchten. Dank ihrer linearen schwarzen Cherry-MX-Tastenschalter, die einen relativ hohen Betätigungsdruck (ca. 60 g) besitzen, eignet sich die Tastatur vor allem für Shooter. Auch Vieltippern wird der hohe Pressdruck und der direkte Anschlag der Tasten gefallen.

Corsair Vengeance K60: Stylish, aber nicht komplett mechanisch. Wie bei der Vengeance K90 bestückt Corsair auch beim kleineren Pendant nur die Haupt- und Pfeil-Tasten sowie die Tasten des Nummernblocks mit roten Cherry-MX-Schaltern. Da das Tastenlayout – mit Ausnahme des fehlenden G-Tasten-Blocks für Makros – dem der Vengenance K90 entspricht, kann es auch hier wegen der zu nah an das Haupttastenfeld gerückten F-Tastenreihe zu Problemen kommen. Dem Spieler werden mit den zehn roten Tastenabdeckungen und der Ablage für den linken Handballen, die die Ergonomie verbessert, nützliche Extras geboten. Nicht zu vergessen die roten Cherry-Schalter, die linear sind und sich sehr schnell mehrfach betätigen lassen. ▷

Fazit

Mechanische Tastaturen

Gamern empfehlen wir sowohl die Tt Esport Meka G-Unit als auch die Corsair Vengeance K90 – je nachdem, welcher Cherry-MX-Schaltertyp (schwarz/rot, hoher/geringer Aktivierungsdruck) bevorzugt wird. Wer neben dem Spielen auch sehr viel schreibt, trifft jedoch mit der Mionix Zibal 60 die bessere Wahl.

Kleine Schalterkunde: Cherry-Schalter im Detail

Cherry MX Black

Schwarze Cherrys sind linear und geben keine taktile (spürbare) Rückmeldung. Tasten mit diesem Schaltertyp müssen komplett durchgedrückt werden und besitzen einen hohen Pressdruck von 60 g.

Cherry MX Black mit Beleuchtung

Auch die beleuchteten Cherry-MX-Black-Pendants eignen sich sehr gut für Ego-Shooter, da eine sehr schnelle Mehrfachbetätigung möglich ist. Vielschreiber dagegen lieben den harten Druckpunkt.

Cherry MX Brown

Sowohl die Cherry MX Brown als auch die blaue Variante mit Klick-Feedback geben nach dem halben Druckweg eine leichte taktile Rückmeldung – Ideal für ein sehr schnelle Doppelbetätigung.

Cherry MX Red mit Beleuchtung

Dank ihres geringen Aktivierungsdrucks von 45 g eignen sich die linearen roten Cherry-Schalter sehr gut für Spiele, speziell für Shooter, da hier oft Tasten sehr schnell hintereinander gedrückt werden.

Die Zusatzgewichte der Corsair Vengeance M60 im Detail

Dank der besonderen Gewichtsanpassung an drei Stellen der Unterseite des Alu-Chassis kann der Spieler den Schwerpunkt der Vengeance M60 individuell festlegen.

Die Ergonomie der Testkandidaten im Vergleich

Eine empfehlenswerte, ergonomische Maus liegt optimal in der Hand. Erfüllen die Testnager dieses Kriterium?

Wenn die Ergonomie, also Größe, Form und Haptik der Maus, nicht stimmt, kommt es bei längerem Spielen schnell zu Krämpfen oder Ermüdung im Handgelenk. Das ideale Gehäuse-Design einer Spielermaus passt sich folglich der Form der Hand an. Damit die Geräte zusätzlich auch griffig sind, statten die Hersteller sie mit Griffmulden und Fingerablagen aus oder versehen Teile des Gehäuses mit einer Gummierung.

Mit Ausnahme der Logitech Gaming Mouse G300, deren Gehäuse deutlich zu klein geraten ist – man achte auf den Überstand der Finger –, liegt die im Falle unseres Testers groß geratene Hand entspannt auf der Gehäuseoberfläche der Testmuster und nimmt so eine ergonomische Position ein. Während der Daumen bei den Mäusen von Corsair, Steelseries und Hama an der dafür vorgesehenen Position ruht und nur bei der Gaming Mouse uRage evo den beiden Seitentasten gefährlich nahe kommt, befindet sich dieser bei G300 vor der mit einer Gummierung versehenen Daumenmulde. Bei den anderen Mäuse sind die Griffmulden, also die Ablagen für den Daumen und den kleinen Finger, nur angeraut, das macht sie aber trotzdem gerade bei verschwitzten Fingern noch griffig.

Logitech Gaming Mouse G300

Hama Gaming Mouse uRage evo

Steelseries Diablo 3 Mouse

Corsair Vengeance M60

Spielermäuse

Eine optimale Ergonomie ist genauso wichtig wie eine tadellose Leistung.

Abgesehen von der oberflächenoptimierten Abtastfunktion der Corsair Vengeance M60 hat die neue Spielermaus-Generation keine Technik-Innovationen zu bieten. Die Hersteller versuchen eher, ihre Produkte mit Ausstattungsextras wie einer auffälligen Beleuchtung (Diablo 3 Mouse) oder einer speziellen Gewichtsanpassung sowie einem aus Aluminium gefertigten Rumpf (Vengeance M60) zu individualisieren. Des Weiteren scheint man sich verstärkt Gedanken um eine optimale Ergonomie zu machen, denn außer bei Logitechs G300 gibt es hier erfreulich wenig zu kritisieren.

Steelseries Diablo 3 Mouse: Ergonomisches Eingabegerät für Action-Rollenspieler. Sowohl bei der Form als auch bei der Tastenanordnung und -anzahl von Steelseries' neuer *Diablo 3*-Maus hat die Sensei desselben Herstellers Pate gestanden. So erbt die vornehmlich für Blizzards Action-RPG entwickelte Maus die meisten der Eigenschaften, die der Sensei eine sehr gute Note von 1,47 eingebracht haben. Sie ist für Links- und Rechtshänder geeignet, besitzt eine sehr gute Ergonomie und ist dank ihrer rauen Oberfläche (komplettes Gehäuse) auch griffig. Alle Tasten, deren sehr gute Druckpunkte leichtgängig, aber direkt ausfallen, lassen sich auch von Spielern mit kleinen oder mittelgroßen Händen sehr gut erreichen. Die Rasterung des für mehr Rutschfestigkeit mit einer Gummierung versehenen Mausrads reagiert ebenfalls ohne Lehrlauf.

Für eine auffällige Optik sorgen das wahlweise pulsierend beleuchtete Scrollrad sowie das *Diablo 3*-Logo auf der Oberschale. Anders als bei der Sensei bietet die Maus keinen Profilspeicher, auf das Display an der Unterseite und den integrierten Prozessor wurde auch verzichtet. Bei der Leistung hält das günstigere Eingabegerät jedoch mit der Sensei mit und lässt sich auch mit der maximalen Cpi-Zahl (Counts per Inch) von 5.700 präzise und kontrolliert einsetzen. Lob gibt es auch für die leicht zu bedienende Software, die unter anderem vordefinierte *Diablo 3*-Aktionen/-Funktionen enthält und mit der Fähigkeiten via Drag & Drop zugewiesen werden können.

Corsair Vengeance M60: Nicht nur stylish, sondern auch absolut spieletauglich. Der Rumpf der Vengeance M60 ist aus Aluminium gefertigt. Auf das Chassis montiert Corsair eine auffällige Kunststoffschale, deren Seitenteile verkürzt sind und deren Heck nicht bis zum Ende des Alu-Rahmens durchgezogen wird. Diese Konstruktion wirkt sich jedoch kaum negativ auf die Ergonomie der M60 aus. Lediglich das rechte der beiden griffigen Seitenteile bietet zu wenig Platz für den Ringfinger und auch die linke Kante des offenen Hinterteils kann bei längeren Spielen unangenehm am Daumenballen drücken. Die mit einem präzisen, knackigen Druckpunkt versehenen Tasten sind trotzdem gut erreichbar. Auch die Sniper-Taste, deren Dpi-Zahl genauso wie die Polling-Rate, die Dpi-Umschaltung oder die Lift-off-Distanz in der sehr umfangreichen und einfach zu bedienenden Software festgelegt wird, liegt so weit vorn, dass man diese selten ungewollt auslöst.

Die besondere Gewichtsanpassung (3x 4,5 Gramm) der mit einem Profilspeicher (6 Profile) und Makrofunktion ausgestatteten Maus gibt dem Nutzer die Möglichkeit, den Schwerpunkt des Geräts an seine persönlichen Vorlieben anzupassen. Der mit bis zu 5.700 Dpi abtastende Avago-ADNS-9500-Laser verrichtet seine Arbeit genau und verzögerungsfrei. Mithilfe der Surface-Quality-Funktion (Software) kann die Kamera der Sensoreinheit sogar nachträglich fokussiert und somit an den Untergrund/das Pad, auf dem die M60 zum Einsatz kommt, angepasst werden. Wichtig für Spieler mit Hartplastik-Pads: Die M60 funktioniert hier nur, wenn Sie bei der Lift-off-Distanz nicht die niedrigste Stufe einstellen.

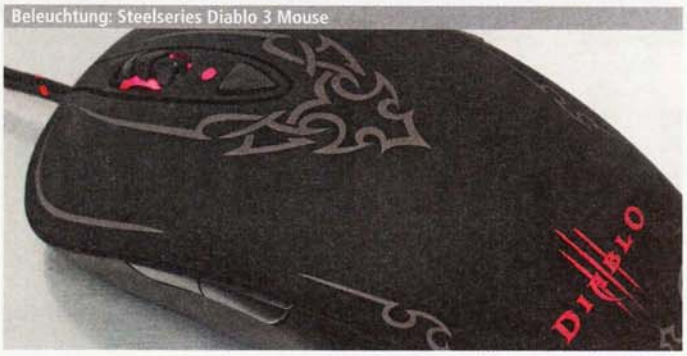
Logitech Gaming Mouse G300: Anstandslose Leistung, aber problematische Ergonomie. Die G300 ist neben der G400 Logitechs zweite aktuelle Spielermaus. Anders als der große Bruder ist sie zwei Zentimeter kürzer, besitzt dafür aber eine symmetrische Form, mit der sie sich wie die Diablo 3 Mouse von Steelseries für Rechts- und Linkshänder eignet. Sie tastet zwar nur mit bis zu 2.500 Dpi ab, hat aber

ansonsten einiges an Ausstattung zu bieten. Dazu gehören neun frei programmierbare Tasten, eine Dpi-Umschaltung, eine Makrofunktion, ein Speicher (drei Profile) sowie eine Beleuchtung, die das Profil anzeigt, das standardmäßig mit der hinteren der beiden mittleren Extratasten gewählt wird. Der Druckpunkt der sechs zusätzlichen Schalter sowie der beiden Haupttasten fällt sauber und direkt aus, an der Rasterung des tief in die Oberschale versenkten Scrollrads gibt es ebenfalls nichts zu beanstanden.

Die Ergonomie ist das größte Problem der G300, denn das Gehäuse ist so klein, dass schon Spieler mit normal großen Händen trotz gummierter Griffmulden für den Daumen kaum eine Handhaltung finden, die nicht schon nach kurzer Zeit zu Verspannungen im Handgelenk führt. Spieler mit einem langen Mittelfinger müssen diesen für das Auslösen der rechten Maustaste stark krümmen. Das direkt daneben platzierte Tastenpaar erreicht man ebenfalls nur unkomfortabel. Dazu kommen das geringe Gewicht und der hohe Mausrücken. Über diese Mängel kann man trotz der im Grenzbereich präzisen und verzögerungsfreien Leistung der G300 sowie der vorbildlichen Software nicht hinwegsehen.

Hama Gaming Mouse uRage evo: Preiswert, gut, aber schlicht ausgestattet. Mit einem Straßenpreis von etwas mehr als 20 Euro ist Hamas Spielermaus das günstigste Produkt im Test. Das macht sich bei der Ausstattung der uRage evo bemerkbar, denn auf Extras wie Makrofunktion, Profilspeicher oder umfangreiche Software muss der Käufer verzichten. Dazu kommt, dass die vier Stufen der Dpi-Umschaltung (800/1.200/1.800/3.200) nicht verändert werden können und die Polling-Rate auf 500 MHz festgelegt ist. Die blaue Beleuchtung sowie die Klavierlack-Oberschale machen Hamas Maus zwar zum Blickfang, dafür sind die beiden Haupttasten aber zu glatt, sodass ein verschwitzter Finger hier schon mal abrutscht. Dank gummierter Griffmulden haben sowohl der Daumen als auch der kleine Finger mehr Halt. Der Ringfinger findet jedoch auf dem rechten der schmalen Seitenteile keinen Platz und der Daumen löst schnell ungewollt die mit einem guten Druckpunkt versehenen linken Seitentasten aus. Insgesamt geht die Ergonomie aber in Ordnung. Auch an der Rasterung des gummierten Scrollrads und dem Druckpunkt der Schalter für die Haupttasten gibt es nichts auszusetzen.

Die Leistung der uRage evo ist ebenfalls überzeugend, denn sie setzt auch sehr schnelle Bewegungswechsel präzise um. Wer auf der Suche nach einer günstigen Spielermaus ist und bei der Ausstattung Abstriche machen kann, könnte mit dieser Maus glücklich werden. *(fs)*



Beleuchtung: Steelseries Diablo 3 Mouse

Zu den Extras, die alle getesteten Mäuse zu bieten haben, gehört eine Beleuchtung. Im Fall des Steelseries-Modells ist diese sehr auffällig und kann sogar variabel pulsieren.

Fazit

PC Games Hardware

Spielermäuse

Sowohl die Steelseries' Diablo 3 Mouse als auch Corsairs Vengeance M60 sind empfehlenswerte Spielermäuse. Dabei eignen sich beide Geräte nicht nur für die Sparte (Action-RPG/Shooter), für die sie primär konzipiert sind. Beim Kauf sollte auch die Ergonomie eine wichtige Rolle spielen, da hat die Diablo 3 Mouse die Nase leicht vorn. Logitechs Gaming Mouse G300 schneidet hier am schlechtesten ab. Hamas uRage evo ist dagegen erste Wahl für Sparfüchse.

SPIELERMÄUSE

Auszug aus Testtabelle mit 24 Wertungskriterien

Produkt	Diablo 3 Mouse	Vengeance M60	Gaming Mouse G300	Gaming Mouse uRage evo
Hersteller (Webseite)	Steelseries (www.steelseries.com)	Corsair (www.corsair.com)	Logitech (www.logitech.de)	Hama (www.hama.de)
Preis/Preis-Leistung	Ca. 55 Euro/befriedigend bis gut	Ca. 50 Euro/befriedigend bis gut	Ca. 30 Euro/gut	Ca. 20 Euro/gut bis sehr gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/651601	www.pcgh.de/preis/681541	www.pcgh.de/preis/671022	www.pcgh.de/preis/637837
Bauart/Anschluss	Kabelmaus/USB	Kabelmaus/USB	Kabelmaus/USB	Kabelmaus/USB
Empfohlener Spielstil	Low-, Mid- und High-Sense	Low-, Mid- und High-Sense	Low-, Mid-Sense	Low-, Mid- und High-Sense
Ausstattung:	**2,73**	**2,48**	**2,73**	**3,45**
Abtastung	Optisch (Laser)	Optisch (Laser)	Optisch (Laser)	Optisch (Laser)
Anzahl Tasten*	8 + Scrollrad	8 + Scrollrad	9 + Scrollrad	6 + Scrollrad
Max. Auflösung	5.700 Cpi (Counts per Inch)	5.700 Dpi	2.500 Dpi	3.200 Dpi
Kabellänge	Ca. 190 mm	Ca. 200 mm	Ca. 200 mm	Ca. 200 mm
Sonderausstattung	Dpi-Umschaltung, Beleuchtung, Profilspeicher (nur Software), Makrofunktion, vordefinierte *Diablo 3*-Aktionen	Dpi-Umschaltung, Sniper-Taste, Gewichte, Beleuchtung, Profilspeicher (6 Profile), Makrofunktion	Dpi-Umschaltung, Makrofunktion, Profilspeicher (3 Profile), Beleuchtung	Dpi-Umschaltung, Beleuchtung, Extra-Mausgleiter
Eigenschaften:	**1,71**	**1,56**	**1,56**	**1,87**
Geeignet für	Links- und Rechtshänder	Rechtshänder	Links- und Rechtshänder	Rechtshänder
Gewicht	86 Gramm	122 bis 136 Gramm (3 x Gewichte à 4,5 g)	86 Gramm	100 Gramm
Druckpunkte Haupt-/Sondertasten	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut
Druckpunkt/Rasterung Scrollrad	Gut/gut bis sehr gut	Gut/sehr gut	Gut/gut bis sehr gut	Gut/gut
Verarbeitung/Software	Sehr gut/sehr gut	Sehr gut/Sehr gut	Sehr gut/sehr gut	Gut/nicht vorhanden
Leistung:	**1,31**	**1,61**	**2,21**	**2,08**
Ergonomie	Sehr gut	Gut bis sehr gut	Befriedigend	Gut
Präzision/1.000 Hz Polling-Rate	Sehr gut/ja	Sehr gut/ja	Sehr gut/ja	Sehr gut/nein, nur 500 Hz
Gleiteigenschaften**	Gut	Gut	Gut	Gut
Anspruchsverhalten (Latenz)	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
FAZIT	⊕ Für Rechts- und Linkshänder ⊕ Ergonomie ⊖ Kein interner Profilspeicher	⊕ Leistung des Sensors ⊕ Sehr umfangreiche Software ⊖ Teils Probleme mit Hartplastik-Pads	⊕ Für Rechts- und Linkshänder ⊕ Präzise und latenzfrei ⊖ Ergonomie/Maus ist zu klein	⊕ Präzise und latenzfrei ⊕ Günstig ⊖ Ausstattung
	Wertung: **1,67**	Wertung: **1,77**	Wertung: **2,18**	Wertung: **2,31**

* Inklusive Scrollrad-Taste ** Getestet mit Sharkoom Rush Mat (Stoff) und Zowie Swift (Hartplastik)

Welche Blu-ray- und DVD-Laufwerke sind wirklich ruhig?

Leise Laufwerke

Das optische Laufwerk ist in vielen PCs die mit Abstand lauteste Komponente. Das muss nicht sein: Wir zeigen, welche Laufwerke wirklich leise sind und wie Sie selbst billigste Modelle ruhig stellen.

Bild: Aid-Box

Kennen Sie das? Ihr PC ist selbst bei Spielen leise, doch sobald Sie eine DVD einlegen, weicht die Ruhe einem lauten Dröhnen. Natürlich ist man dank MP3-Käufen und Download-Plattformen wie Steam nur noch selten auf DVDs oder gar CDs angewiesen; doch ganz verzichten kann man auf optische Laufwerke noch nicht. Schließlich prüfen viele Spiele beim Start, ob die richtige Disc eingelegt ist. Zudem nutzen manche Anwender den PC auch als DVD- oder Blu-ray-Player. Zum Glück gibt es mehrere Lösungen für das Problem: Falls ein Neukauf infrage kommt, können Sie natürlich gleich ein leises Laufwerk auswählen – hierfür haben wir acht DVD- und Blu-ray-Laufwerke getestet. Eine Alternative ist die CD-Bremse: Dieses Tool ist trotz seines hohen Alters in der Lage, die Geschwindigkeit – und damit auch den Lärmpegel – von manchen aktuellen Laufwerken zu senken.

Laufwerke im Test

Wenn Sie einen typischen DVD-Brenner wollen, gibt es derzeit im Preisbereich zwischen 15 und 25 Euro ein riesiges Angebot mit sehr ähnlichen Spezifikationen. Wir haben die Modelle, welche derzeit laut unserem Online-Preisvergleichsdienst am häufigsten gesucht werden, bei www.alternate.de bestellt. Für unseren Test verwendeten wir die gut erhaltene DVD des Animationsfilms *Shrek 2* sowie eine Spiele-DVD mit deutlichen Gebrauchsspuren (siehe Bild rechts), um die Laufwerke zu fordern.

Das Ergebnis ist erschreckend: Keiner der getesteten DVD-Brenner ist stets leise. Spätestens beim Kopieren der leicht angekratzten DVD erreichen alle Modelle mehr als 3,0 Sone. Dabei haben wir die Lautheit aus 50 cm Entfernung gemessen und die Laufwerke zur Entkopplung auf eine dicke Schaumstoff-

BLU-RAY-LAUFWERKE		Vollständiger Test in PCGH 08/2011	Vollständiger Test in PCGH 02/2011	
Produkt	**BD5300S**	**BW-12D1S-U**	**IHOS104**	**BH10LS38**
Hersteller (Webseite)	Sony Optiarc (www.sony-optiarc.eu)	Asus (www.asus.de)	Liteon (www.liteonit.com)	LG (www.lg.com/de)
Preis	Ca. € 75,-	Ca. € 150,-	Ca. € 40,-	Ca. € 70,-
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/600717	www.pcgh.de/preis/634845	www.pcgh.de/preis/435691	www.pcgh.de/preis/703129
Funktionen				
Laufwerksart	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD, Blu-ray; schreiben: CD, DVD, Blu-ray	USB 3.0, lesen: CD, DVD, Blu-ray; schreiben: CD, DVD, Blu-ray	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD, Blu-ray; schreiben: nicht möglich	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD, Blu-ray; schreiben: CD, DVD, Blu-ray
Lesen (CD-/DVD-/BD-ROM)	40x/16x/8x	40x/16x/8x	40x/12x/4x	40x/16x/10x
Schreiben CD: -R/-RW	48x/24x	40x/24x	Nicht möglich	48x/40x
Schreiben DVD: +R/+RW	16x/8x	16x/8x	Nicht möglich	16x/8x
Schreiben DVD: -R/-RW	16x/6x	16x/6x	Nicht möglich	16x/6x
Schreiben DVD: +R DL/-R DL/-RAM	8x/8x/12x	8x/8x/5x	Nicht möglich	8x/8x/12x
Schreiben BD: -R/-R DL/-RE/-RE DL	12x/8x/2x/nicht möglich	12x/8x/2x/2x	Nicht möglich	10x/10x/2x/2x
Zugriffszeit CD/DVD/BD (laut Hersteller)	150 ms/150 ms/250 ms	150 ms/170 ms/250 ms	160 ms/160 ms/160 ms	150 ms/180 ms/180 ms
CD-Bremse: Einstellmöglichkeiten	Nur DVD-Geschwindigkeit	Nicht möglich	Nur DVD-Geschwindigkeit	Nur DVD-Geschwindigkeit
Lautheit				
Maximale Lautheit Film-DVD (Einlesen)	0,6 Sone, Summen	0,2 Sone, Summen	0,8 Sone, Kratzen	0,8 Sone, Kratzen
Hauptsächliche Lautheit Film-DVD (Betrieb)	0,9 Sone, Summen	0,1 Sone, Summen	0,3 Sone, Summen	0,4 Sone, Summen
Max. Lauth.: DVD mit Gebrauchsspuren (Einlesen)	0,8 Sone, Summen	0,6 Sone, Summen	1,1 Sone, Kratzen	1,8 Sone, Kratzen
Max. Lauth.: DVD mit Gebrauchssp. (Kopieren)	1,0 Sone, Summen	1,5 Sone, Summen	1,5 Sone, Summen	3,2 Sone, Dröhnen
FAZIT	⊕ Stets angenehm leise ⊕ Liest und schreibt alle Formate ⊕ Fairer Preis Wertung: ★★★★☆	⊕ Unhörbar bei Filmwiedergabe ⊕ Praktisch dank USB 3.0 ⊖ Sehr teuer Wertung: ★★★★☆	⊕ Günstig ⊕ In den meisten Tests sehr leise ⊖ Keine Brennfunktion Wertung: ★★★½☆	⊕ Leise bei Film-DVD ⊕ Brennt alle Formate ⊖ Laut bei DVD mit Gebrauchsspuren Wertung: ★★★☆☆

matte gelegt. Im PC können sich die Schwingungen auf das Gehäuse übertragen, wodurch die Lautheit noch höher ausfällt. Auch beim Einlesen von Discs (etwa bei einer DVD-Abfrage zum Spielstart) rotieren die günstigen Brenner kurzzeitig mit 1,8 bis 3,2 Sone. Immerhin: Bis auf das Sony Optiarc AD-7261S-0B sind alle Testkandidaten bei der DVD-Wiedergabe weniger als 1,0 Sone leise. Besser ist die Situation bei Blu-ray-Laufwerken. So erreichen die Modelle von Asus und Liteon selbst bei der leicht zerkratzten Disc maximal 1,5 Sone; das Sony BD5300S rotiert sogar nur mit 1,0 Sone. Beim Einlesen und der Wiedergabe von der Film-DVD sind alle getesteten Blu-ray-Modelle leise.

Praxistipps

Das alte Tool CD-Bremse eignet sich, um die Geschwindigkeit von Laufwerken und so deren Lautheit zu senken. Leider funktioniert das nicht bei allen Modellen. Wir haben daher in der Tabelle unten eingetragen, ob die Laufwerke kompatibel zu CD-Bremse sind. Wichtig: Damit Sie die Geschwindigkeit regeln können, muss eine Disc eingelegt sein. Eine echte Alternative zu CD-Bremse gibt es nicht: Das Tool Nero Drivespeed bietet zwar ähnliche Optionen, funktioniert aber mit keinem getesteten Laufwerk. Beim 15 Euro günstigen DVD-Brenner SH-222AB von Samsung konnten wir CD - und DVD-Geschwindigkeit mit CD-Bremse regeln – dadurch sinkt die Lautheit deutlich, große Kopiervorgänge dauern aber länger. Unser Tipp: Wählen Sie für eine Spiele-Installation den höchsten Wert, ansonsten reicht 6x. Damit CD-Bremse beim Windows-Start geladen wird, klicken Sie auf den Windows-Start-Button, und wählen „Programme". Klicken Sie „Autostart" mit der rechten Maustaste an und wählen Sie „Explorer". Im neuen Fenster fügen Sie eine Verknüpfung zur CD-Bremse.exe ein.

Mit einem Gehäuse, das über eine Front-Klappe verfügt, können Sie die Lautheit weiter senken. So haben wir bei dem gedämmten NZXT H2 mit geöffneter Klappe 3,2 Sone gemessen. Mit geschlossener Frontklappe waren es hingegen nur 2,0 Sone. *(dm)*

CD-Bremse: Leistung sinkt fast linear

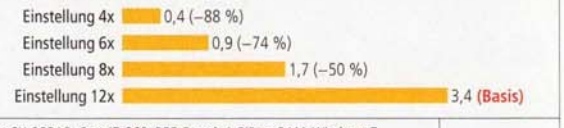
Leistung – 4,22 GiByte kopieren

System: Samsung SH-222AB, Core i7-860, P55-Board, 4 GiByte RAM; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Mit CD-Bremse haben wir die Geschwindigkeit geregelt. Bei 6x dauert der Kopiervorgang doppelt so lange wie mit 12x. Bis auf große Installationen reicht 6x.

Sekunden
◀ Besser

CD-Bremse: Lautheit – 6x ist bereits sehr leise

Lautheit: DVD mit Gebrauchsspuren kopieren



System: Samsung SH-222AB, Core i7-860, P55-Board, 4 GiByte RAM; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Bei einer dank CD-Bremse reduzierten Geschwindigkeit sinkt die Lautheit deutlich. 6x sollte für die meisten Anwender leise genug sein.

Sone
◀ Besser

Fazit

Optische Laufwerke

Wenn Sie ein günstiges, leises Laufwerk möchten und grundsätzlich nicht brennen, ist das bewährte Blu-ray-Modell Liteon IHOS104 eine gute Wahl. In allen Tests leise ist nur das teurere Sony Optiarc BD5300S. Sofern Sie keine Blu-ray-Unterstützung brauchen und bastelfreudig sind, können Sie auch das 15 Euro günstige Samsung SH-222AB verwenden und mit CD-Bremse drosseln. Ein Gehäuse mit Frontklappe senkt die Lautheit weiter.

Im Test haben wir eine häufig genutzte Spiele-DVD mit deutlichen Gebrauchsspuren verwendet. Rechts: Das Tool CD-Bremse funktioniert nur mit manchen Laufwerken.

DVD-LAUFWERKE

Produkt	GH24NS70	GH22NS70	AD-7261S-0B	SH-222AB
Hersteller (Webseite)	LG (www.lg.com/de)	LG (www.lg.com/de)	Sony Optiarc (www.sony-optiarc.eu)	Samsung (www.samsungodd.com)
Preis	Ca. € 20,-	Ca. € 20,-	Ca. € 20,-	Ca. € 15,-
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/493157	www.pcgh.de/preis/640372	www.pcgh.de/preis/534975	www.pcgh.de/preis/637575
Funktionen				
Laufwerksart	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD; schreiben: CD, DVD	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD; schreiben: CD, DVD	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD; schreiben: CD, DVD	SATA 3Gb/s, lesen: CD, DVD; schreiben: CD, DVD
Lesen (CD-/DVD-/BD-ROM)	48x/16x/nicht möglich	48x/16x/nicht mögich	48x/16x/nicht mögich	40x/16x/nicht möglich
Schreiben CD: -R/-RW	48x/32x	48x/32x	48x/32x	48x/4x
Schreiben DVD: +R/+RW	24x/8x	22x/8x	24x/8x	22x/8x
Schreiben DVD: -R/-RW	24x/6x	22x/6x	24x/6x	22x/6x
Schreiben DVD: +R DL/-R DL/-RAM	16x/12x/12x	8x/8x/12x	12x/12x/12x	16x/12x/12x
Schreiben BD: -R/-R DL/-RE/-RE DL	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich
Zugriffszeit CD/DVD/BD (laut Hersteller)	120 ms/140 ms/nicht möglich	Keine Angabe	140 ms/160 ms/nicht möglich	110 ms/130 ms/nicht möglich
CD-Bremse: Einstellmöglichkeiten	Nur DVD-Geschwindigkeit	Nur DVD-Geschwindigkeit	CD- und DVD- Geschwindigkeit	CD- und DVD- Geschwindigkeit
Lautheit				
Maximale Lautheit Film-DVD (Einlesen)	0,8 Sone, Kratzen	1,4 Sone, Kratzen	2,2 Sone, Kratzen	3,3 Sone, Dröhnen
Hauptsächliche Lautheit Film-DVD (Betrieb)	0,4 Sone, Summen	0,4 Sone, Summen	1,8 Sone, Summen	0,9 Sone, Summen
Max. Lauth.: DVD mit Gebrauchsspuren (Einlesen)	1,8 Sone, Kratzen	1,9 Sone, Kratzen	3,5 Sone, Dröhnen	3,2 Sone, Dröhnen
Max. Lauth.: DVD mit Gebrauchssp. (Kopieren)	3,0 Sone, Dröhnen	3,0 Sone, Dröhnen	3,5 Sone, Dröhnen	3,4 Sone, Dröhnen
FAZIT	⊕ Leise bei Film-DVD ⊕ Höhere Schreibwerte als G22NS70 ⊖ Laut bei DVD mit Gebrauchsspuren	⊕ Leise bei Film-DVD ⊖ Etwas lauter als GH24NS70 ⊖ Laut bei DVD mit Gebrauchsspuren	⊕ CD-Bremse-Kompatibilität (CD/DVD) ⊖ Auch bei Filmwiedergabe nicht leise ⊖ Laut bei DVD mit Gebrauchsspuren	⊕ CD-Bremse-Kompatibilität (CD/DVD) ⊖ Beim Disc-Einlesen stets sehr laut ⊖ Laut bei DVD mit Gebrauchsspuren
	Wertung: ★★☆☆☆	Wertung: ★★☆☆☆	Wertung: ★☆☆☆☆	Wertung: ★☆☆☆☆

Spiele & Software

Spiele, Software, Tools, Windows, Freeware, Praxistipps

Frank Stöwer
Fachbereich Spiele
E-Mail: fs@pcgh.de

Kommentar

Alan Wake kommt doch noch für den PC. Wollen die Macher nur ihre Verkaufsbilanz aufpolieren?

Natürlich kann ich jeden PC-Spieler verstehen, der sich Mitte Dezember darüber freute, dass Remedys Action-Adventure *Alan Wake* jetzt doch für die der Konsole technisch weit überlegenen Plattform kommt. Mir jedenfalls drängten sich aufgrund der spärlichen Aussagen in Remedys offizieller Pressemitteilung jedoch eher viele Fragen auf. Warum hat man die PC Version nicht gleich veröffentlicht? Warum dauerte es annähernd zwei Jahre, bis man den ehemalig als Windows-Vista-, Multicore- und DX-10-Vorzeigespiel geplanten Titel auf den PC portiert hat – das ging bei den meisten Studios zügiger?

Wie auch immer die Antworten lauten, die ganze Sache hat einen faden Beigeschmack. Sicher will Remedy etwas für uns PC-Spieler tun und wurde bisher durch Microsofts rigide Politik stark eingeschränkt. Natürlich ist es erfreulich, wenn die Finnen sich vom Publisher lösen und den Vertrieb in Eigenregie zusammen mit der Marketing-Agentur Sandbox Strategies übernehmen. Ich hege aber auch den Verdacht, dass man den PC-Spieler vor allem als zahlenden Kunde gern bedient. Außerdem kann man den hinter den Erwartungen zurückgebliebenen Gewinn mit der PC-Fassung noch aufstocken, oder?

Verkaufs-CHARTS*

Platz	Titel	Hersteller
1.	**Anno 2070 Limited Edition**	**Ubisoft**
2.	**Call of Duty: Modern Warfare 3**	**Bethesda**
3.	**The Elder Scrolls 5: Skyrim**	**Bethesda**
4.	Battlefield 3 Limited Edition	Electronic Arts
5.	Assassin's Creed: Revelation Special Ed.	Ubisoft
6.	Die Sims 3: Einfach tierisch	Electronic Arts
7.	Fussball Manager 12	Electronic Arts
8.	Die Sims 3	Electronic Arts
9.	Star Wars: The Old Republic	Electronic Arts
10.	FIFA 12	Electronic Arts

* Quelle: Saturn Top 20 vom 17.12.2011

Star Wars: The Old Republic

Biowares erstes Online-Rollenspiel im Star-Wars-Universum will sich in einem Genre behaupten, das lange von WoW dominiert wurde. Mit Erfolg?

Kritiker, die *Star Wars: The Old Republic* als *World of Warcraft* mit Lichtschwertern bezeichnen, haben nur bedingt recht. Zugegeben, beim Kampfsystem, dem Quest-Aufbau und dem klassischen Teamwork-System (Gruppen-Dungeons, PvP oder Schlachtzüge) gibt es Parallelen, trotzdem unterscheiden sich die Konkurrenten in zentralen Punkten voneinander. So wird bei *The Old Republic* Ihre Figur nicht einfach in ein Startgebiet gesetzt, sondern landet mit einer Fähre auf einem von vier zur Verfügung stehenden Startplaneten. Ab hier entwickelt sich für alle acht spielbaren Charakterklassen eine eigene Geschichte, die sich vom Level 1 bis zur Maximalstufe 50 durchzieht – das gibt es bei *WoW* nicht. Neben der cineastischen Inszenierung sowie der grandiosen Soundkulisse setzt Biowares MMORPG bei der Vertonung neue Maßstäbe. Quest-Texte findet man kaum, dafür besitzt jeder Charakter eine Stimme. Statt sich vorgefertigte Dialoge anhören zu müssen, darf der Spieler zwischen Antworten wählen, die sich selbstverständlich auf den Verlauf der Story, den Ausgang der Quests sowie auf den eigenen Charakter auswirken. Viel Lob gibt es auch für die KI-Kameraden, die intelligent und emotional handeln und sich zu Gesprächsinhalten ihre Meinung bilden können. Überhaupt lebt der Titel davon, dass die meisten Archetypen wie Jedi-Meister oder Sith-Lord als Charakterklassen zur Verfügung stehen. Einsteiger ohne große *Star Wars*-Vorkenntnisse kommen trotzdem mit *The Old Republic* schnell zurecht. Das bewusst klassisch gehaltene Kampf- und das aufgabenarme Questsystem bieten dagegen keine Innovationen und wirken kopiert. Dazu kommen Raumschlachten, die im Kern nichts anderes sind als eine Moorhuhn-Ballerei auf Schienen. Und der hardwareschonende Grafikstil wird auch nicht jedermanns Sache sein. *(fs)*

Star Wars: The Old Republic

FAZIT: Das Online-Rollenspiel im *Star Wars*-Universum verfügt über alle Bioware-typischen Mechaniken aus Einzelspieler-RPGs wie *Mass Effect* oder *KotOR* und bietet zusätzlich im Genre unübliche Extras wie NPC-Begleiter oder die komplette Vertonung. Für MMORPG-Spieler ein Muss!

Genre: **Online-Rollenspiel** | Web: **http://www.swtor.com/de** Technik: **Wenig Fps-Gewinn durch Vierkerner, moderate Grafiklast (DX9)** PCGH-Hardware-Empfehlung: **Ph. II X4 955 BE/Core i3-2100, GTX 460/HD 5770, 4 GiB RAM.**

WERTUNG **1,55**

www.pcgameshardware.de/spiele

Spieleneuheiten

Das Weihnachtsgeschäft ist gelaufen und mit Ausnahme des neuen MMORPGs im *Star Wars*-Universum hat der erste Monat im Jahr keinen Top-Titel zu bieten. Allenfalls *Trine 2* sowie die HD-Neuauflage des Indie-Klassikers *Cave Story* erzielen eine gute Wertung. *Serious Sam 3: BFE* bleibt hinter den Erwartungen zurück und der neue *Flatout*-Teil enttäuscht voll. *(fs)*

Wertung	Titel	Hersteller	Erscheinungstermin
★★★★½	Star Wars: The Old Republic (Spiel des Monats)	Electronic Arts	20. Dezember 2011
★★★★	Trine 2	Dtp Entertainment	9. Dezember 2011
★★★★	Cave Story+	Studio Pixel, Nicalis	22. November 2011
★★★½	Lego Harry Potter: Die Jahre 5-7	Warner Bros. Interactive	25. November 2011
★★★½	Jurassic Park: The Game	Telltale Games	16. November 2011
★★★	Serious Sam 3: BFE	Dtp Entertainment	22. November 2011
★★½	Steel Armor: Blaze of War	UIG Entertainment	14. Dezember 2011
★★	Flatout 3: Chaos & Destruction	Strategy First	13. Dezember 2011

Alan Wake: PC-Version erscheint 2012

Bisher war das Action-Adventure nur für die Xbox 360 verfügbar. Laut Remedys offizieller Ankündigung kommt dieses Jahr endlich die PC-Fassung.

Noch im Jahr 2005 kündigte Remedy (zwei *Max Payne*-Titel) *Alan Wake* als Cross-Platform-Titel an. 2009 enttäuschte der finnische Entwickler jedoch die PC-Spieler mit der Nachricht, dass *Alan Wake* vorläufig exklusiv für die Xbox 360 erscheint. Nachfragen nach der PC-Version hat Remedy seitdem immer gleich abgeschmettert.

Doch Anfang Dezember änderte sich die Lage. „Ja, wir haben die PC-Spieler wohl leider ignoriert. Wartet die Zukunft ab, vielleicht haben wir ja irgendwann gute News für euch", lautete die unerwartete Antwort des Remedy-Mitarbeiters Aki Järvilehto auf die Frage nach der PC-Version. Als dann zeitgleich noch in der Registry von Valves Vertriebsplattform Steam Einträge zu *Alan Wake* auftauchten, gaben die Finnen am nächsten Tag offiziell bekannt, dass der Titel Anfang 2012 für den PC erscheinen wird. Mit im PC-Paket: die bisherigen DLCs *Das Signal* und *Der Schriftsteller*, eine an den PC angepasste Steuerung und eine überarbeitete Grafik. Ein fester Release-Termin wurde jedoch nicht genannt. *(fs)*

Bild: Remedy

Aion Free-2-Play

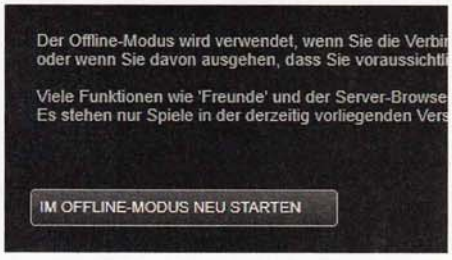
Mitte Dezember gab NCSoft bekannt, dass das Online-Rollenspiel Aion ab Februar dieses Jahres kostenlos, also „Free to Play" angeboten wird.

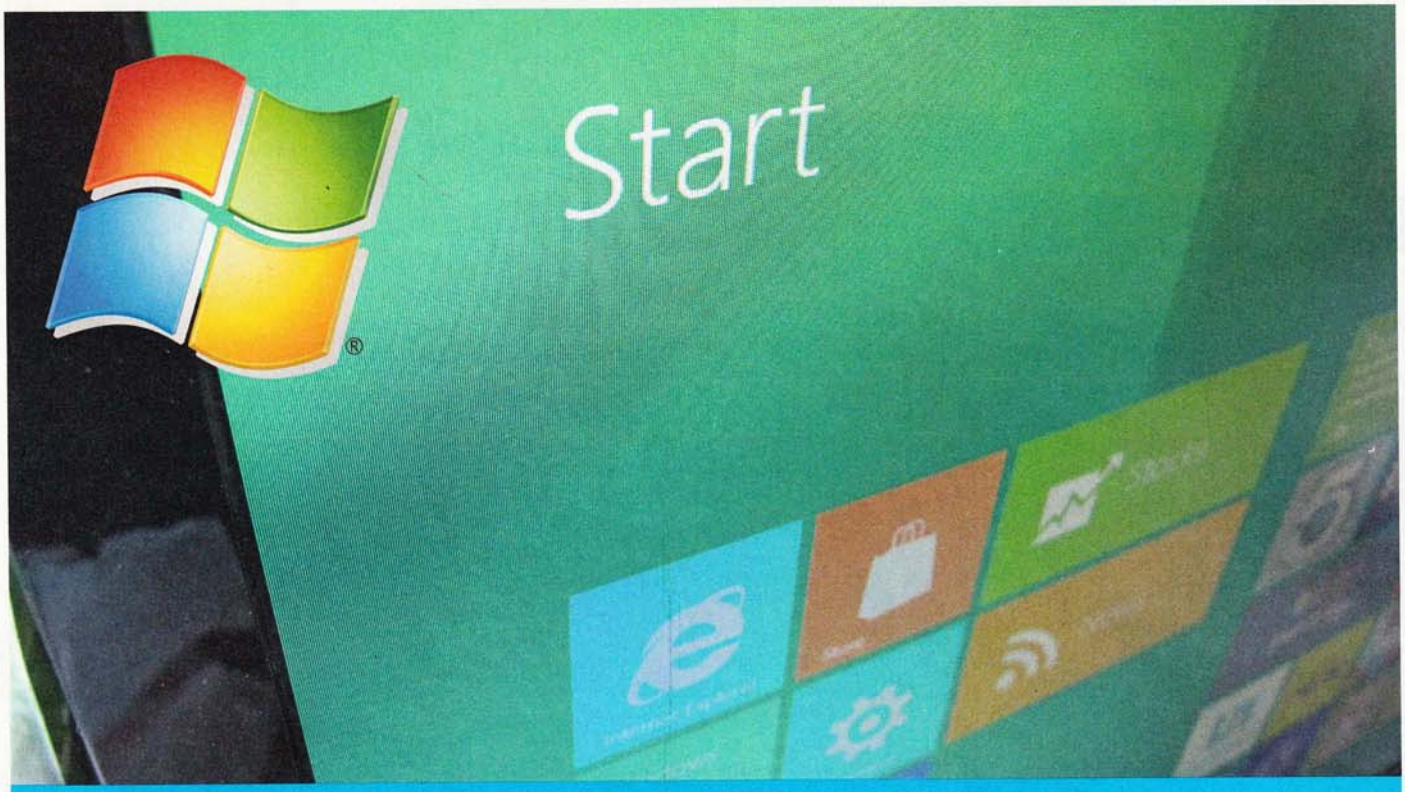
Um stagnierenden Spielerzahlen den Kampf anzusagen, übergab NCSoft den europäischen *Aoin*-Service im Dezember in die Hände des deutschen Publishers Gameforge. Ab Februar 2012 fallen nicht nur die Kosten für den Kauf von *Aion* weg, der Spieler braucht auch keine Abo-Gebühren mehr zu entrichten. Spielinhalte, wie höhere Belohnungen und kürzere Abklingzeiten von Instanzen, können nach wie vor im Rahmen eines „Gold-Pakets" nachgekauft werden. Wer sich bei *Aion* komplett neu registriert, erhält kostenfrei Zugriff auf den gesamten Spielinhalt. *(fs)*

Praxis: Steam im Offlinemodus

Steam verfügt über einen Offline-Modus und jedes Spiel bietet die Option, nicht automatisch aktualisiert zu werden. PCGH zeigt, wie das geht.

Valves Online-Distributionsplattform Steam ist sehr beliebt – allerdings auch nicht fehlerfrei. Zwar benötigen alle Steam-Spiele eine einmalige Online-Aktivierung, danach laufen aber praktisch alle (Einzelspieler-)Titel wie *Skyrim* auch im optionalen Offline-Modus. Dieser ist besonders praktisch für Notebooks oder wenn Sie am jeweiligen Rechner über keine schnelle Internet-Verbindung verfügen. Starten Sie für den Offline-Modus Steam, klicken Sie dann auf „Steam" sowie „Offline gehen". Damit diese Option zur Verfügung steht, müssen Sie über „Steam" und „Einstellungen" im Reiter „Account" den Haken bei „Account-Informationen nicht auf diesem Computer speichern" entfernen. Wechseln Sie nun per Klick in den Offline-Modus, so wird Sie Steam darauf hinweisen, diese Betriebsart zu bestätigen – Spiele können dann nicht mehr aktualisiert werden, auch das Spielen im Internet ist nicht mehr möglich. Bestätigen Sie den Offline-Modus, startet sich Steam neu und ist ab sofort ohne Internet lauffähig ist. Dies gilt auch für alle vollständig installierten Spiele, die keinen Internet-Zugang benötigen. Client-Updates für Steam werden ebenfalls nicht mehr ausgeliefert. *(ms)*





Windows 8

Vorschau Windows 8

Die erste Betaversion von Windows 8 steht vor der Tür. Zeit für eine aktualisierte Vorschau zum kommenden Microsoft-Betriebssystem für Desktop- und Tablet-PCs.

Auch wenn die erste Betaversion bis zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe leider nicht veröffentlicht wurde – immer mehr Fakten werden bekannt und immer klarer wird das Bild des Windows-7-Nachfolgers, der im kommenden Jahr an den Start gehen soll. Ein Überblick.

Von der Preview zur Beta

Vor genau vier Ausgaben, im September 2011, erschien die Preview-Version von Windows 8; die Software überraschte mit einem komplett neuen Startbildschirm-Design und einer Reihe ungewohnter Features, die zu einem großen Teil aufgrund der kommenden Tablet-Unterstützung implementiert wurden. Das Interesse war riesig, die Version wurde mehr als drei Millionen Mal heruntergeladen.

Viele Anwender und Medien übten dennoch Kritik am „Metro"-Design, das im Wesentlichen eine für Smartphones und Tablets geeignete, nicht aber für PCs optimierte Bedienoberfläche ist. Microsoft-Bereichschef Steven Sinofsky versuchte, die Menge zu beruhigen, bat um Geduld und verwies darauf, dass viele Neuerungen wie etwa das mit Windows 95 eingeführte Kontextmenü anfangs umstritten gewesen seien. Danach wurde es still um Windows 8 und erst im Dezember geriet das OS wieder in die Schlagzeilen.

Straffer Zeitplan

Überraschend schnell hat Microsoft offenbar die Entwicklung abgeschlossen und die Betaphase eingeläutet – immerhin ist Windows 7 ja gerade etwas mehr als zwei Jahre alt. Die Betaversion dürfte im Januar zur Entertainment-Messe CES im Developer-Netzwerk MSDN bereitstehen. Offiziell hat Microsoft den Beta-Start für (spätestens) Februar versprochen. Der Beginn der Betaphase markiert üblicherweise auch den Punkt, an dem keine wesentlichen Funktionen mehr hinzugefügt werden; spätestens dann lässt sich also ein recht gutes Bild vom Windows-7-Nachfolger zeichnen.

Überarbeitetes Design

Aus diversen mehr oder weniger verlässlichen Quellen sind bereits erste Screenshots aus der Beta durchgesickert. Im Vergleich zur Preview-Version fällt vor allem der überarbeitete Startbildschirm auf. Die Kachelwand sieht nun aufgeräumter auf und hat einen schwarzen Hintergrund (siehe Screenshot auf der übernächsten Seite). Unter den Schnellzugriffs-Symbolen finden sich nun auch einige neue Verknüpfungen, etwa zu einer eReader-App oder zu Multimedia-Inhalten. Zudem hat Microsoft offenbar eine Reihe neuer Themes fertiggestellt und eingebaut. Sehr viel mehr können wir über die Beta derzeit aber nicht sagen – mehr dazu gibt es aller Voraussicht nach in der kommenden Ausgabe.

App-System

Microsoft drückt aufs Gas und möchte wohl schnellstmöglich einen Fuß in den Tablet-Markt setzen. Hierzu passt auch die offizielle Vorstellung des „Microsoft App Store", der als zentrale Schnittstelle zwischen Windows 8 und dessen Apps fungieren soll; den Store präsentierte Microsoft noch im Dezember.

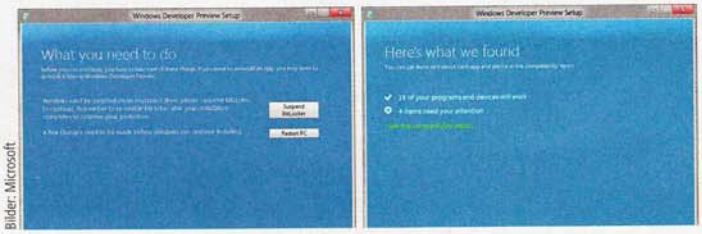
Wie bei Apple werden hier nur vom Hersteller geprüfte und freigegebene Apps zu haben sein; mögliche Schädlinge und anstößige Inhalte sollen so schon im Vorfeld unterbunden werden. Die Apps kosten in den USA mindestens 1,49 Dollar, hierzulande also vermutlich etwas mehr als einen Euro. Natürlich ▷

Bild: Winunleaked

Die Kachelwand, die unmittelbar nach dem Einschalten eines Windows-8-Rechners erscheint, wirkt nun deutlich eleganter und übersichtlicher.

Bild: Microsoft

Der Update-Prozess soll bei Windows 8 deutlich einfacher und angenehmer verlaufen. Die unzähligen Neustarts laufen dann weitgehend automatisch ab.



Bilder: Microsoft

Auch die Installation von Windows 7 aus soll schneller gehen. Mit wenigen Klicks lässt sich ein bestehendes System aktualisieren.

Windows 8: Auswahl der wichtigsten Neuerungen

Top-Neuerungen:
- Schnellerer Start
- Leichteres Update
- „Reset"-Funktion
- USB-3.0-Support
- ARM-Unterstützung

Sonstige systemnahe Neuerungen
- Sound/Hardware
- Direct X 11.1
- Metro-Oberfläche
- Internet Explorer 10

Sonstige Desktop-Neuerungen:
- Anmeldung mit Gesten
- App-Kiosk von Microsoft
- Charms-Leiste
- Ribbons im Explorer

wird es aber auch Gratis-Apps geben, ebenso wie Demoversionen.

Einfaches Update

Eine weitere Neuerung, die seit unserer Vorschau in Ausgabe 11/2011 bekannt wurde, betrifft den Update-Prozess. Es soll mit wenigen Klicks (genauer gesagt: elf) möglich sein, ein bestehendes Windows-7-System mit dem Nachfolger aufzurüsten. Das Upgrade kann laut einem Beitrag im Microsoft-Entwicklerblog auch von einer Webseite ausgeführt werden. Die Dateien werden in diesem Fall in Form eines ISO-Files geliefert. Nach dem Download kann man dann entweder sofort installieren oder die Datei auf einem USB-Stick sichern. Für das Upgrade wird ein Pre-Installation-Key geliefert; dadurch kann der Prozess ohne Unterbrechung und Nachfragen durchlaufen. Zusätzlich werden mehrere Setup- und Migrations-Assistenten zu einem kompakten Tool zusammengefasst.

Regelmäßiges Update

Auch die permanenten Updates im laufenden Betrieb will Microsoft besser unter Kontrolle bringen. So hat der Anwender künftig bis zu drei Tage Zeit, ein heruntergeladenes Windows-Update einzuspielen. Wird dies nicht innerhalb der vorgegebenen Frist erledigt, versucht Windows den Neustart bei der nächsten Anmeldung durchzuführen. Dabei prüft das Betriebssystem, ob noch wichtige Programme geöffnet sind und gewährt dem Anwender nach der Anmeldung weitere 15 Minuten, um alle Dateien zu sichern.

Das Konzept des monatlichen Update-Tages („Patch-Day") soll künftig noch strikter verfolgt werden. Updates, die während des Monats heruntergeladen wurden, müssen nach den Plänen von Microsoft künftig bis zum „Patch-Day" warten, ehe sie installiert werden. Sicherheitskritische Updates werden aber nach wie vor sofort eingespielt. Administratoren können den Neustart-Zwang deaktivieren; in diesem Fall wird eine Meldung über vorliegende Updates auf dem Startbildschirm eingeblendet.

Das eigentliche Problem wird mit den neuen Funktionen aber nicht beseitigt. Wer einmal einen PC oder ein Laptop mehrere Monate nicht genutzt hat, erlebt beim Neustart sein blaues Wunder. Bis zu 100 Updates, in Einzelfällen sogar noch mehr, müssen dann in mehreren Durchläufen installiert werden, was einige Stunden dauern kann. Ein „leises" Update – ähnlich wie bei Googles Chrome-Browser – wäre hier wünschenswert

Passwortschutz

Microsoft plant, Windows 8 mit Cloud-Funktionen auszustatten. Dabei sollen auch Passwörter komfortabler verwaltet werden. Ein „Credential Manager" soll dabei wie bei Browsern Passwörter automatisch eintragen können – und zwar auf allen PCs eines Benutzers. Via Windows Live soll der Manager nämlich alle Schlüssel synchronisieren können. Dies ist jedoch kein Muss; auch die „klassische" Anmeldung ohne Cloud und Internetzugang bleibt möglich.

Akzeptanz und Erwartungen

Trotz aller Neuerungen bleiben einige Analysten skeptisch: Die Marktforscher von IDC glauben, dass nur wenige Anwender von der neuen Software Gebrauch machen werden, da diese wenig Neuerungen im Vergleich zu Windows 7 und Vista biete. Trotz Tablet-Ausrichtung bezweifeln die Marktforscher einen Erfolg im Tablet-Segment.

Intel dagegen gibt sich optimistisch. „Ich denke, es ist mit das Beste, was unserem Unternehmen jemals passiert ist", sagte Intel-Chef Paul Otellini. Das neue Betriebssystem werde Tablets erst richtig etablieren: Mit Windows 8 würden viele bekannte, klassische Anwendungen laufen, die bisher nur auf dem PC beheimatet sind.

Mutmaßlicher Zeitplan

Zwischen der ersten Betaversion und dem fertigen Produkt vergehen bei Windows-Version in der Regel neun bis zwölf Monate; wenn Microsoft sich sputet, könnte Windows 8 also schon im Spätsommer an der Start gehen. Wahrscheinlicher ist aber wohl ein Verkaufsstart mit respektablem Abstand zu Weihnachten – Windows XP und 7 wurden jeweils Ende Oktober in den Handel gebracht und ein entsprechender Starttermin scheint uns auch für Windows 8 wahrscheinlich. Die jeweils jüngsten Informationen und aktuellen Gerüchte finden Sie auch in unserem Windows-8-Thread im PCGH-Forum (WEBCODE 28LF). *(cg)*

Bilder: Related Designs

So entsteht ein Spieletitel: Von der Idee bis zum fertigen Produkt

Teil 1

Baustelle Computerspiel

Von der Planung bis zur Veröffentlichung eines PC-Spiels vergehen in der Regel mehrere Jahre. Unsere Artikelreihe gibt Ihnen Einblicke in den Entwicklungsalltag. Im ersten Teil im Fokus: die Vorproduktion.

Obwohl die Entwicklung eines Spiels nach wie vor ein kreativer Prozess ist, folgt sie festgelegten Abläufen. Auf der einen Seite muss die Grundidee, also das inhaltliche Konzept, stimmen und bei der Marktlage zum Release auch einen finanziellen Erfolg versprechen. Zum anderen will man den kommenden Titel mit neuen Features, sowohl technischer (Engine) als auch spielerischer Natur (Handlung, Gameplay, Level-Design) ausstatten. Zusätzlich soll die Optik ansprechend ausfallen; hier ist dann nicht nur solide Programmierarbeit, sondern auch die Kunst der Grafiker gefragt. Also welche einzelnen Entwicklungsphasen durchläuft ein Computerspiel? Welche Aufgaben hat ein Team dabei zu meistern? Diese und mehr Fragen beantworten wir in unserer Reihe „Baustelle Computerspiel", deren erster Teil sich mit der Vorproduktion von *Anno 2070* und *FIFA 12* beschäftigt.

Ohne Idee kein Spiel

Während bei *FIFA* die Entwicklung des aktuellen zwölften Teils mit der Idee der Spiele-Designer begann, war der erste Schritt zu einem neuen *Anno*-Konzept erst einmal der Kontakt mit den langjährigen Fans der Marke. Um die besonders treuen *Anno*-Anhänger besser kennenzulernen, baute die Kooperation aus Ubisoft/Bluebyte (Publisher) und Related Designs (Entwickler) schon in *Anno 1404* eine Umfrage ein, die nach etwa acht Spielstunden auf dem Bildschirm erschien. Die Antworten der rund 70.000 Teilnehmer, so schreibt Dirk Riegert, Creative Producer bei Related Designs, in seinem Entwicklertagebuch, ließen einerseits auf eine hervorragende Resonanz von *Anno 1404* schließen, zeigten aber auch am Beispiel des Orient-Themas, dass *Anno*-Spieler durchaus bereit seien, neue Herausforderungen und Spielweisen kennenzulernen.

Noch bevor es in die bei der Computerspiel-Produktion üblichen Brainstorming-Phase für ein neues Setting (Zeitalter) oder Inhalte ging, war den *Anno*-Machern also klar, dass mit dem fünften Teil ein größerer Entwicklungsschritt vollzogen werden musste, als dieses bei den Vorgängern geschehen war.

Ein Konzept muss her

Das Brainstorming, sprich das Sammeln von Ideen für ein neues *Anno*, begann bereits in der Postproduktionsphase von *Anno 1404*. Während das restliche Team noch damit beschäftigt war, Spielinhalte zu überarbeiten und aufeinander abzustimmen, machten sich die Game-Designer Sebastian Bombera und Dirk Riegert bereits Gedanken über ein mögliches neues Konzept für den kommenden Teil der Reihe. Laut Dirk Riegert ist es üblich und notwendig, dass in der Postproduktionsphase einer laufenden Spieleentwicklung bereits strategische Überlegungen zu folgenden Projekten angestellt werden. Nur das garantiert einen reibungslosen Übergang eines Produktionsteams vom aktuellen zum nächsten Projekt.

Anders als bei *FIFA 12*, bei dem die Grundlagen für die Konzeption ja bereits durch den Fußballsport vorgegeben waren und man sich in erster Line darauf konzentrierte, Details zu verfeinern und technische Neuerung auf Machbarkeit zu testen (siehe Extrakasten auf Seite 120), stand bei den Mainzer Entwicklern die Suche nach der passenden Zeitperiode für das nächste *Anno* im Zentrum aller Überlegungen. Unter den Epochen, die das Designer-Duo ins Visier nahm, beispielsweise die Wikingerzeit, das Zeitalter der Industrialisierung, die Urzeit oder die Zukunft, filterte sich heraus, dass das letztgenannte futuristische Setting sehr gut pas-

sen würde.Laut Dirk Riegert galt: *Anno* bleibt auch weiterhin *Anno* und die Marke wird nur um zusätzliche Faktoren erweitert, die sich die Fans selbst gewünscht haben, darunter drei spielbare Fraktionen, eine dynamische, sich an das Spielverhalten anpassende Welt und noch größere Metropolen. Letztendlich waren auch die Partner Ubisoft und Blue Byte von dem Vorschlag *Anno 2160* sehr angetan.

Interne Ideensammlung

Die Grundidee, ein *Anno* in der Zukunft, war also gefunden. Bevor sich Related Designs jedoch an die noch anstehenden Fan-Befragungen sowie die bei einer Spieleentwicklung generell durchgeführte Marktforschung und Finanzplanung begab, stand erst noch einmal das interne Brainstorming auf der Agenda. Anhand von vorher aufgestellten Leitfragen wie „Welche Ängste und Hoffnungen sind mit dem Gedanken Zukunft verbunden?" oder „Was ist von einem Spiel, das die Zukunft abbildet, zu erwarten?" wurde in insgesamt sieben Sitzungen in Kleingruppen mit bis zu neun Personen über das Thema Zukunft diskutiert. Dabei wurden die Ideen und Erwartungen des gesamten Entwicklerteams ohne Bewertung in Form sogenannter Mindmaps (Gedankenlandkarte) gesammelt und die aus allen Brainstorm-Sitzungen gewonnenen Erkenntnisse zu einer finalen Variante zusammengefasst.

Wie der Creative Direktor Dirk Riegert in seinem Entwicklungsreport berichtet, stellte sich heraus, dass die Team-Befragung sehr brauchbare Ergebnisse lieferte. Dazu gehörten viele nützliche Einzelideen sowie ein allgemeines Bild davon, wie PC-Spieler das Thema Zukunft wahrnehmen. Zusätzlich flossen die gewonnenen Erkenntnisse laut Riegert auch in das anschließend erstellte High Concept (eine Art Vorstufe des eigentlichen Designdokuments) mit ein.

Forschung bei den Fans

Die Titel der *Anno*-Reihe sind bekannt für ihre große Fan-Gemeinde – und genau deren Meinung ist den Machern auch zu Beginn der anstehenden Research-Phase sehr wichtig. Bei einem Fan-Event am 6.2.2010 in der Hamburger Speicherstadt legte man den anwesenden Spielern einen allgemeinen, anonymen Fragenbogen mit Statements zu *Anno* vor, wobei diese entscheiden sollten, ob die als Gegensatzpaare angelegten Aussagen, etwa „Früher war *Anno* gut, jetzt wird es immer schlechter!" und „*Anno* wird von Mal zu Mal besser!", für sie selbst zutreffen oder nicht. Dazu sollten Aussagen wie „Ein *Anno* in der Zukunft könnte ich mir sehr gut vorstellen" kommentiert werden, die laut unserem Gesprächspartner im direktem Zusammenhang mit der in der Brainstorming-Phase ermittelten Bewertung der Risiken und Chancen des anstehenden Wechsels auf das Zukunftsszenario stehen.

Die Auswertung des Datensatzes stützte aber, so der Creative Direktor weiter, nicht nur die Ergebnisse des teaminternen Brainstormings. Es gab auch interessante Aspekte wie die Tatsache, dass die eine Hälfte der Befragten sich über ein traditionelles Setting im neuen *Anno* freuen würden, die andere Hälfte dies als langweilig empfinden würde. Eine weitere Erkenntnis aus diesem nicht unbedingt von allen Spieleschmieden durchgeführten Schritt in der Vorproduktion: Die Skepsis der Fans gegenüber einem Zukunftssetting beruht weniger auf dem allgemeinen Vorhaben der Spiele-Designer als vielmehr darauf, was die Fans mit dem Thema Zukunft assoziieren.

Die Zielgruppe im Visier

Bevor Related Designs das Konzept des in der Zukunft spielenden *Anno* beim Publisher Ubisoft vorlegte, um den bei einer Spieleentwicklung üblichen Schritt der Finanzierung und Aufstellung eines Kostenplans zu vollziehen, wollte man zur Sicherheit vorher die Akzeptanz der Kunden für das entworfene Szenario ausloten. Wie der leitende Game-Designer Dirk Riegert in seinem Entwicklerbericht schreibt, nutzte das Team dafür die Marktforschung in Form von Befragungen mit der Zielgruppe, die als Fokusgruppendiskussion angelegt waren.

Bei der Wahl der Methode fiel die Entscheidung zugunsten qualitativer Interviews aus, die mit vorher nicht eingeweihten Testpersonen durchgeführt wurden. Die in vier Gruppen eingeteilten Probanden bekamen verschiedene Stimuli wie Konzeptzeichnungen mit Landschaften, Personen, Fahrzeugen und Metropolen der geplanten Fraktionen vorgelegt. Anschlie- ▷

Wie die ersten Entwürfe zeigen, sind typische Spielelemente, etwa die freie Marktwirtschaft oder eine Spielwelt mit Inseln, auch im Anno mit Zukunftsthematik enthalten.

Für die Marktforschung von Anno 2070 wurde den Probanden unter anderem diese Konzeptzeichnung mit der Aufgabe vorgelegt, Eindrücke zum Bild zu beschreiben.

Von der Zeichnung zum gerenderten Bild

Sogenannte Concept Arts illustrieren, wie die Spielwelt eines futuristischen Anno aussehen könnte. Die Umsetzung in Pixeln und Polygonen kommt der Zeichnung sehr nahe.

FIFA 12: Die Pre-Produktion eines Reihentitels

Mit dem zwölften Teil der *FIFA*-Reihe entwickelte EA zwar kein komplett neues Spiel, trotzdem gab es auch hier eine umfangreiche Vorproduktion.

Wie Martin Lorber, PR-Leiter und Jugendschutzbeauftragter beim Branchenriesen Electronic Arts im Blog für digitale Spielkultur (www.spielkultur.ea.de) ausführt, steht bei der Entwicklung jedes neuen *FIFA*-Teils am Anfang der Vorproduktion die Idee eines oder mehrerer Game-Designer, die ein Team aus Entwicklern dann in ein realisierbares Konzept umsetzt. Dieser bei EA als „Idee und Konzeptentwicklung" bezeichneter Abschnitt dauert laut Martin Lorber zwei bis vier Monate. In Anbetracht der Tatsache, dass bei *FIFA*-Spielen die Grundpfeiler der Spielidee durch den Fußballsport schon vorgegeben sind, konzentrieren sich die Entwickler bei der Erstellung des Konzepts darauf, die vielen Details weiter zu verfeinern und die Machbarkeit technischer Neuerungen wie die Player Impact Engine oder technische Verbesserungen in den Bereichen Grafik und künstliche Intelligenz vorab abzuklopfen. Insgesamt, so berichtet der PR-Leiter in seiner Reportage, sei gerade die Konzeptionsphase bei der Entwicklung eines Videospiels besonders wichtig, da man aufgrund dieser Arbeit letztendlich entscheide, ob die Idee weiterverfolgt werde und ob die Finanzierung überhaupt gesichert sei.

Wie am Beispiel von *Anno 2070* im Artikel ausführlich beschrieben, legen auch die Entwickler eines neuen *FIFA*-Teils die Vorstellung ihres Konzepts dem Publisher EA vor. In dieser Phase der Vorproduktion, bei der die Finanzierung und der Kostenplan eine zentrale Rolle einnehmen, werden dann die oben erwähnten Details, etwa die technischen Neuerungen oder Überarbeitungen, unter die Lupe genommen und erörtert, ob sich eine Investition wirklich lohne, berichtet Martin Lorber. Passt der auf Basis der Entscheidungen aufgestellte Kostenplan, kann die Produktion beginnen. Natürlich durchlief auch *FIFA 12* diese Punkte, wobei man von den Erfahrungen, die man mit den bisherigen Teilen der Reihe gemacht hatte, profitierte. So standen beispielsweise gewisse Kosten wegen der im Spiel genutzten Lizenzen aus dem Fußballsport schon längerfristig fest. Da Spiele der *FIFA*-Serie in einem jährlichen Zyklus erscheinen, ist die Produktionsphase auf einen Zeitrahmen von neun bis zwölf Monaten festgelegt. Zu den Features, die in dieser Zeit ins Spiel integriert werden, gehören das Level- und Game-Design, die KI, die Grafik-und Physik-Engine sowie die Erstellung von Figuren und Objekten. Letztgenanntes muss schon sehr früh in der Produktion abgeschlossen sein und wird mithilfe der Motion-Capturing- (Bild oben) und der neuen 3D-Head-Scanning-Technik (Bild Mitte) realisiert.

Bilder: EA

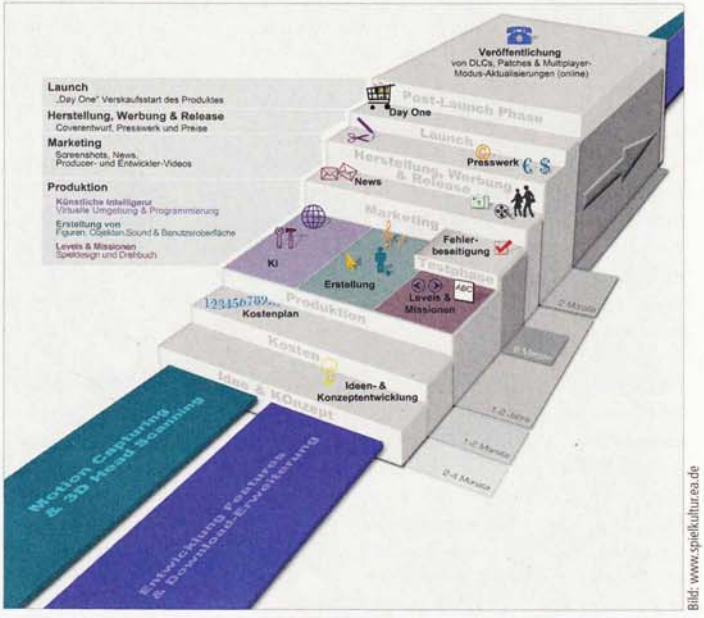
ßend wurden sie aufgefordert, ihre Eindrücke zu schildern und anhand der Bilder Vermutungen anzustellen, wie der ihnen lediglich als Strategiespiel-Konzept präsentierte Titel funktionieren könnte. Laut Dirk Riegert wurden dabei die lebhaften Diskussionen der Testpersonen von Ubisoft-Marketing-Research-Mitarbeitern sowie Vertretern von Ubisoft Blue Byte und Related Designs hinter einer Einwegglasscheibe beobachtet, ohne dass die Probanden etwas davon mitbekamen.

Die Ergebnisse der Marktforschung waren unter anderem die Tatsache, dass das Interesse der Testpersonen immer größer wurde, je mehr Details zum Spiel verraten wurden, und dass ein futuristisches *Anno* auf jeden Fall die Kernelemente der Reihe enthalten sowie ein glaubwürdige Spielwelt bieten soll. Das alles bestätigte, dass Dirk Riegert und sein Team mit einen in der Zukunft angesiedelten *Anno* richtig lagen. Jetzt konnte man den letzten Teil der Vorproduktion angehen und den Publisher-Prototypen (kurz FPP) mit dem Arbeitstitel *„Anno Future 2070"* bei Ubisoft für die Finanzierung vorlegen.

Jetzt geht die Arbeit los

Der finale Schritt einer Vorproduktion, bei dem zusammen mit dem Publisher anhand eines Publisher-Prototypen erörtert wird, ob sich die Investition in das vom Entwickler präsentierte Spielkonzept lohnt, entscheidet darüber, ob ein Titel in die Produktion gehen kann oder vorher noch überarbeitet werden muss. Das Ziel eines jeden Teams ist es, mit dem erstellten FPP den entscheidenden „Stage-Gate-Process"-Schritt zu absolvieren. Im Falle von *Anno 2070* begab man sich, wie Dirk Riegert am Ende seine Entwicklerberichtes ausführt, in die Ubisoft-Zentrale nach Paris. Dort wurden dann wichtige Rahmenbedingungen der geplanten Produktion vorgestellt und Möglichkeiten der Markenstrategie präsentiert. Riegert selbst erläuterte anhand einer Powerpoint-Präsentation die Designergrundsätze, bevor er im Anschluss den Prototypen im Detail vorführt. Zusätzlich folgte eine Fragestunde, in der die Chancen und Risiken des Spiels erörtert und auch die noch offenen Fragen des Geldgebers beantwortet wurden.

Das endgültige Go seitens des Publishers bedeutet für jedes Entwicklungsteam den Beginn der eigentlichen Arbeit. Jetzt muss die Idee sprichwörtlich in die Tat umgesetzt und alle geplanten Features realisiert werden. Dazu gehört natürlich auch eine Technik im Hintergrund, die sowohl eine ansprechende Optik als auch einen reibungslosen Ablauf von Spielmechaniken (KI, Physik, Musik, GUI, die Verwaltung von I/O-Vorgängen etc.) garantiert. Detaillierte Infos zum Ablauf und Inhalt der Produktionphase präsentieren wir Ihnen im Teil 2 unserer Reihe zur Entstehung eines Computerspiels. *(fs)*



Wie die Grafik der Entwicklung von FIFA 12 zeigt, beginnen die Arbeiten, etwa das Motion-Capturing oder die Entwicklung von Features, schon in der Konzeptphase.

Bild: www.spielkultur.ea.de

Bild: MEV

Spiele-Rechner effektiv gegen Angriffe mit Malware schützen

Spielen? Aber sicher!

Wie kann man Sicherheitslücken rechtzeitig erkennen und wie umfangreich muss ein Sicherheitspaket für PC-Spieler wirklich sein? PC Games Hardware hat den optimalen Schutz recherchiert.

Das Thema Sicherheitssoftware ist bei enthusiastischen PC-Spielern eher unbeliebt. Viele nutzen entweder nur einen kostenlosen Virenscanner oder verzichten gleich ganz auf derartige Software, um die System-Performance nicht zu bremsen, und vertrauen auf eigene Umsicht beim Surfen. Doch welches Risiko gehen PC-Spieler ohne Antiviren-Software ein und wie sieht die ideale Sicherheitslösung für PC-Spieler aus? Wir haben uns dafür Rat bei den Experten geholt und geben konkrete Antworten auf wichtige Fragen – denn so viel Sicherheit brauchen Sie wirklich!

Gefährdung auch für erfahrene Anwender

Dass erfahrene Anwender allen Gefahren aus dem Weg gehen können, ist nach wie vor der größte Irrglaube, den es im Zusammenhang mit Antiviren-Software gibt. Versierte Nutzer haben es definitiv einfacher, den Fallen im Web aus dem Weg zu gehen, doch auch aktuelle Software und Umsicht bei der Nutzung des Internets bieten keine hundertprozentige Sicherheit. Dazu Viren-Analyst Christian Funk von Kaspersky Lab: „[...] Cyberkriminelle setzen heutzutage verstärkt auf die Qualität ihrer Angriffe anstatt auf die schiere Flut an neuen Schadprogrammen. Zum einen werden die technischen Fähigkeiten von Malware fortwährend ausgefeilter, zum anderen die Angriffsschemata durch geschickteres Social Engineering immer überzeugender für die Anwender. Selbst für Experten sind diese immer schwerer zu entlarven. [...]

Sogenannte Exploit-Kits scannen den Rechner beim Ansurfen auf die installierte Surfumgebung und können so einen maßgeschneiderten Schadcode ausliefern. Der Anwender muss bei solchen Verfahren keine Datei mehr händisch ausführen – dies macht den Verbreitungsweg zur heimtückischsten Art, infiziert zu werden. Umsichtigkeit und Erfahrung helfen hier kaum weiter. [...]“

Die Gefahren für Spiele-Rechner

Die Zeit der Viren, die komplette Systeme und Rechenzentren lahmlegten, ist vorbei. Hacker und ihre Programme haben nicht mehr in erster Linie das Ziel, Schaden auf Computern anzurichten. Es spielen fast ausschließlich wirtschaftliche Interessen eine Rolle. Sensible Daten wie Konto- oder Kreditkarteninformationen werden für bares Geld im Internet gehandelt. Große Hackerangriffe, wie unlängst auf die Datenbanken des Sony-Konzerns, bieten hierfür das beste Beispiel. Der Preis für eine Kreditkartennummer schwankt natürlich, liegt im Normalfall aber im einstelligen Euro-Bereich. Auf den ersten Blick mag das nach nicht viel Geld aussehen. Professionelle Hacker klauen jedoch nicht eine Nummer, sondern nach Möglichkeit gleich Tausende. So kommen relativ einfach große Geldbeträge zusammen und Cyberkriminelle haben ein vergleichsweise niedriges Risiko, erwischt zu werden. Geklaut wird alles, was sich irgendwie zu Geld machen lässt. Neben Kreditkarteninformationen haben es Kriminelle auch auf die Online-Konten von PC-Spielern abgesehen. Diese lassen sich durch ihren digitalen Wert direkt verkaufen und beinhalten häufig zusätzliche Informationen über die Bankverbindung des Besitzers. Die dazu notwendige Malware bleibt meistens relativ lange unbemerkt auf infizierten Systemen.

Es gibt aber auch sogenannte „Ransomware“, die absichtlich auf sich aufmerksam macht. Hierbei werden relevante Daten verschlüsselt und vom Nutzer ein „Lösegeld“ gefordert. Von einer Zahlung ist in solchen Fällen jedoch immer abzuraten, da häufig nicht einmal sicher

Bonusmaterial

Heft-DVD: Hier finden Sie die kompletten Statements der Sicherheits-Experten im PDF-Format.

ist, ob überhaupt die technische Möglichkeit gegeben ist, um die Daten wieder freizugeben. Während früher eher Unternehmen von solchen Erpressungen betroffen waren, machte Mitte diesen Jahres der „BKA-Trojaner" diesbezüglich auf sich aufmerksam. Hier wurden Nutzer aus ihrem Windows-Konto ausgesperrt und es wurden 100 Euro für die Freigabe des Systems gefordert.

Gefahrenquellen im Internet

Eine pauschale Aussage bezüglich der größten Gefahrenquelle erscheint durch das individuelle Surfverhalten von Anwendern sehr schwierig. Grundsätzlich nutzen Hacker alle Möglichkeiten, um andere Systeme zu infizieren, und ein gewisses Maß an Vorsicht und gesundes Misstrauen ist bei jeder Aktion im Internet zu empfehlen. Bei E-Mails müssen speziell Spieler nach wie vor auf „Phishing"-Versuche achten. Häufig werden Zocker mit potenziellen Zugängen zu Beta-Tests oder einem kostenlosen Account zu aktuellen MMO-Spielen gelockt. Die Qualität der Phishing-Attacken ist dabei mittlerweile enorm hoch, sodass selbst Experten fingierte Mails nicht mehr von Originalen unterscheiden können. Beim Surfen sind es vor allem Software-Exploits, die von Hackern genutzt werden. Präparierte Webseiten scannen Browser und System auf mögliche Schwachstellen und entern als sogenannter „Drive-by-Download" das System.

Bei allen Anwendungen, die typischerweise über Torrent-Netze getauscht werden, sollte man Vorsicht walten lassen: Komplette Spiele, Programme oder auch nur kleine Cracks werden von Hackern nicht ohne Hintergedanken geschrieben. Auch hier stehen immer wirtschaftliche Interessen im Vordergrund, was bedeutet, dass Malware in diesen Dateipaketen versteckt wird. Thomas Uhlemann von Eset begründet das wie folgt: „Genauso gefährlich ist es, teure Spiele als Raubkopie oder Cracks dafür aus dem Internet zu laden. Wie bei anderer Bezahlsoftware auch ist es weniger vermeintliches Gutmenschentum, das Nutzer dazu veranlasst, ‚dezentrale Sicherheitskopien' ins Netz zu stellen. Vielmehr steckt das Interesse dahinter, über malwareverseuchte Cracks Trojaner, Backdoors und andere Malware auf so viele Rechner wie möglich zu bringen."

Laut AV-Test sind es derzeit weniger die kleinen Cracks oder NoCD-Tools, Schaden verursachende Malware beinhalten. Diese lassen sich aufgrund ihrer geringen Größe leicht von Virenscannern prüfen und sind für Hacker daher zunehmend uninteressant. Komplette Spiele, deren ISO-Dateien mehrere Gigabyte groß sein können, bieten aber viel Platz, um kleine, Schaden bringende Programme in ein System einzuschleusen, da Anwender zeitaufwendige Scans meistens auslassen. In solchen Fällen ist eine Infektion nicht zu vermeiden und lässt sich anschließend nur über Antiviren-Software bekämpfen.

Virenscanner mit oder ohne Firewall?

Eine Firewall ist für jeden Anwender im Internet notwendig und sollte in irgendeiner Form installiert beziehungsweise auch beim Spielen aktiviert sein. Avira erklärt in einem Statement auch ganz klar, warum: „Eine Firewall ist auf ▷

Expertenmeinungen: Sicherheit für PC-Spieler

Andreas Marx, Dipl.-Wirtsch.-Inf., AV-Test GmbH

Wir befinden uns im Informationszeitalter: Hacker und Verbreiter von schadhafter Malware haben den Diebstahl sensibler Daten als oberstes Ziel. Diese lassen sich online mit hohen Gewinnen verkaufen und das niedrige Risiko, erwischt zu werden, macht den Markt für viele Kriminelle interessant. Einige Experten schätzen, dass mit gestohlenen Kundendaten bereits mehr Geld als mit dem weltweiten Drogenhandel umgesetzt wird. Rein destruktive Malware gibt es heute nur noch selten. Wirtschaftliche Interessen stehen bei Hackern im Vordergrund.

Alexander Vukcevic, Leiter Virenlabor Avira

Zwar können versierte Anwender das Risiko einer Infektion minimieren, aber nie ausschließen. Malware-Autoren gehen immer neue Wege, um zur Installation ihrer Schadsoftware ein System zu „entern". Solange der Rechner über einen Zugang zu externen Medien wie Internet, Netzwerk oder Wechseldatenträger wie HDD, USB-Sticks oder DVDs verfügt, kann eine Infektion nicht ausgeschlossen werden. [...] Eine pauschale Aussage, wo sich für das einzelne Nutzerverhalten die größte Gefahr verbirgt, lässt sich nicht treffen. [...]

Thomas Uhlemann, Chief Education Manager ESET

Ob sie es wahr haben wollen oder nicht: Gamer sind stark im Visier von Cyberkriminellen. Wer aus Performancegründen auf Sicherheit verzichtet, handelt höchst fahrlässig. [...] Letztlich entscheidet immer noch die Qualität des Spielers über Sieg und Niederlage. Und die finanziellen Ablehnungsgründe einer AV-Software sind eh sehr schwach. Betrachtet man die Ausgaben eines Gamers für sein Hobby, dann fällt die Anschaffung einer Sicherheitslösung kaum ins Gewicht. So manches Online-Spiel kostet im Monat mehr als eine Sicherheitslösung im Jahr.

Christian Funk, Viren-Analyst bei Kaspersky Lab

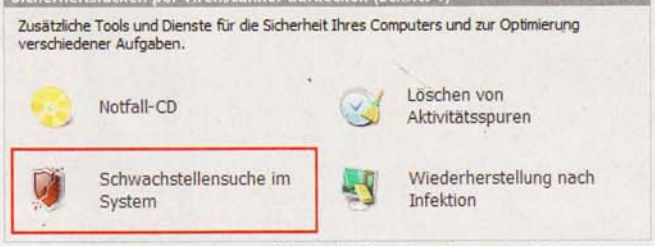
Kostenlose Anti-Viren-Software bietet meist einen guten Basisschutz. Mann muss jedoch oftmals Abstriche bei der Erkennungsrate machen – insbesondere bei proaktiven Erkennungsmethoden wie Heuristiken, Emulatoren, verhaltensbasierten Algorithmen und Erkennung durch die Cloud. Diese sind für brandneue Schadprogramme absolut notwendig, für welche noch keine spezielle Signatur verfügbar ist. Nur durch das Zusammenspiel dieser zusätzlichen Methoden kann ein moderner State-of-the-Art-Schutz gewährleistet werden.

Antivirenlexikon

- **Malware:** Der Begriff Malware wird häufig fälschlicherweise als Synonym für Viren verwendet. Tatsächlich handelt es sich bei dem Wort um den Überbegriff für alle schädlichen Computerprogramme wie Viren, Spyware, Trojaner, Würmer oder Keylogger.
- **Backdoor:** Hier handelt es sich um teilweise absichtlich eingebaute Möglichkeiten, um die üblichen Sicherheitsmaßnahmen einer Software zu umgehen. Entwickler nutzen diese, um möglichst schnell Änderungen an der Software vornehmen zu können. Wenn Hacker eine „Backdoor" finden, nutzen sie diese meist für „Day-Zero-Attacken".
- **Day-Zero-Attacke:** Hacker nutzen Sicherheitslücken häufig recht lange, bis Entwickler oder Nutzer die Schwachstellen entdecken. Da man von Sicherheitslücken erst reden kann, wenn sie bekannt werden, ist der Tag der Erkennung per Definition der erste Tag für mögliche Infektionen durch die Schwachstelle. Angriffe vorher geschahen demnach am „nullten" Tag.
- **Ransomware:** Ransomware ist Malware, die private oder Systemdateien nach ihrem Eindringen verschlüsselt. Für die Entschlüsselung wird meistens ein Lösegeld über eine kostenpflichtige SMS-Hotline oder ein Paypal-Konto gefordert. Mitte dieses Jahres sperrte der sogenannte BKA-Trojaner viele Nutzer aus ihrem System aus und forderte 100 Euro zu Freigabe.
- **Botnet:** Um Spam und Phishing zu verbreiten oder das Netz nach Nutzern mit Sicherheitslücken zu scannen, ist viel Bandbreite und Rechenleistung erforderlich. Hierfür infizieren Hacker möglichst unbemerkt Privatrechner und verbinden diese mit globalen Botnetzwerken. Der Rechner arbeitet dann im Hintergrund an den Aufgaben des Netzwerks. Über einen zentralen Master-Client kann der Hacker die Aufgaben des Netzes koordinieren und ändern.
- **Pharming:** Hierbei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des klassischen „Phishings". Nutzer, die Webseiten korrekt von Hand eingeben, werden mittels vorher plaziertem Trojaner auf eine täuschend echte Nachbildung umgeleitet. Bank- und Bezahlportale sind diesbezüglich sehr beliebt, um Konto- und Kreditkarteninformationen zu klauen.

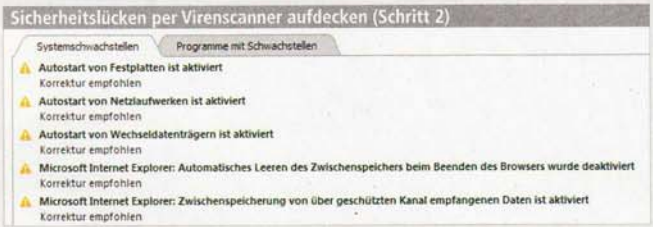
Sicherheitslücken aufdecken

Sicherheitslücken per Virenscanner aufdecken (Schritt 1)



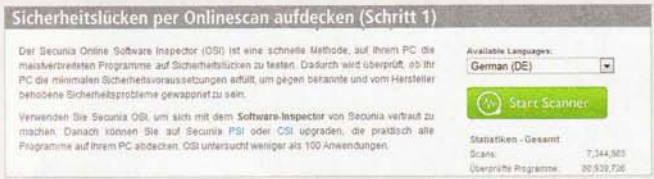
Einige Virenscanner bieten die Möglichkeit, das komplette System auf Schwachstellen zu überprüfen. In diesem Beispiel finden Sie die Funktion im Menü der Kaspersky-AV-Suite unter dem Reiter „Tools".

Sicherheitslücken per Virenscanner aufdecken (Schritt 2)



Neben den Schwachstellen in den Systemeinstellungen zeigt Ihnen der Scan auch welche kritischen Softwareupdates nötig sind. Besonders wichtig sind Updates für gängige Browser-Plug-ins wie Flash und Java.

Sicherheitslücken per Onlinescan aufdecken (Schritt 1)



Der Onlinescan von Secunia (http://secunia.com/vulnerability_scanning/online) funktioniert ähnlich wie das Tool der lokal installierten Virenscanner und ist völlig kostenlos. Es fehlen aber Hinweise zu den Windows-Einstellungen.

Sicherheitslücken per Onlinescan aufdecken (Schritt 2)

Ein kompletter Scan-Durchlauf dauert im Normalfall nur wenige Sekunden. Sie benötigen allerdings ein möglichst aktuelles Java-Plugin, um das Tool direkt über die Webseite im Browser starten zu können.

Sicherheitslücken per Onlinescan aufdecken (Schritt 3)

In der Ergebnis-Ansicht werden Ihnen alle notwendigen Updates für Ihr System angezeigt. Besonders praktisch ist, dass Ihnen auch gleich die passenden Download-Links für gängige Plugins angeboten werden.

jeden Fall nötig, um Anfragen oder Attacken im Netzwerk oder aus dem Internet zu unterbinden, da viele Gaming-Rechner ununterbrochen online sind. Es gibt Malware, die das Internet nach Rechnern mit offenen Ports oder bekannten Sicherheitslücken durchsucht. Daher sollten Spieler einen Schutz in Form einer Firewall nutzen, um „Portscans" durch Malware zu unterbinden, und eine Sicherheitslösung installiert haben, die einen lokalen Viren- und Malwareschutz bietet."

Über Portscans sucht sich Malware aktiv einen Weg in ungeschützte Systeme. Eine Firewall ist allerdings kein alleiniger Schutz, sondern nur ein Teil eines kompletten Pakets. Auch mit aktiver Firewall sind Infektionen und Daten-Diebstähle nicht ausgeschlossen. Ein Virenscanner ist die einzige Möglichkeit, eine Infektion zu erkennen und anschließend zu beseitigen.

Eine Firewall für alle Zwecke

Bei der Windows-Firewall sind sich alle Experten einig: Die Firewall von Microsoft reicht grundsätzlich aus. Eine Sicherheitsumgebung mit zusätzlicher Firewall oder eine dedizierte Firewall sind also nicht zwingend erforderlich. Der Unterschied zur Firewall einer Sicherheitssuite liegt in der Konfigurierbarkeit. Während die Windows-Firewall nur vordefinierte Ports abscannt, können Sie die Aufgaben einer eigenen Firewall selbst einstellen und die Zugriffe auf bestimmte Anwendungen individuell festlegen. Der Microsoft Defender hingegen bietet eine sehr trügerische Sicherheit. Er schützt nur vor bestimmten Arten von Malware und funktioniert nicht wie ein aktiver „Guard" einer AV-Software. Durch den Guard schlagen professionelle Sicherheitslösungen Alarm, wenn sich Programme verdächtig verhalten. Der Defender bemerkt Infektionen hingegen nur bei aktiven Scandurchläufen. Bei Infektionen mit Trojanern oder Keyloggern kann es dann für die Daten des Anwenders schon zu spät sein.

Vorteile von kostenpflichtiger Sicherheitssoftware

Der Preis für kostenpflichtige Sicherheitssoftware liegt zwischen 20 und 60 Euro. Angebote mit mehreren Lizenzen sind häufig sogar noch etwas günstiger zu bekommen. Während PC-Spiele einmalig ca. 50 Euro kosten und MMO-Spieler für ihr Hobby um die 140 Euro jährlich ausgeben, ist eine leistungsstarke Sicherheitsumgebung also keine außerordentlich große finanzielle Belastung. Leistungsorientierte Spieler bekommen für vergleichsweise wenig Geld auch diverse Vorteile geboten. Ein Gaming-Mode unterdrückt alle Einblendungen und setzt störende Aktionen wie Updates oder Komplettscans während der gesamten Spiel-Session aus. Das Spielgefühl wird also nicht beeinträchtigt und gleichzeitig bleiben alle sicherheitsrelevanten Anwendungen aktiv.

Eine separate Firewall ist zudem direkt in die Sicherheitssuite eingebettet und hilft bei der korrekten Klassifizierung einer Software. Zusätzlich bieten viele Virenscanner erweiternde Sicherheitstools: Sie können Ihr System und die installierte Software auf die Notwendigkeit kritischer Sicherheitsupdates hin scannen, Browser fürs Onlinebanking in einer „Sandbox"-Umgebung starten oder direkt auf eine bestehende Malware-Infektion reagieren. Avira bietet einen sehr beliebten kostenlosen Virenscanner an. Die Vorteile eines kostenpflichtigen Scanners fasst Alexander Vukcevic von Avira wie folgt zusammen: „Anwender erhalten mit der kostenpflichtigen Sicherheitssoftware einen erweiterten Guard, der beim Online-Spielen, Surfen oder Downloaden auf virulente Inhalte, Phishing, Exploits etc. überprüft. Zusätzlich ist ein Game- oder Präsentationsmodus enthalten, welcher bei Aktivierung keine Pop-up-Meldung anzeigt und somit keinen Fokusverlust der aktuellen Anwendung oder des Spieles bedeutet." *(oh)*

Fazit

Spiele-PC absichern

Kostenlose Virenscanner liefern in Verbindung mit der Windows-Firewall einen ausreichenden Basisschutz, aber eben auch nicht mehr. Den für PC-Spieler besonders wichtigen Schutz vor Phishing- und Drive-by-Attacken bekommen Sie nur mit einem der kostenpflichtigen Softwarepakete. Spielern raten wir deshalb zu einer günstigen Sicherheits-Suite mit ressourcenschonendem Gaming-Modus und einer optionalen Firewall.

Bild: Aid_Box

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 Spielemacher an die Gesetze?

Nachdem wir bereits in der Ausgabe 01/2012 die Lizenzbestimmungen und Datenschutzerklärungen der vier großen Online-Dienste Blizzard Battle.net, Electronic Arts Origin, Microsoft Games for Windows Live und Valve Steam näher analysiert haben, erhalten Sie diesen Monat eine Übersicht über die vertraglichen Regelungen der Publisher Activision, Bethesda, Blizzard, Square Enix, Take Two, THQ und Ubisoft. Auch dieses Mal haben wir unser Hauptaugenmerk auf die zivil- und datenschutzrechtlichen Vereinbarungen gerichtet. Zusätzlich kontrollierten wir, inwieweit die Publisher dem Nutzer urheberrechtlich relevante Rechte zur Umarbeitung an der Software gestatten, etwa die Entfernung des Kopierschutzes oder die Erstellung von Sicherheitskopien & Co.

Activision

Sechs Seiten, kurz und übersichtlich, geordnet nach Paragraphen und Absätzen, so erscheint die Activision-EULA im typischen Vertragsgewand. Auf eine Datenerhebung verzichtet man. Wäre nicht in den meisten Fällen die Zwangsbindung an den Online-Dienst Steam, könnte der Nutzer der Software weitestgehend unbesorgt an seine Daten denken. Problematisch wird erst wieder die Kündigung des Nutzungsverhältnisses seitens Activision. Demnach solle jeder Verstoß gegen die Lizenzvereinbarungen automatisch zur Beendigung des Vertragsverhältnisses führen. Dies könnte mit dem §314 II BGB kollidieren, der eine Abmahnung vorsieht.

Ebenso unnötig und unwirksam ist die Salvatorische Klausel (306 II BGB). Ferner unzulässig ist die Annahmefiktion des Vertrags, die jede Installation oder das Öffnen der Verpackung als Vertragsannahme ansieht. Bedenklich erscheint zudem die Einräumung von urheberrechtlichen Nutzungsrechten auf selbst erstellte Spielinhalte. Auch wenn die Software selbst sicherlich Activision als Rechteinhaber zuzurechnen ist, könnte durchaus ein eigenes Urheberrecht des Nutzers entstehen, wenn er mit der Software ein Werk im Sinne des Urhebergesetzes entwirft. Definitiv unzulässig ist die vertragliche Untersagung einer Sicherungskopie der auf dem mitgelieferten Datenträger befindlichen Software (§69d II UrhG). Grotesk wirkt die Erklärung bezüglich der mitgelieferten CD/DVD als Datenträger, dass „davon auszugehen ist, dass aufgrund der langen Lebensdauer von den genannten Datenträgern eine Sicherungskopie nicht erforderlich" sei. Erfreulich hingegen ist die Gewährleistung bei schwerwiegende Programm-Mängel, beispielsweise wenn das Programm so schwere Bugs aufweist, dass es nicht vom Käufer gespielt werden kann.

Bonusmaterial

www.pcgh.de/go/02-12

Bethesda

Noch knapper fasst sich Bethesda. Vier Seiten genügen als Lizenzvertrag. Neben Activision hat auch Bethesda kein Interesse an personenbezogenen Daten der Spieler. Der vollumfängliche Datenschutz

scheitert aber auch hier in der Praxis, da ein Steam-Konto zum Spielen immer öfter zur Pflicht wird. Große Schwächen leistet sich die EULA nicht. Neben einer Umgestaltung der unwirksamen Gerichtsstandklausel für England wären definitive Aussagen zu Vertragsänderungen und dem Vertragsschluss wünschenswert gewesen.

Knauserig gibt sich Bethesda im Falle von Sicherungskopien. Die eigenhändige Erstellung wird untersagt. Jedoch kann gegen eine Gebühr von 10 Euro ein Ersatzdatenträger geordert werden. Ob das jedoch ausreicht, um das gesetzliche Untersagungsverbot zu umgehen, ist fraglich. Wer das Spiel mitsamt Datenträger verkaufen möchte, kann dies tun, scheitert jedoch im Falle vom Steam-gebundenen Spielen an der Steam-EULA, die den Verkauf des Nutzer-Kontos wiederum untersagt. Unter sehr engen Voraussetzungen darf der Spieler sogar den Kopierschutz entfernen. Einerseits muss „die Spielnutzung beeinträchtigt oder verhindert" sein, anderseits muss Bethesda die Möglichkeit gegeben werden, binnen vier Wochen die Störung zu beseitigen. Mängel am Datenträger werden nur innerhalb der ersten 90 Tage nach Kauf von der Seite Bethesdas behoben. Für Programm-Mängel wird keine Rückgabe-Garantie übernommen.

Blizzard

Wer Spiele von Blizzard kauft, muss sich mit dem obligatorischen Online-Dienst Battle.net zufriedengeben. Ferner ist zu erwarten, dass zunehmend eine permanente Internet-Verbindung verlangt wird. Nächster Blockbuster, der diese Restriktionen vorsieht, ist *Diablo 3*. Die hier verwendete EULA von *Starcraft 2* gibt in dieser Hinsicht bereits einen ersten Vorgeschmack auf das Kommende. Blizzard betont an mehreren Stellen der EULA, dass die Software nicht verkauft werden darf. Die Lizenzüberprüfung erfolgt über den Online-Dienst. Etwaige Cheats sollen über eine Überwachung des Arbeitsspeichers erkannt werden.

Lobenswert ist die Bereitstellung von Servern und Software auch nachdem das Spiel „Out of Publication" sein soll, jedoch nur nach eigenem Ermessen von Blizzard. Verbindliche Aussagen werden nicht gemacht. Weniger erfreulich ist die Kollision mit gesetzlichen Regelungen bezüglich einer fristlosen Kündigung wegen Vertragsverletzungen. Wenn das Verhalten des Spielers nach Blizzards Ansicht „schwer unzulässig" sei, solle auch eine fristlose Kündigung ohne vorherige Abmahnung möglich sein. Eine Sicherungskopie wird nur für „zusätzliche Software", die sich auf dem Datenträger befindet, erlaubt, nicht jedoch für die Spiele-Software selbst. Unzulässig ist die jederzeitige Änderung des Vertragsinhalts ohne Nennung möglicher Gründe. Eine Benachrichtigung des Nutzers „kann" per E-Mail erfolgen. Richtigerweise wäre jedoch ein „muss", damit sichergestellt ist, dass der Nutzer auch Kenntnis von den Änderungen erlangt und gegebenenfalls dagegen Widerspruch einlegen kann.

Square Enix

Unnötig lang erscheint die EULA von Square Enix. In ihr finden sich auch die Lizenzvereinbarung zur Grafikschnittstelle Direct X. Etwas altertümlich erscheint der Wortlaut im Rahmen der Erläuterung zum Zustandekommen des Vertrags. „Disketten" können binnen 30 Tagen nach dem Kauf zurückgesendet werden, wenn der Käufer nicht mit den AGB einverstanden ist. Der Kaufpreis wird voll zurückgezahlt. Sobald die Software installiert wurde, erlischt dieses Rückgaberecht. Eine Garantie auf den Datenträger wird ebenfalls gewährt. Diese verfällt jedoch nach 90 Tagen. Programm-Fehler sind auch hier nicht erfasst. Unzulässig sind der unbeschränkte Haftungsausschluss und die Gerichtsstandsklausel für England und Wales.

Verwirrend ist die fehlende Angabe des Vertragspartners. In der gesamten EULA wird nur von „Square Enix" gesprochen. Welches (Tochter-)Unternehmen damit gemeint ist und wo dieses seinen Sitz hat, bleibt schleierhaft. Besonderes Augenmerk sei auf den Absatz für die Erhebung von „Nutzungsdaten" gerichtet. Erhoben werden Daten über das System sowie die IP-Adresse des Nutzers. Dies ist speziell dadurch problematisch, als dass die herrschende Meinung in Deutschland davon ausgeht, dass die IP-Adresse als personenbezogenes Datum angesehen werden muss, insbesondere wenn diese mit anderen Daten des Nutzers zusammengeführt werden kann. ▷

Rechtsgrundlagen Teil 3: Rückgabe-Möglichkeiten

Wer unwirksame AGB-Klauseln und eine rechtswidrige Datenerhebung nicht in Kauf nehmen möchte, muss in letzter Konsequenz das Spiel beim Händler zurückgeben. Doch geht das so einfach, insbesondere wenn das Spiel bereits installiert und aktiviert war?

Grundsätzlich erfassen die gesetzlichen Regelungen zum Kaufrecht (§§433 ff. BGB) nur Sachen, also körperliche Gegenstände wie eine DVD. Tritt ein Mangel innerhalb von zwei Jahren nach Kauf ein, kann der Käufer vom Verkäufer verschiedene Formen der Mangelbeseitigung (§437 BGB) verlangen. Das Kernproblem bei Computerspielen besteht jedoch darin, dass in erster Linie keine Sache erworben wird, sondern eine Software bzw. ein Nutzungsrecht an jener. Für diese Fälle hat der Gesetzgeber die §§435, 453 BGB vorgesehen, die den Rechtskauf beziehungsweise daraus entstehende Rechtsmängel umfassen. Demnach finden die Regelungen des Kaufrechts auch Anwendung beim Kauf von Rechten.

Soll ein Recht gewährt werden, muss dieses dem Käufer „verschafft" werden. Das heißt, der Käufer darf nicht in der Ausübung des Rechts (Spielen des PC-Spiels) beeinträchtigt werden und er muss es ausüben können. Eine unerhebliche Beeinträchtigung soll dabei bereits genügen [vgl. Jauernig, BGB-Kommentar, Verlag C.H. Beck München, 12. Auflage, §435 Rd.Nr.3]. Eine solche Beeinträchtigung könnte in der unzulässigen Erhebung der Daten des betroffenen Käufers vorliegen. Ist das Spiel an einen zwingend zu nutzenden Online-Dienst gebunden, kann Folgendes als Argumentation herhalten: Die Rechteausübung in Form des Spielens des Spiels ist nur dann möglich, wenn zugleich der Online-Dienst installiert und genutzt wird. Ohne dessen Installation könnte das Spiel nicht gestartet werden. Der Online-Dienst sammelt jedoch Daten des Käufers, für diese er aufgrund der unwirksamen AGB-Regelungen (§§305 ff. BGB) beziehungsweise Datenschutzrichtlinien (§§4a ff. BDSG, 13 II TMG, 7 III Nr.3 UWG) keine Einwilligung hat. Es würden mit der Ausübung des Nutzungsrechts unzumutbare Datenschutzverstöße einhergehen. Das Recht wäre damit fehlerbehaftet und es läge ein Rechtsmangel vor.

Informierte Käufer sollten Folgendes beachten: Haben Sie die Mängel in Form unzumutbarer AGB-Klauseln gekannt oder sind diese Ihnen grob fahrlässig unbekannt geblieben und haben Sie das Spiel trotzdem gekauft, so könnte ein Rückgaberecht ausgeschlossen sein (§442 BGB). Es ist durchaus anzunehmen, dass aufgrund der verstärkten Berichterstattung der letzten Wochen mancher Händler hierauf verweisen könnte. Jedoch obliegt es dem Verkäufer, die grobe Fahrlässigkeit des Käufers nachzuweisen. Bloße Behauptungen reichen nicht aus.

Online-Käufer sollten noch versiegelte Ware über das Fernabsatzrecht (§312b ff. BGB) zurückgeben. Ist die Software-Verpackung entsiegelt, fällt das Fernabsatzrecht als Rückgabemöglichkeit weg. Die Rückgabe bereits entsiegelter oder installierter Ware sollte mit Verweis auf den Rechtsmangel unproblematisch sein. Es gilt normales Gewährleistungsrecht. Im Falle von bereits (an-)gespielter Ware könnte eine Reduzierung des zurückerhaltenen Kaufpreises möglich sein, da der Käufer bereits Nutzungen aus der erhaltenen Ware gezogen hat. Wie diese in Geld zu bemessen sind, ist pauschal nicht zu beantworten. Für Download-Ware gilt dem Grunde nach dasselbe. Jedoch ist je nach Gestaltung der AGB bei Vertragsabschluss der Zeitpunkt der Kenntnis des AGB-Inhalts nach vorne gerückt. Dies schwächt in erster Linie die Argumentationsbasis des Käufers, ändert aber nichts am Rechtsmangel. Ferner kommen insbesondere bei im Ausland ansässigen Unternehmen praktische Schwierigkeiten bezüglich der Durchsetzung von Rechten hinzu.

Bundesministerium für Bildung und Forschung

DOS

Datenschutz in Online-Spielen

2010 veröffentlichte das Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein eine Studie zum „Datenschutz in Online-Spielen" (www.datenschutzzentrum.de/dos).

Rechtsgrundlagen Teil 4: Fristlose Kündigung

Zunehmend werden Stimmen in Foren laut, dass Nutzer-Accounts für Online-Dienste fristlos und ohne Nennung eines Grunds gesperrt werden. Ist das rechtmäßig und was könnte der Verbraucher im Falle einer rechtswidrigen Kündigung machen?

Bild: Aid-Box

Kündigungsklauseln lassen sich in nahezu allen Lizenzverträgen der Publisher und Online-Dienste finden. Ein Großteil orientiert sich leider nicht an den gesetzlichen Vorgaben. Insbesondere fristlose Kündigungen sollen ohne vorherige Abmahnung bei Vertragsverstößen oder explizite Erklärung ausgesprochen werden können. Beispiel Ubisoft. Unter Punkt 4 des Lizenzvertrags heißt es: „Sie [Anm. d. Verf.: die Lizenz] wird automatisch ohne Erklärung seitens Ubisoft gekündigt, falls die Bestimmungen und Bedingungen des Lizenzvertrags vom Benutzer nicht eingehalten werden."

Derartige Klauseln sind gemäß §307 I, §307 II Nr.1 BGB unwirksam, da sich hier der Vertragsverwender zu weit von den gesetzlich vorgesehen fristlosen Kündigungsrechten entfernt und dadurch den Verbraucher unangemessen benachteiligt. Diese sehen vor, dass im Falle von Vertragsverletzungen zuvor eine Abmahnung gegenüber dem Verbraucher ausgesprochen werden muss (§314 II BGB). Nur in sehr schwerwiegenden Fällen kann eine Abmahnung entbehrlich sein. Jedoch ist hier eine Abwägung der beiderseitigen Interessen vorzunehmen. Das ist einzelfallabhängig und kann von Faktoren wie die Dauer der Vertragstreue, Zahl und Wert der installierten Spiele(-Lizenzen) oder dem entstandenen Schaden für den Vertragspartner abhängen.

Unabhängig von der Art des Kündigungsgrundes könnte eine Kündigungserklärung bereits formell fehlerhaft sein. Dies ist dann der Fall, wenn der Kündigungsgrund nicht genannt wurde und die Erklärung nicht ordnungsgemäß dem Verbraucher zugegangen ist. Eine konkludente (schlüssige) Erklärung über die bloße Sperrung des Nutzer-Accounts scheidet deswegen in den meisten Fällen aus, da zwingend ein wichtiger Grund vorhanden sein und dem Verbraucher bekannt gemacht werden muss.

Sollte der Nutzer-Account unrechtmäßig gekündigt worden sein, können Sie vom Vertragspartner nach einer erfolglosen Fristsetzung eine Wiederherstellung des Leistungsverhältnisses und gegebenenfalls Schadenersatz verlangen. Dies kann die Reaktivierung des Nutzer-Accounts sein. Sollte die Wiederaktivierung verweigert werden, kann auch Geld in Höhe des Verkehrswertes der Summe der Lizenzen, d. h. in Höhe des Geldbetrags, der notwendig wäre, um den Zustand vor Kündigung wieder herzustellen, verlangt werden. Praktische Probleme werden auch hier wieder in der Erreichbarkeit der Online-Dienste und Publisher mit Auslandssitz und der Durchsetzung inländischer Rechte im Ausland bestehen.

„Diese Informationen werden jedoch nicht zu Ihrer persönlichen Identifizierung und nicht ohne Ihre Zustimmung benutzt". Square Enix lässt dabei offen, wann eine solche Zustimmung erfolgt oder bereits durch die Annahme der EULA erklärt wird.

Spätestens im Absatz für „Ingame-Werbung" wird deutlich, warum diese Klausel kritisch gesehen werden muss. Als einziger Publisher behält sich Square Enix diese Werbeart vor. Im Falle von *Deus Ex 3: Human Revolution* ist Ingame-Werbung bereits umgesetzt worden (Ladebildschirme). Die Übermittlung an „dynamische Werbeprovider" wird vorbehalten, ebenso die Bestimmung der „geographischen Lage" des Spielers. Vieles schreit daher für eine Anwendung des Bundesdatenschutzgesetzes. Zumindest in der Form würde die EULA nicht den Anforderungen entsprechen. Fraglich bleibt zudem, wo die Daten erhoben werden.

Take Two

Besitzer der Retail-Version von *Duke Nukem Forever* können die vollständige EULA im Handbuch finden. Die jeweils aktuelle Fassung finden Sie auf der Webseite von Take Two. Ein regelmäßiger Besuch der Webseite ist zu empfehlen, da Take Two sich einen unwirksamen Änderungsvorbehalt einräumt und das automatische Einverständnis des Vertragspartners nach 30 Tagen ab Änderung der EULA fingiert. Ferner versteckt, ist in der EULA die Datenerhebung geregelt. Sobald eine Internetverbindung besteht, können fleißig Daten gesammelt werden, darunter Informationen zur IP- und MAC-Adresse. Auch eine Übermittlung in das Nicht-EU-Ausland an nicht genannte Dritte wird vorbehalten. Wohin genau, das verschweigt Take Two, ebenso die gesetzlichen Widerspruchsmöglichkeiten.

Die Lizenzüberprüfung erfolgt über ein DRM-System. Steam wird zunehmend als Online-Dienst verwendet. Mit Rücksicht darauf ist das Gestatten des Verkaufs der Software bestenfalls als gutgemeinte Fußnote anzusehen. Steam untersagt bekanntlich den Verkauf der an die Spiele gebundenen Nutzer-Konten. Sollte ein zusätzlicher Kopierschutz vorhanden sein, kann dieser vom Vertragspartner entfernt werden, wenn Take Two zuvor eine vierwöchige Frist zur Behebung schwerer Programmfehler gesetzt wurde. Unangenehm, aber zumindest mit diesen Rechtsfolgen unbeachtlich, bleibt die Androhung bei Urheberrechtsverletzungen nach der amerikanischen Gesetzgebung, eine Strafzahlung von bis zu 150.000 US-Dollar entrichten zu müssen. Nach dem deutschen Urheberrecht können je nach Fall Abmahngebühren auf 100 Euro gedeckelt sein (§97a II UrhG).

THQ

Angesichts der Vertragsregelungen anderer Publisher ist es erfreulich, dass der Spieler als Vertragspartner eine deutsche Niederlassung, die THQ Entertainment GmbH, zur Seite gestellt bekommt. Sollte es zu einem Streitfall kommen, kann der Spieler auf umfangreiche bis faktisch unmögliche ausländische Klageverfahren verzichten. Die Vertragsannahme wird durch die Installation unzulässig fingiert. Ebenso kritisch ist die Kündigungs-

GARANTIE- UND LIZENZBEDINGUNGEN
UND GEBRAUCHSINFORMATION

Dieses Dokument wird in unregelmäßigen Abständen aktualisiert. Die aktuell gültige Version wird auf www. taketwogames.com/eula veröffentlicht. Durch die Nutzung der Software für mehr als 30 Tage über die Veröffentlichung der aktualisierten Version hinaus erklären Sie Ihr Einverständnis der aktualisierten Bedingungen.

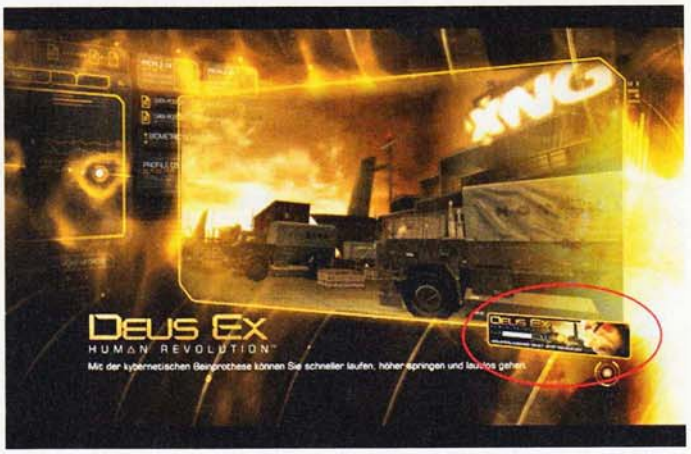
DIESE SOFTWARE WIRD LIZENSIERT, NICHT VERKAUFT. INDEM SIE DIESE SOFTWARE (DEFINITION SIEHE UNTEN) INSTALLIEREN, KOPIEREN ODER SONSTWIE VERWENDEN, ERKLÄREN SIE SICH MIT DEN VORLIEGENDEN GA-RANTIE- UND LIZENZBEDINGUNGEN („VEREINBARUNG") EINVERSTANDEN. DIESE EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG IST BINDEND. „SOFTWARE" BEINHALTET SÄMTLICHE MIT DIESER VEREINBARUNG ZUR VERFÜGUNG GESTELLTE SOFT-WARE, DAS ODER DIE BEGLEITENDEN BENUTZERHANDBÜCHER, VERPAC-KUNG UND ANDERE SCHRIFTLICHE, GESPEICHERTE, ELEKTRONISCHE ODER ONLINE ZUR VERFÜGUNG GESTELLTE MATERIALIEN UND SÄMTLICHE KOPIEN DIESER SOFTWARE ODER DES BEGLEITMATERIALS. INDEM SIE DIESE SOFT-WARE ÖFFNEN, INSTALLIEREN UND/ ODER DIESE SOFTWARE ODER DAS BE-GLEITMATERIAL BENUTZEN, AKZEPTIEREN SIE DIESE VEREINBARUNG MIT DER TAKE-TWO INTERACTIVE SOFTWARE INC. („LIZENZGEBER"). SIND SIE MIT DEN BEDINGUNGEN DIESER VEREINBARUNG NICHT EINVERSTANDEN, DÜRFEN SIE DIE SOFTWARE NICHT INSTALLIEREN, KOPIEREN ODER VERWENDEN.

I. LIZENZ

LIZENZ. Vorbehaltlich der weiteren Bestimmungen dieser Vereinbarung erteilt der Lizenz-geber Ihnen hiermit ein nicht ausschließliches, nicht übertragbares, eingeschränktes Recht, diese Software für Ihren persönlichen, nicht-gewerblichen Gebrauch auf einem einzelnen Computer oder einer Spielkonsole zum Computerspiel zu nutzen, es sei denn, weitere Rechte werden explizit in der Programmdokumentation verliehen. Die von Ihnen erworbenen Rechte sind abhängig von der Befolgung der Bestimmungen dieser Vereinbarung. Die Laufzeit der in dieser Vereinbarung enthaltenen Lizenz beginnt an dem Datum, an dem Sie die Software in-stallieren oder anderweitig benutzen und endet, abhängig davon, was früher eintritt, entweder wenn Sie diese Software irgendwie weggegeben haben oder wenn der Lizenzgeber diese Ver-einbarung beendet. Die eingeräumte Lizenz endet sofort und unmittelbar, wenn Sie versuchen, technische Schutzvorrichtungen im Zusammenhang mit der Software zu umgehen. Diese Software wird an Sie lizenziert und Sie erkennen hiermit an, dass keinerlei Eigentumsrechte an der Software übertragen werden und dass diese Vereinbarung nicht als Verkauf an Rechten an der Software auszulegen ist. Alle Rechte, die durch diese Vereinbarung nicht explizit ein-geräumt werden, verbleiben bei dem Lizenzgeber bzw., soweit einschlägig, dessen Lizenzge-bern.

INHABERSCHAFT AN RECHTEN. Der Lizenzgeber behält alle Rechte und Ansprüche in Bezug auf die Software, einschließlich aber nicht beschränkt auf Urheberrechte, Marken, Ge-schäftsgeheimnisse, Handelsbezeichnungen, Eigentumsrechte, Patente, Titel, Computercodes, audiovisuelle Effekte, Themen,

Take Two druckt seine Lizenzbestimmungen im beigelegten Handbuch zum Spiel ab. Leider in sehr kleiner Schrift und mit Fehlern beim Zeilenumbruch.



In-Game-Werbung von Square Enix: Im Fall von Deus Ex 3: Human Revolution ist diese Funktion nachträglich per Steam-Update implementiert worden.

klausel, den Vertrag „ohne Vorankündigung und Begründung zu beenden". Widersprüchlich äußert sich THQ zur Haftung. Zwar werden Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit wirksam ausgeschlossen, doch sind über das Vertragswerk an verschiedenen Stellen intransparente Sätze wie dieser zu finden: „Die Haftung wird seitens THQ je Schadensereignis, soweit gesetzlich zulässig wirksam, auf das gesetzliche Minimum begrenzt." Aussagen zur Haftung bei Schäden von Leben, Körper und Gesundheit werden im Gegenzug nicht gemacht.

Kein gutes Gefühl vermittelt THQ beim Datenschutz. Zwar werden „noch" keine Daten erhoben, doch befindet sich ausgerechnet im kurzen Kapitel „Datenschutz" ein unwirksamer Änderungsvorbehalt, der auf Hinweise auf der Webseite verweist. Warum diese Klausel dort formuliert wurde und nicht wie sonst üblich am Anfang oder Ende des Vertrags, bleibt schleierhaft.

Ubisoft

Wie die EULA von Square Enix ist der Lizenzvertrag von Ubisoft durch Ausführungen zu Direct X stark aufgebläht. Ohne diese wäre die EULA keine drei Seiten lang.. Diese enthält jedoch versteckte Verweisungsklauseln auf die Online-Datenschutzerklärung, die auf der Webseite von Ubisoft zu finden ist. Wer genau Vertragspartner ist und wo dieser seinen Sitz hat, verschweigt Ubisoft. Es ist nur allgemein von „Ubisoft Entertainment" die Rede. Die Annahme des Vertrags wird auch hier durch die Installation fingiert. Wenig vertrauenserweckend ist der vollständige unwirksame Haftungsausschluss mit folgendem Wortlaut: „Der Benutzer erkennt ausdrücklich an, dass die Nutzung des Multimediaprodukts auf eigenes Risiko erfolgt." Direkt darauf folgend ist eine Klausel formuliert, die eigentlich nur aus dubiosen Gebrauchtwagen-Geschäften bekannt ist: „Das Multimediaprodukt wird in dem Zustand ‚wie besehen' gekauft." Angesichts der Tatsache, dass eine Software ohne Installation zuvor nicht „besehen" werden kann, muss diese Klausel als unwirksam angesehen werden.

Versteckt im Vertragstext und damit unwirksam in Bezug auf die Einwilligung wird auf die Online-Datenschutzerklärung verwiesen. Diese ist in erster Linie auf den Besuch der Ubisoft-Webseite ausgerichtet und trifft nicht immer im Wortlaut das Nutzungsrecht an einem Computerspiel. Auch Ubisoft lässt sich unter Missachtung nahezu sämtlicher Formvorschriften für eine wirksame Einwilligung zur Datenerhebung das Einverständnis erteilen. Dem Nutzer bleibt unbekannt, von wem und wo genau die Daten erhoben und wohin übermittelt werden. Sicher ist nur die Verwendung für „Marketingzwecke". Sicherungskopien werden unwirksam vertraglich untersagt. Der Verkauf des Spiels ist erlaubt, jedoch ist die Gestaltung der Erlaubnis für den durchschnittlichen Leser widersprüchlich verfasst. Für die Lizenzüberprüfung kommt ein DRM-System zum Einsatz.

Fazit und Ausblick

Wie bereits bei den Online-Diensten festgestellt, scheitern alle datenerhebenden Publisher an datenschutzrechtlichen Bestimmungen, mit der möglichen Folge einer rechtswidrigen Datenerhebung. Zumindest im Rahmen der Online-Verkäufe über die eigenen Online-Dienste können die Lizenzgeber von sich aus nachbessern. Hierzu sind ein Verzicht auf versteckte Verweisungsklauseln sowie eine Trennung der Einwilligung zur Datenerhebung und den sonstigen Vertragsinhalten notwendig. Vor Vertragsschluss muss über ein Check-Box-System sichergestellt sein, dass der Käufer beziehungsweise Spieler explizit bestätigen muss, den Inhalt verstanden und gelesen zu haben. Diese Bestätigung muss nochmals getrennt die Einwilligung zur Datenerhebung für Werbezwecke vorsehen. Stimmt der Nutzer diesem Zweck der Erhebung nicht zu, sollte dies nicht zwangsläufig zur Nicht-Nutzung der Software führen.

In der Erklärung zur Einwilligung sollte deutlich auf die gesetzlichen Widerrufsrechte und die Rechtsfolge des Widerrufs (keine weitere Erhebung und Verarbeitung der Daten) hingewiesen werden. Im Falle einer Übermittlung in das Nicht-EU-Ausland ist der Nutzer ausführlich über den Zweck der Erhebung, das Schutzniveau des Landes, die Übermittlungsstelle und Kontaktmöglichkeiten, insbesondere jene in Deutschland, zu informieren. Als Ansprechpartner für die Nutzer muss ein unabhängiger Datenschutzbeauftragter jederzeit verfügbar sein. *(clg)*

Fragen/Antworten

Können Spiele anstatt beim Händler auch direkt beim Publisher zurückgegeben werden?

Zuweilen bieten auch manche Publisher ein Rückgaberecht in Form einer Garantie an, darunter Activision, THQ und Ubisoft. Das Rückgaberecht bezieht sich jedoch nur auf Programmmängel und auch nur dann, wenn zuvor dem Publisher Gelegenheit gegeben wurde, binnen einer Frist die Mängel zu beheben. Rechtsmängel in Form von Datenschutzverstößen oder unwirksamen Vertragsbedingungen fallen nicht darunter.

Ich kenne den Sitz des Online-Dienstes/Publishers nicht, an wen soll ich mich wegen Datenverletzungen richten?

Kontaktieren Sie zunächst den Kundendienst des Unternehmens und fragen Sie nach, ob eine deutsche Niederlassung existiert. Ist das der Fall, melden Sie etwaige Datenschutzverstöße dem Landesbeauftragten für Datenschutz des Bundeslandes, in dem das Unternehmen seinen Sitz hat. Hat das Unternehmen keinen deutschen Standort, melden Sie dem Landesbeauftragten für Datenschutz in Ihrem Bundesland oder dem Bundesbeauftragten für Datenschutz den Fall. Schwere Fälle können von Ihnen auch zur Anzeige gebracht und strafrechtlich verfolgt werden (§44 BDSG). Die Verfolgung geschieht nur auf Antrag.

Könnte ich gegen die EULA angehen, diese nicht akzeptieren, aber ein Spiel trotzdem spielen respektive den Online-Dienst nutzen?

Im Falle von unwirksamen Klauseln im Vertrag kommen automatisch die gesetzlichen Regelungen zur Anwendung, soweit der Anwendungsbereich eröffnet ist, zum Beispiel eine unwirksame Klausel zur fristlosen Kündigung eines Online-Kontos wegen einer Vertragsverletzung. In diesem Fall wäre §314 BGB einschlägig, der fristlose Kündigungen von Dauerschuldverhältnissen als Regelungsinhalt hat und regelmäßig eine Abmahnung vor der Kündigung vorsieht (Absatz 2). Was Sie nicht dürfen, ist auf eigene Faust Spiel und Online-Dienst zu trennen, soweit tiefergehende Umarbeitungen der Software notwendig sind. Dies würde einen Urheberrechtsverstoß bedeuten (§69c Nr.2 UrhG). Die Trennung der beiden Programme durch eine virtuelle Umgebung (Sandbox) stellt keine solche Umarbeitung dar, könnte jedoch je nach Vertragsgestaltung für sich selbst wiederum eine Vertragsverletzung darstellen.

Kann ich den Anbieter wegen unwirksamer Klauseln abmahnen?

Ja, das ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich, insbesondere bei der Verletzung des Datenschutzrechts, da hier ein Rechtsschutzinteresse in Form des Schutzes personenbezogener Daten des Nutzers gegeben ist. Dafür muss es bereits zu Verletzungen des Rechts gekommen sein und eine Wiederholung drohen. Bei einer permanenten Datenerhebung könnte dies bejaht werden. Ziel könnte sein, eine Unterlassung der Erhebung personenbezogener Daten zu erwirken, hinsichtlich einer (formell) fehlerhaften Einholung der Einwilligung zur Datenerhebung. Sollte die Abmahnung erfolglos bleiben, ist eine Unterlassungsklage ebenso möglich.

Was kann ich tun, um die Datenerhebung zu stoppen oder zu erfahren, was bereits alles von mir an Daten gesammelt wurde?

Das Bundesdatenschutzgesetz und das Telemediengesetz sehen umfangreiche Widerspruchs- und Auskunftsansprüche gegenüber der datenerhebenden Stelle vor. Teilweise ist auf diese explizit in der Einwilligung zur Datenerhebung hinzuweisen (§15 III S.2. in Verb. mit §13 I TMG und §28 IV BDSG). Nach erfolgtem Widerruf sind die gespeicherten Daten nicht mehr weiter zu nutzen und zu löschen. Im Rahmen des §34 BDSG kann der Nutzer Auskunft über die Art der gespeicherten Daten, den Zweck der Speicherung und im Falle einer Weitergabe der Daten Informationen über den Empfänger verlangen. Die Auskunft kann in Textform (zum Beispiel E-Mail) erfolgen und ist unentgeltlich, soweit die Auskunft nur einmal im Kalenderjahr erfolgt. Der datenerhebenden Stelle ist eine angemessene Frist für die Zusammenstellung der Daten zu gewähren.

Ist es mir gestattet, selbstständig Sicherungskopien meiner Spiele zu erstellen oder bei Problemen den Kopierschutz zu entfernen?

Das Entfernen eines Kopierschutzes stellt im urheberrechtlichen Sinne eine sonstige Umarbeitung eines Computerprogramms dar (§69c Nr.2 UrhG). Regelmäßig ist hierfür zunächst eine Einwilligung des Rechteinhabers notwendig. Diese kann zum Beispiel in den Lizenzbestimmungen abgegeben werden. Die Publisher Bethesda und Take Two gestatten unter bestimmten Voraussetzungen eine solche Umarbeitung. Fehlt die Einwilligung, ist das Entfernen des Kopierschutzes rechtswidrig (§69f, §§97/98 UrhG). Das Erstellen einer Sicherungskopie darf nicht vertraglich untersagt werden, wenn diese für die zukünftige Nutzung erforderlich ist (§69d II UrhG). Das bedeutet jedoch nicht im Umkehrschluss, dass der Nutzer selbstständig eine Sicherungskopie erstellen darf, insbesondere gilt das, wenn der Publisher anbietet, schnell und kostenlos einen Ersatz-Datenträger zu liefern.

EULA der Publisher analysiert

Vorbehalte	Activision	Bethesda	Blizzard	Square Enix	Take Two	THQ	Ubisoft
EULA-Klauseln	Call of Duty 4: Modern Warfare	Fallout: New Vegas und TES V: Skyrim	Starcraft 2	Deus Ex 3: Human Revolution	Duke Nukem: Forever	Stalker: Shadow of Chernobyl und Metro	R.U.S.E.
Anzahl DIN-A4-Seiten EULA + Datenschutzerklärung	6	4	9	11	5	4	8 + 3
Versteckte Verweisungsklauseln	Keine	Keine	Ja, auf verschiedene	Keine	Keine	Keine	Ja, auf Datenschutzrichtlinie
Undefinierter Änderungsvorbehalt	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja	Keine Angabe	Ja	Ja	Ja, Datenschutzrichtlinie
Ordnungsgemäße Kündigung des Nutzungsverhältnisses	Nein	Keine Angabe	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewährleistungs- und Haftungsausschluss	Ja, gesetzeskonform	Ja, gesetzeskonform	Ja, gesetzeskonform	Ja, vollständig	Ja, gesetzeskonform	Ja, für Haftung teilweise unwirksam	Ja, vollständig
Untersagung von Klagerechten	Nein	Nein, aber beschränkt auf bestimmte Länder	Nein	Nein, aber beschränkt auf bestimmte Länder	Nein	Nein	Nein
Gerichtsstandklauseln	Ja, Ausnahme Verbraucher	Ja, England	Nein	Ja, England und Wales	Nein	Ja, Deutschland (Krefeld)	Nein
Salvatorische Klausel vorhanden	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
Widerspruch von verschiedenen AGB möglich	Nein	Nein	Ja, keine Vorgabe des Vorrangs	Nein	Nein	Nein	Nein
Einräumung von Nutzungsrechten an Urheberwerken der Nutzer	Ja, für selbst erstellte Spielinhalte	Keine Angabe	Ja, für selbst erstellte Spielinhalte	Keine Angabe	Ja, für selbst erstellte Spielinhalte	Keine Angabe	Keine Angabe
Widerrufsbelehrung für Fernabsatzgeschäfte	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Ausführungen zum Vertragsschluss	Ja, Annahmefiktion	Keine	Bestätigung erforderlich	Bestätigung erforderlich	Ja, Annahmefiktion durch Installation	Ja, Annahmefiktion durch Installation	Ja, Annahmefiktion durch Installation
Datenschutz							
Erhebung von personenbezogenen Daten	Nein	Nein	Ja, über Online-Dienst Battle.net	Ja, IP-Adresse	Ja	Nein, jedoch unter Veränderungsvorbehalt	Ja
Einwilligung in EULA geregelt	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, Inhalt separat geregelt	Ja	Ja	Nicht notwendig	Ja
Besondere Hervorhebung von Datenerhebungsklauseln in EULA	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Einwilligung separat geregelt	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, Inhalt; Einwilligung jedoch in der EULA	Nein	Nein	Nicht notwendig	Ja, Inhalt; Einwilligung jedoch in der EULA
Datenschutzrichtlinie in Deutsch verfasst	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja
Wiederrufsbelehrung formuliert	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Weitergabe von Daten an Dritte	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja	Ja, dynamische Werbeprovider	Ja	Nicht notwendig	Ja
Dritte genannt und Nutzer zur Schutzsituation aufgeklärt	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Übermittlung in das Nicht-EU-Ausland	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, USA	Ja, Ort nicht genannt	Ja, Ort nicht genannt	Nicht notwendig	Unbekannt
Verwendung der Daten für Werbung	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja	Ja, Ingame-Werbung	Ja	Nicht notwendig	Ja
Ausführungen zum Jugendschutz	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, alle Minderjährigen	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Altersverifizierung vor Datenerhebung	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Ausführungen zur Sicherung von Daten vor Unbefugten	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, aber ungenau	Nein	Nein	Nicht notwendig	Ja, knapp
Zusammenführung von (nicht-) personenbezogenen Daten	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, bei Verstoß gegen Nutzungsbedingungen	Ja, teilweise	Ja, Zweck beliebig	Nicht notwendig	Ja, Zweck beliebig
Vertragspartner ungleich der datenerhebenden Stelle	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, Datenerhebung USA, Vertragspartner in Frankreich	Unbekannt, keine vollständige Firmenanschrift genannt	Nein	Nicht notwendig	Unbekannt, Keine vollständige Firmenanschrift genannt
Sammeln von Hard- und Softwareinformationen	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Ja, vollständig	Ja, vollständig	Ja, vollständig	Nicht notwendig	Ja, vollständig
Hinweise zu Datenschutzeinstellungen	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Ja, sehr knapp
Wirksame Einwilligung zur Datenerhebung	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nein	Nein	Nein	Nicht notwendig	Nein
Sonstige Vorbehalte							
Verkauf des/der Nutzerkontos/Lizenz	Untersagt	Erlaubt	Untersagt	Erlaubt	Erlaubt	Untersagt	Erlaubt, jedoch widersprüchlich geregelt
Lizenzüberprüfung	Keine Angabe	Keine Angabe	Durch Online-Dienst-Bindung	Keine Angabe	Ja, automatische DRM-Überwachung	Keine Angabe	Ja, automatische DRM-Überwachung
Cheat-Überwachung	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja, RAM-Überwachung	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Spielzugriff durch eigenständig lauffähige Spiele-Version möglich	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja, aber nur freiwillig	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Verträge auf Webseite abrufbar	Nein	Nein	Ja, vollständig	Nein	Ja, vollständig	Nein	Teilweise, nur Datenschutzerklärung
In-Game-Werbung	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Ja	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Ausführungen zu Sicherheitskopien	Untersagt	Untersagt, jedoch gegen Gebühr Ersatz	Gestattet, jedoch nur für zusätzliche Software	Keine Angabe	Gestattet unter bestimmten Voraussetzungen	Gestattet unter bestimmten Voraussetzungen	Untersagt
Entfernung des Kopierschutzes möglich	Nicht gestattet	Gestattet unter bestimmten Voraussetzungen	Nicht gestattet	Nicht gestattet	Gestattet unter bestimmten Voraussetzungen	Nicht gestattet	Nicht gestattet
Rückgaberechte unmittelbar nach Kauf	Ja, auch auf Software-Mängel	Ja, 90 Tage auf Datenträger bei Bethesda oder Händler	Ja, 30 Tage nach Kauf beim Händler zurückzugeben	Ja, 90 Tage auf Datenträger bei Square Enix	Keine Angabe	Verweis auf gesetzliche Regelungen	Ja, auch auf Software-Mängel, sechs Monate nach Kauf

Lesereinsendungen

PCGH-Mailbox

Ihr Feedback zum Heft
www.pcgh.de/go/02-12

Bild: EyeWire

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.

FX-8150 oder Core i7-2600K?

Ich habe euren Artikel über die neue FX-Prozessorenreihe von AMD in der Ausgabe 12/2011 gelesen. Ihr schreibt in eurem Fazit, dass die Sandy-Bridge-Reihe von Intel mindestens gleich gut, wenn nicht besser ist. Ich plane schon seit einiger Zeit, mir einen hochwertigen Rechner zu kaufen. Bei diesem soll der Prozessor aber nicht mehr als 250 Euro kosten. Ich möchte mit diesem Computer sowohl aktuelle Spiele mit hoher Qualität spielen als auch Multimedia-Anwendungen ausführen. Was ist besser für meine Ansprüche geeignet, ein Intel-Prozessor wie der Core i7-2600K oder eine AMD-CPU wie der FX-8150?

Joachim K., per E-Mail

Marc Sauter: *Je nachdem, was Sie unter Multimedia-Anwendungen verstehen, kann ein FX-8150 sinnvoll sein; jedoch nur dann, wenn die Programme exzellent parallelisiert sind, ansonsten ist ein Sandy-Bridge-Chip meistens flotter (und sparsamer). Geht es um Spiele, sind die Sandy-Bridge-Prozessoren ohnehin im Normalfall weitaus schneller. Im Bereich bis 250 Euro bieten sich hier der i7-2600K, der Xeon E3-1230 und der i5-2500K an – beachten Sie aber, dass sich nur die K-Chips übertakten lassen. Ist dies nicht erforderlich, so ist der Xeon sehr spannend und für unter 200 Euro zu haben.*

Undefinierbare Geräusche aus PC und Lautsprechern?

Ich habe mir vor ein paar Monaten einen PC gekauft und stelle jetzt fest, dass der PC unter Last beim Spielen ein undefinierbares Geräusch von sich gibt, was zugleich aus meinen Lautsprechern kommt, wenn ich die Lautstärke stark erhöhe. Ich habe in über 100 Online-Foren nach der Antwort gesucht und werde nicht fündig.

Franz S., per E-Mail

Stephan Wilke: *Eine Ferndiagnose ist in solchen Fällen schwierig, daher einige unterschiedliche Ursachen/Gründe:*

- *Spulenfiepen, zum Beispiel bei dem Mainboard, der Grafikkarte oder dem Netzteil*
- *Minderwertiger Onboard-Sound beziehungsweise schlechte Abschirmung der Soundkarte und/oder der Lautsprecher*
- *Spread-Spectrum-Funktion im BIOS/UEFI: „Enabled" sorgt für weniger elektromagnetische Interferenzen*

Möglicherweise handelt es sich auch um eine Kombination von verschiedenen Effekten, z. B. dass die Grafikkarte nur unter Last bestimmte Frequenzen emittiert, die dann den Onboard-Sound beeinflussen.

Günstige Festplatten?

Nach der Überschwemmung und Zerstörung vieler Festplattenwerke sind die Preise in die Höhe geschnellt. Wissen Sie, ob man irgendwo noch HDDs zum Normalpreis herbekommt?

Marvin J., per E-Mail

Carsten Spille: *Nein, leider sind die wenigen günstigen Festplatten, die von Zeit zu Zeit noch im Preisvergleich auftauchen, oft nur Lockangebote. Die meisten seriösen Shops können zurzeit nur die hohen Preise weitergeben, die aufgrund der Lieferknappheit entstanden sind. Auf eine Besserung ist in den nächsten Wochen kaum zu hoffen.*

Die Preise für Festplatten bleiben vorerst relativ hoch. Ursächlich dafür ist die Flutkatastrophe in Thailand.

Liefersituation Core i7-3930K

Die neuen Core-i7-CPUs wurden am 14.11. veröffentlicht. Einige Komplett-PCs mit dem Prozessor sind lieferbar, aber die Retail-Version des i7-3930K ist bei kaum einem Händler auf Lager. Wissen Sie, wann sich die Liefersituation verbessern wird und warum die CPU nicht lieferbar ist?

Daniel S., per E-Mail

Marc Sauter: *Bisher sind die neuen Sandy Bridge E praktisch nicht lieferbar – das ist korrekt. Allerdings ist sich Intel dieser Situation bewusst und hat kürzlich die Produktion vom C1- auf das C2-Stepping umgestellt (Chips im C1-Stepping wurden offenbar kaum gefertigt); dieses wird auch für Xeons verwendet, die in den kommenden Monaten in den Handel gelangen. Es ist daher davon auszugehen, dass der Core i7-3930K im neuen Jahr problemlos lieferbar ist – zusichern können wir Ihnen das aber nicht.*

Trim für SSDs mit Vista?

Da alle meine Lieblingsspiele unter Windows Vista Ultimate in der 64-Bit-Edition laufen, möchte ich dies auch auf einer neuen SSD verwenden. Bei einer Neuinstallation ist der AHCI-Modus automatisch aktiv, aber kann Vista auch Trim?

Thomas F., per E-Mail

Carsten Spille: *Laut Microsofts Windows-Dektop-Experience MVP Rob Brown unterstützt Windows Vista den Trim-Befehl leider nicht, sodass Sie sich auf die in die meisten SSDs integrierte, betriebssystemunabhängige Garbage Collection verlassen müssten.*

Ungewollte Übertaktung?

Ich habe mir ein neues System mit einem Core i7-2600K und einem Asus P8Z68-V Pro/Gen 3 zusammengebaut. Mir ist aufgefallen, dass beim Ausführen von Prime 95 der Multiplikator auf 43 und die Kernspannung auf 1,35 Volt angehoben wird. Das UEFI habe ich schon ein paar Mal ohne Erfolg zurückgesetzt. Wenn ich das UEFI-Menü verlasse, bricht mein Rechner anschließend drei Mal den Bootvorgang ab und erst danach kann ich wieder auf das UEFI-Menü und Windows 7 zugreifen. Woran kann das liegen? Ich möchte meinen neuen PC nicht kaputt machen.

Stefan G., per E-Mail

Daniel Möllendorf: *Anscheinend ist die automatische Übertaktungsfunktion Ihres Mainboards aktiv. Um diese abzuschalten, führen Sie bitte die beiden folgenden Schritte aus:*

- *Setzen Sie den TPU-Schalter auf den Standardwert.*
- *Nehmen Sie die UEFI/BIOS-Batterie heraus, warten Sie fünf Minuten und setzen Sie die Batterie wieder ein. Die Batterie verbirgt sich unter dem obersten PCI-Express-x16-Slot.*

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.

Einkaufsführer Grafikkarten/VGA-Kühler

Preise: Stand 21.12.2011

S..P

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. € 570,-	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. € 490,-	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. € 530,-	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. € 500,-	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. € 440,-	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. € 540,-	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)	855/1.710/2.050 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. € 440,-	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. € 420,-	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. € 400,-	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. € 430,-	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
MSI R6970 Lightning	Ca. € 360,-	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
HIS Radeon HD 6970 Iceq Mix	Ca. € 350,-	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. € 310,-	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. € 370,-	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. € 330,-	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. € 340,-	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. € 310,-	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. € 300,-	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. € 270,-	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
Asus EAH6950 DCII/2DI4S/2GD5	Ca. € 250,-	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. € 230,-	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. € 260,-	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
Xfx Radeon HD 6950 XXX Dual-Fan	Ca. € 280,-	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. € 220,-	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. € 240,-	1.024 MiB (GDDR5)	900/1.800/2.098 MHz	384/64/32	20,5/28/66 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. € 230,-	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. € 200,-	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. € 180,-	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. € 170,-	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. € 160,-	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
Asus EAH6870 Direct Cu	Ca. € 160,-	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. € 130,-	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. € 180,-	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

Preis-Leistungs-Tipp PC Games Hardware

Preis-Leistungs-Tipp PC Games Hardware

* 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 Accelero Xtreme Plus + VR Kit 1	Ca. € 50,-	www.arctic.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

Preis-Leistungs-Tipp PC Games Hardware

* 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

Preise: Stand 20.12.2011

AMD-Prozessoren (Auswahl)

Prozessor	Codename	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L1-Cache je Kern/Modul	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Sockel	Preis
Zwei Kerne												
A4-3420	Llano	2	HD 6410D	2,8 GHz	64+64 KiByte	2 x 512 KiByte	–	65 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	Ca. € 55,-
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,-
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,-
A8-3870K	Llano	4	HD 6550D	3,0 GHz	64+64 KiByte	4 x 1.024 KiByte	–	100 W	32 nm	DDR3-1866	FM1	Ca. € 125,-
Phenom II X4 840	Propus	4	–	3,1 GHz	64+64 KiByte	4 x 512 KiByte	–	95 W	45 nm	DDR3-1333	AM3	Ca. € 100,-
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. € 110,-
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. € 145,-
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. € 125,-
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. € 165,-
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. € 180,-
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)

Prozessor	Codename	Kerne	Grafik	Takt (Turbo)	L1-Cache je Kern	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Prozess	RAM	Sockel	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	1156	Ca. € 70,-
Core i3-530	Clarkdale	2 + SMT	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 + SMT	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 i3-2125	Sandy Bridge DT	2 + SMT	HD Graphics 3000	3,30 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 + SMT	–	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 + SMT	–	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. € 190,-
Core i7-2600	Sandy Bridge DT	4 + SMT	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 + SMT	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 + SMT	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 + SMT	–	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,-
Core i7-3820	Sandy Bridge E	4 + SMT	–	3,60 (3,90) GHz	32+32 KiB/1.500 µOps**	4 x 256 KiByte	10 MiByte	130 W	32 nm	DDR3-1600	2011	Ca. € 250,-
Sechs Kerne												
Core i7-990X	Gulftown	6 + SMT	–	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 + SMT	–	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. € 550,-
Core i7-3960X	Sandy Bridge E	6 + SMT	–	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. € 900,-

** Die Sandy-Bridge-CPUs verfügen über einen µOp-Cache, der 1.500 bereits dekodierte Befehle speichert.

CPU-Kühler

Modell	Preis	Sockel AMD/Intel	Montageauf-wand AMD/Intel	CPU-Temperatur (100/75/50 %)	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. € 70,-	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. € 70,-	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

Hardware Preis-Leistungs-Tipp

* 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

Preise: Stand 19.12.2011

Mainboards – Sockel AM3+

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

Preis-Leistungs-Tipp: Asrock 970 Extreme4

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. € 60,-	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

Preis-Leistungs-Tipp: Gigabyte A75M-UD2H

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. € 160,-	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. € 120,-	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. € 160,-	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. € 140,-	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

Preis-Leistungs-Tipp: Asus P8P67 Rev 3.0

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 2011

Produkt	Preis	Chip/Form.	BIOS/Platine	Slots	Lanes	USB 3.0 (max.)/SATA	Sonst. Ausstattung	Leistungsaufn.*	OC	S. Pi 4M	Wertung	Ausgabe
Asus Ramp. IV For./BF3	Ca. € 310,-	X79/ATX	0502, UEFI/1.01	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	2 x 16	4x (6x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Battlef. 3, Diag.-LEDs	103,4/322,4 Watt	1,25	55,75 Sek.	1,55	01/2012
MSI X79A-GD65 (8D)	Ca. € 240,-	X79/ATX	1.1B6, UEFI/1.1	x16 (5), x1 (1), PCI (0)	2 x 16	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	8 x RAM, Diag.-LEDs	80,5/294,8 Watt	1,50	55,86 Sek.	1,55	01/2012
Gigabyte Assassin 2	Ca. € 340,-	X79/ATX	F4, UEFI/1.0	x16 (3), x1 (2), PCI (1)	2 x 16	2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	WLAN, Dual-UEFI	90,7/321,3 Watt	1,50	55,96 Sek.	1,73	01/2012
Asrock X79 Extreme4	Ca. € 200,-	X79/ATX	1.4, UEFI/1.03	x16 (3), x1 (2), PCI (2)	2 x 16	2x (4x)/5x 6Gb/s, 4x 3Gb/s	Diagnose-LEDs	91,0/318,5 Watt	2,00	55,96 Sek.	1,76	01/2012

Preis-Leistungs-Tipp: Asrock X79 Extreme4

System: Core i7-3960X ES, kein Turbo-Modus, Geforce GTX 580, Corsair SSD F60, 4 x 2.048 MiByte DDR3-1600-RAM (9-9-9-27, 2T), Intel-Wasserkühlung; Windows 7 x64

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

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
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

Preis-Leistungs-Tipp: Asus Rampage III Gene

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-8GBSR	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	Gewehrkühler, 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. € 100,-	2 x 4 GiByte DDR3-2133	Grobe 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
GEIL Evo Corsa	GOC34GB2133C9ADC	Ca. € 60,-	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	CMZ8GX3M2A1866C9R	Ca. € 65,-	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. € 45,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	Kupferpl., Kühlr., 4,2 cm	9-11-9-27	6-7-6-11	7-9-8-12	1.010 MHz (DDR3-2020)	1,77	10/2011

Preis-Leistungs-Tipp: G.Skill Sniper

System: Core i7-860, Asus P7P55D Deluxe (P55-Chip) * Spannung für den Test um maximal 0,1 Volt über die Herstellerangabe angehoben.

DDR2-RAM – weitere Tests von DDR2-Modulen finden Sie ab Seite 80

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

Preis-Leistungs-Tipp: Kingston Hyper X

System: Core 2 Duo E8500, Asus Blitz Formula (P35-Chip)

Einkaufsführer Monitore/Eingabegeräte/Headsets

Preise: Stand 20.12.2011

Flüssigkristallbildschirme (LCDs)

Modell	Preis	Native Auflösung	Hintergrund-beleuchtung	Anschlüsse	Reaktionszeit/Schlieren/ Koronabildung	Spieletaug-lich/Inputlag	Helligkeit (0, 50, 100 %)	Helligkeits-abweichung	Wertung	Ausgabe	
22 Zoll											
Samsung Syncmaster 2233RZ	Ca. € 200,-	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. € 240,-	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. € 150,-	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/kaum sichtbar/gering	Ja/9 ms	52, 185, 316 cd/m²	Max 12 %	1,89	08/2011	Hardware Preis-Leis-tungs-Tipp
Dell Ultrasharp U2412M	Ca. € 250,-	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), DP, D-Sub	24 ms/sichtbar/sehr gering	Bedingt/9 ms	56, 166, 301 cd/m²	Max. 6 %	1,91	08/2011	
Hyundai W243D	Ca. € 350,-	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)	D-Sub, DVI-D (DL), HDMI	12 ms/sehr gering/gering	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											
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	
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	Hardware Preis-Leis-tungs-Tipp
Dell U2711	Ca. € 540,-	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	
Hazro HZ27WC	Ca. € 500,-	2.560 x 1.440	LED	DVI-D (DL)	24 ms/sichtbar/sichtbar	Bedingt/10 ms	130, -, 270 cd/m²	Max. 9 %	2,25	02/2012	NEU
Samsung S27A850D	Ca. € 660,-	2.560 x 1.440	LED	2x DVI-D (DL), DP (HDCP)	26 ms/sichtbar/sichtbar	Bedingt/40 ms	70, 199, 381 cd/m²	Max. 14 %	2,44	02/2012	NEU
Fujitsu P Line P27T-6 IPS	Ca. € 650,-	2.560 x 1.440	CCFL	DVI-D (DL), 2x HDMI (HDCP)	22 ms/sichtbar/gering	Bedingt/40 ms	80, 173, 349 cd/m²	Max. 21 %	2,50	02/2012	NEU
30 Zoll											
HP ZR30w	Ca. € 1.200,-	2.560 x 1.600	CCFL	DVI-D (Duallink), Displayport	28 ms/sichtbar/keine	Bedingt/9 ms	125, 255, 415 cd/m²	Max. 13 %	2,02	11/2010	
Dell Ultrasharp U3011	Ca. € 960,-	2.560 x 1.600	CCFL	2x DVI-D (DL), 2x HDMI	25 ms/sichtbar/gering	Bedingt/20 ms	138, 184, 404 cd/m²	Max. 20 %	2,34	02/2012	NEU

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge/ Stromversorgung	Tasten	Abtastung	An-schluss	Max. Auflösung	Gewicht	Spieletauglichkeit	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 (Neuauflage)	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	
Steelseries Diablo 3 Mouse	Ca. € 55,-	190 cm	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.700 Dpi	86 Gramm	Uneingeschränkt	1,67	02/2012	NEU
Logitech G400	Ca. € 30,-	200 cm	5 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	3.600 Dpi	108 Gramm	Uneingeschränkt	1,73	10/2011	Hardware
Corsair Vengeance M60	Ca. € 50,-	200 cm	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	USB	5.700 Dpi	120–136 Gramm	Uneingeschränkt	1,77	02/2012	NEU

Tastaturen

Modell	Preis	Anschlag/Druckpunkt	Layout/Tastenhöhe	Anschluss	Zusatztasten	Handballenablage	Spieletauglichkeit	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	Hardware Preis-Leis-tungs-Tipp
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	
Tt esports Meka G-Unit	Ca. € 100,-	Sehr gut/sehr gut	Full-size/normal	USB	20	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,65	02/2012	NEU
Logitech G110	Ca. € 60,-	Befriedigend/gut	Full-size/normal	USB	26	Vorhanden	Uneingeschränkt	1,66	02/2010	

Headsets

Modell	Preis	Art	Tragekomfort	Gewicht	Hochtonbereich	Mitteltonbereich	Tieftonbereich	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	Hardware Preis-Leis-tungs-Tipp
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 Tactic 3D Omega	Ca. € 180,-	7.1-Headset, USB	Gut	336 Gramm	Gut	Gut bis sehr gut	Gut bis sehr gut	Gut	1,72	11/2011	
Logitech G35	Ca. € 100,-	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. € 60,-	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

Preise: Stand 20.12.2011

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. € 260,-	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 WD2001FASS	N. lieferbar	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 ST3300651AS	Ca. € 250,-	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	Ca. € 210,-	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
Preis-Leistungs-Tipp Samsung Ecogreen F3 HD203WI	Ca. € 210,-	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
pcgames hardware Samsung Ecogreen F4 HD204UI	Ca. € 110,-	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. € 110,-	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	N. lieferbar	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. € 110,-	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. € 260,-	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. € 75,-	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. € 190,-	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. € 400,-	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)	N. lieferbar	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. € 310,-	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. € 350,-	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. € 200,-	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 (320ABFF0)	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. € 180,-	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 frontal/schräg (Silent Wings 2)	Wertung	Ausgabe
Fractal Design Arc Midi	Ca. € 75,-	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
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
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
Corsair Carbide 400R	Ca. € 80,-	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
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
Preis-Leistungs-Tipp Xigmatek Midgard II	Ca. € 65,-	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
pcgames hardware 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

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

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 (fiept sehr leise)	80/87/93/93/93 %	1,65	07/2011
NEU Be quiet Straight Power E9 580 W	Ca. € 95,-	4x 6+2-Pin (55 cm)	140 Watt	564 Watt	0,1/0,1/0,1/0,4/1,2 Sone	85/90/93/92/91 %	1,66	02/2012
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
pcgames hardware 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
Preis-Leistungs-Tipp								
Über 800 Watt								
NEU Seasonic Platinum 1000W	Ca. € 250,-	6x 6+2-Pin (60 cm)	125 Watt	996 Watt	0,1/0,1/0,1/0,7/2,4 Sone	85/92/94/93/92 %	1,55	02/2012
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

Die Redaktion

facebook

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

THILO BAYER
Chefredakteur | tb@pcgh.de

PC aktuell: Spezielle, alte Hardware wie Scanner unter Windows 7 zum Laufen zu bringen, ist ein echter Alptraum.

Top 2011 ... *Battlefield 3* ohne DirectX-9-Technik, erschwingliche SSDs, Ipad 2, mein 28-300 für Nikon FX, alle PCGH-Leser, Kantenglättung auch ohne Spielesupport, die Spiele-Modding-Community.

Flop 2011 ... Festplattenkrise, keine neue Grafikkartengeneration im Herbst, Patentkriege auf Kosten der Endanwender, AMD immer noch ohne High-End-CPU, Paper Launch für Sandy Bridge E, Origin & Co.

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

MARCO ALBERT
Leitender Redakteur | ma@pcgh.de

PC aktuell: Ich freue mich jedes Mal, wenn ich den Rechner einschalte, dass dank der neuen SSD alles so schnell lädt. Selbst der Virenscanner hält sich im Hintergrund. Wenn jetzt noch die DSL-Leitung 50 MBit/s schaffen würde ...

Top 2011 ... die Geburt meines Sohnes im Mai, die Schuleinführung meiner Tochter im September und *Serious Sam 3: BFE* im November 2011! :-)

Flop 2011 ... es fällt mir schwer, es auszusprechen, aber von AMDs FX Bulldozer habe ich mir deutlich mehr erhofft.

Privat-PC: AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiByte RAM, Gigabyte GA870A-UD3, Geforce 9800 GT, 22-Zoll-LCD
Komplettes System:
BONUSCODE 266G

Fachbereiche: Monitore, Netzteile, Heft- und Online-Organisation

LARS CRAEMER
Redakteur | lc@pcgh.de

PC aktuell: Mein PC ist steinalt und hat kaum Updates erfahren. In der Praxis schränkt mich das jedoch weder ein, noch belastet es den Geldbeutel. Zukünftige Investitionen? Fehlanzeige!

Top 2011 ... *World of Tanks*. Abwechslungsreicher Spielspaß für lau und kurze Matches harmonieren mit meiner Freizeit. Platz 2: Gesundheit – unbezahlbar!

Flop 2011 ... Mein 5er-BMW musste in der Nordsee verklappt werden, weil das Wrack havarierter war als die Bismarck – wollte ich allerdings so nicht wahrhaben. ;)

Privat-PC: C2Q Q6600, Asus P45, 4 GiByte DDR2-800, Asus Geforce GTX 260 samt Silent-Umbau
Komplettes System:
BONUSCODE 27BG

Fachbereiche: Mobile Geräte, Online-Auftritt von PC Games Hardware

CHRISTIAN GÖGELEIN
Redakteur | cg@pcgh.de

PC aktuell: Zurzeit bastle ich an einer Lösung, wie ich Aufnahmen vom Entertain-Festplattenrekorder MR303 auf DVD bekomme – das ist wohl so nicht vorgesehen.

Top 2011 ... ARM und dessen Lizenznehmer! Toll, dass die x86-Architektur nicht auch noch Handys und Tablets dominiert. Spieleseitig natürlich *The Witcher 2*.

Flop 2011 ... Die Windows-8-Preview. Mit Desktop-Kacheln kann ich wirklich gar nichts anfangen. Daneben auch der luschige Sommer, der uns den Nordsee-Urlaub verhagelte.

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

ANDREAS LINK
Redakteur | al@pcgh.de

PC aktuell: Das System beherbergt nun eine SSD für das Betriebssystem. Außerdem habe ich aufgrund der günstigen Preise „etwas" RAM gekauft. 16 GiByte braucht zwar kein Mensch, aber das kostet ja nix.

Top 2011 ... Da auf der Hardware-Seite kaum was passiert ist und bei Spielen auch nur Bekanntes aufgewärmt wurde, sage ich mal: der Urlaub. Der war wir immer top! :)

Flop 2011 ... Wie gesagt, das allgemein eher dünne Hardware-Jahr. Bulldozer hat auch mich etwas enttäuscht. 2012 wird sicher besser – versprochen!

Privat-PC: i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 16 GiByte DDR3-1600, Audigy 2 ZS, Samsung 2494HM
Komplettes System:
BONUSCODE 2667

Fachbereiche: Online-Auftritt von PC Games Hardware

DANIEL MÖLLENDORF
Redakteur | dm@pcgh.de

PC aktuell: Das Nesteq Airboard kombiniert Tastatur und Fernbedienung – optimal für meinen HTPC.

Top 2011 ... Die Flut an Top-Spielen: *Anno 2070, Deus Ex: Human Revolution, Star Wars: The Old Republic* und natürlich *Portal 2* – seit *Monkey Island 3* habe ich beim Zocken nicht mehr so gelacht. Zudem habe mich über den Start unseres neuen Magazins Pad & Phone gefreut. Im März kommt die zweite Ausgabe. :)

Flop 2011 ... Die Flut an Top-Spielen – wann soll ich das nur alles zocken?

Privat-PC: Core i5-750, Asus P7P55D, 8 GiByte DDR3-RAM, Geforce GTX 580, 24-Zoll-LCD, Adata S511 (120 GB)
Komplettes System:
BONUSCODE 266B

Fachbereiche: Mainboards, RAM, Headsets, Gehäuse, opt. Laufwerke

MARC SAUTER
Redakteur | ms@pcgh.de

PC aktuell: Ich bin mit meiner Hardware in ein Anidées AI-6B umgezogen: Schwarz, zeitlos schlicht und mit USB 3.0 im Deckel – die Empfehlung kommt von Kollege Daniel (M).

Top 2011 ... war der tolle Spieleherbst: Dank *Skyrim, Trine 2* und *Battlefield 3* zocke ich allein, im Koop und im Team. Hardware-technisch rockt vor allem mein neues HTC-Smartphone ;-)

Flop 2011 ... war die gefühlte Leere: Sandy Bridge und den mäßigen FX außen vor, kam dieses Jahr wenig coole Hardware im Desktop-Bereich. Aber 2012 wird besser!

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: Meine Retro-Sammlung wächst und gedeiht. Als Nächstes steht allerdings eine HD 7970 auf dem Plan – aus gleichem Grund wie beim Kollegen Vötter.

Top 2011 ... Eizos Duravision FDH 3601 – leider muss ich für so ein geniales Teil vermutlich bis 2025 sparen. Ach ja: AMDs GCN-Ankündigung war auch nicht schlecht.

Flop 2011 ... waren im IT-Bereich meiner Meinung nach die Daten-Skandale von Sony über EA bis Facebook. Dagegen nimmt sich die unter den Erwartungen gebliebene AMD-FX-Performance noch gering aus.

Privat-PC: C2D E8500, Gigabyte EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800, Corsair Force F60 SSD, PoV GTX 480, Dell 3007WFP
Komplettes System:
BONUSCODE 266Z

Fachbereiche: Grafikkarten, Festplatten/SSDs, Heft-DVD

FRANK STÖWER
Redakteur | fs@pcgh.de

PC aktuell: Endlich habe ich alle Röhrenmonitore und -fernseher aus meiner Wohnung verbannt. Jetzt muss ich es nur noch hinbekommen, dass die Kombi aus Zotacs Zbox und Pinnacle USB-Analog-Tuner ein Fernsehbild im 16:9-Format auf meinen neuen 24-Zoll-TFT von Hannspree zaubert.

Top 2011 ... trotz Origin-Stress kam mit *Battlefield 3* endlich ein Titel auf dem Markt, bei dem der PC seinen klaren Technik-Vorteil gegenüber der Konsole ausspielen konnte.

Flop 2011 ... Wie Kollege Albert habe ich mir von AMDs FX-CPUs mehr versprochen.

Privat-PC: Phenom II X6 1075T auf Asus M4A87TD (AMD 870), 8 GiByte DDR3-1600-RAM, GF GTX 560 Ti
Komplettes System:
BONUSCODE 266D

Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, USB-Sticks, Mauspads

RAFFAEL VÖTTER
Redakteur | rv@pcgh.de

PC aktuell: Wenn Sie diese Zeilen lesen, wurde aus meinen Plänen hoffentlich schon eine Tat: Radeon HD 7970 im Rechner! Halten Sie mich ruhig für verrückt, aber mir, einem Supersample-Liebhaber @ 2.560 x 1.600 Pixel, ist die GTX 580 zu langsam.

Top 2011 ... HD 7970/GCN. Ok, ich habe „gecheatet", denn Tahiti erschien gar nicht 2011. Weder der Chip noch die Insel.

Flop 2011 ... Der Rest. Das Jahr war zu ruhig. Sicher, mit der GTX 560 Ti und Intels Sandy Bridge kamen coole Produkte auf den Markt, aber nichts Bahnbrechendes.

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: Die Suche nach einem Joystick für *Battlefield 3* erwies sich als äußerst schwierig, doch mit dem Saitek Cyborg F.L.Y. 5 habe ich schließlich ein nahezu perfektes Gerät für meine Flugkünste gefunden.

Top 2011 ... waren sicherlich die vielen Spiele-Releases wie *Battlefield 3, Modern Warfare 3* und *Skyrim*. Selbst der *Duke* hat es in den Handel geschafft. Dafür sieht es für 2012 eher düster aus.

Flop 2011 ... ist für mich die Festplatten-Krise, da inzwischen für eine Terabyte-HDD rund 150 Euro fällig werden. Tipp: SSD ;-)

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 274P

Fachbereiche: Videos, PCGH-Produkte, Online

STEPHAN WILKE
Redakteur | sw@pcgh.de

PC aktuell: *Panzer Corps* hält meine grauen Zellen auf Trab – wer Rundenstrategie mag, sollte sich das Spiel definitiv mal ansehen.

Top 2011 ... ist meine Musiksammlung: Die konnte ich dieses Jahr um viele hörenswerte CD-Alben und Sammlerstücke ausbauen – die Jagd geht allerdings weiter. ;)

Flop 2011 ... ist die absurde DRM-Politik der meisten Publisher. Während man noch via Suchmaschine herausfinden will, mit welchem DRM-Knebel ein Spiel überhaupt ausgestattet ist, stößt man unweigerlich auf Dutzende illegale Download-Links.

Privat-PC: Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580
Komplettes System:
BONUSCODE 274S

Fachbereiche: Luftkühlung, Overclocking, PCGH-Extreme-Forum

Impressum

PC Games Hardware online

- **News & Downloads:** www.pcgameshardware.de
- **Expertenforum:** www.pcghx.de
- **Abos online bestellen:** www.pcgh.de/go/shop
- **Einzelheft bestellen:** www.pcgh.de/go/heft

Bonuscodes:
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.pcgh.de/go/amazon

Alternate

Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland.

www.pcgh.de/go/alternate

Der PCGH-PC

Wenn Sie auf der Suche nach einem gut abgestimmten Rechner sind, kommen Sie um die PCGH-PCs kaum herum.

www.pcgh.de/go/pcgh-pc

Caseking

Speziell bei Themen wie Modding, Gehäuse und Kühlung spielt Caseking seine Stärken aus und ist die erste Wahl.

www.pcgh.de/go/caseking

PCGH-Preisvergleich

Finden Sie immer die besten Preise für Hardware und Software im PCGH-Preisvergleich powered by Geizhals.

www.pcgh.de/preisvergleich

PCGH-Schnäppchenführer

Erfahren Sie in unserem täglich aktualisierten Schnäppchenführer, welche Produkte besonders günstig zu haben sind.

www.pcgh.de/go/preistipps

Inserenten 02/2012

Asus	2	Scythe	35, 93
Acer	5	Ankermann-PC	43
1&1	8, 9, 23	Cooler Master	45
Take 2	12, 13	Alternate	71, 105, 142, 143
Listan	15, 49	Aquatuning	73
Corsair	17	Mifcom	131
Lian-Li	21, 55	Sharkoon	133
Caseking	24, 78, 91	Superflower	147
Seasonic	27, 29	Coolergiant	148
Thermaltake	33		

PC Games Hardware

computec MEDIA

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 | www.pcghx.de

Vorstand Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender), Rainer Rosenbusch

Chefredakteur (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitender Redakteur Marco Albert (ma)
Redaktion Christian Gögelein (cg), Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm), Carsten Spille (cs), Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms), Andreas Link (al), Stephan Wilke (sw), Lars Craemer (lc)
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)

Lektorat Margit Koch-Weiß (Ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose, Esther Marsch, Natalja Schmidt

Layout Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Bildredaktion Albert Kraus (Ltg.), Tobias Zellerhoff
Titelgestaltung Frank Pfründer
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 Wadenstorfer, Thomas Dziewiszek, Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth

Verlagsleiter Hans Ippisch
Vertriebskoordination Sabine Eckl-Thurl
Marketing Jeanette Haag, Iris Manz
Produktion Martin Closmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer, Daniel Möllendorf, Carsten Spille, Marc Sauter, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Entwicklung Markus Wollny (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 Nusser:	Tel.: +49 911 2872-254;	bernhard.nusser@computec.de
Gregor Hansen:	Tel.: +49 221 2716-257;	gregor.hansen@computec.de

Anzeigenberatung Online freeXmedia GmbH, Deelbögenkamp 4c, 22297 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 513 06-650, Fax: +49 40 513 06-960
E-Mail: werbung@freeXmedia.de

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 25 vom 01.01.2012.

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: +49-1805-8610004, Fax: +49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 47,88 (€ 51,60 Österreich, € 59,88 Ausland), DVD € 60,- (€ 67,20 Österreich, € 72,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.de
Druck: RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Schmidt, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

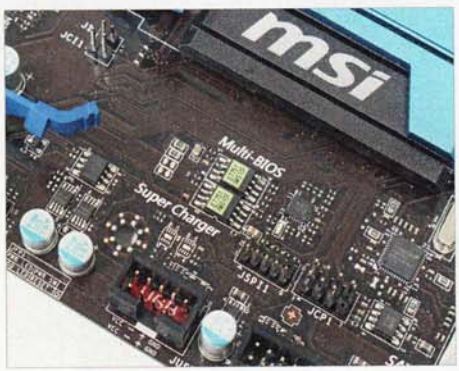
MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel: SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC ACTION, N-ZONE, GAMES AND MORE, BUFFED, GAMES AKTUELL, PLAY 3, COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE
Internationale Zeitschriften:
Polen: COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, OLIVIA, HOT
Ungarn: JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, FITT MAMA, JOY CELEBRITY, PLAYBOY, CKM, DESIGN ROOM

Vorschau: 03/2012

Praxis HD 7000

AMDs neue Grafikkartenserie ist da und ab Januar soll der Verkauf zügig starten. Zeit für uns, den Grafikchip einem ausführlichen Spiele- und Praxischeck zu unterziehen. Alle Ergebnisse gibt's in der nächsten Ausgabe.



Sockel-1155-Boards

Intels jüngster Z77-Chipsatz unterstützt endlich auch USB 3.0 von Haus aus. Was die neuen Platinen für die populären Sandy-Bridge-Prozessoren sonst noch draufhaben, klärt unser Vergleichstest.

Kühler + Radiatoren

Neue Prozessorkühler und jede Menge Radiatoren testen wir in der Ausgabe 03/2012, die am 1. Februar erscheint. Außerdem werfen wir einen Blick auf aktuelle Grafikkartenkühler.

Weitere Themen*

- **Schwerpunkt Grafikkarten:** Neue Modelle im Test, Technik-Wissen HD 7000 u. v. a.
- **Praxis:** SSD im Notebook nachrüsten – was Sie von dem Upgrade erwarten können
- **Netzteile 2012:** Neue Modelle und Standards für das PC-Kraftwerk

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 1.2.2012

Abonnenten bekommen das Heft üblicherweise ein bis zwei Tage früher.

* Alle Angaben und Termine ohne Gewähr. Aufgrund von Terminverschiebungen auf Herstellerseite kann es zu außerplanmäßigen Änderungen kommen.

Bild des Monats

Kunstvoll gestaltete Kuchen erfreuen sich bei Spielefans großer Beliebtheit – von der dekorierten Nintendo-Konsole bis zum zuckersüßen Gamepad haben Spielefans nahezu jedes erdenkliche Utensil nachgebacken. Mehr ausgefallene Kunstwerke unter WEBCODE 28LE.

Worte des Monats

„Wir haben weiter eine wertvolle Partnerschaft mit Mozilla"

Google-Statement in einer Mitteilung an die Presse; zuvor war spekuliert worden, Google ziehe die Unterstützung für die Mozilla-Organisation zurück.

Rossis Restekiste

Click and grow

Zimmerpflanzen sind etwas sehr Schönes und selbst viele Computerfreaks würden welche haben, wenn sie nicht ständig in ihren Töpfen verkümmern würden (die Pflanzen, nicht die Computerfreaks natürlich!). Man hat einfach zu wenig Zeit, um sich auch noch um das blühende Zeug zu kümmern. Aber das muss ja nicht so sein. Abhilfe schafft das geniale Set von Firebox, welches mit allem Nötigen (inklusive Blumensamen) geliefert wird. Dank interner Sensoren, eines Mikroprozessors und spezieller Software gestaltet sich die Aufzucht von Pflanzen auch für Nerds denkbar einfach. Der übliche Schmutz, von vielen auch euphemistisch mit „Erde" umschrieben, ist dabei nicht notwendig. Batterien (warum eigentlich nicht gleich USB?) einlegen, Wasser einfüllen und die Patrone mit Saatgut und Dünger einführen; das war es dann auch schon. Eine LED zeigt an, wann frisches Wasser notwendig ist. Wie sagt der Hersteller so treffend? „Die Atari-Version" des grünen Daumens.

http://www.firebox.com/product/4296/Click-and-Grow?currency_conversion=1