

DVD plus

€ 5,30 | 08/2012

Ohne DVD für € 3,99 erhältlich

# Keine Lust auf Diablo 3?

Auf DVD: TOP-Vollversion, von Diablo-Mitentwicklern

Hardware

PC Games

www.pcgameshardware.de • www.pcghx.de

## Auf DVD



### 1. Torchlight auf DVD

Vollversion: Tolles Hack & Slay!

### 2. Benchmarks & Treiber

Alle neuen Grafikkartentreiber u. v. m.

### 3. PCGH-Testdatenbank

Neue Version, nun mit Festplatten!

## 33 Seiten Tests, Tipps & Tuning

► Ab Seite 20

# Die beste Grafikkarte

PLUS  
Wasser-  
kühler

### 44 Grafikkarten im Test

### 33 Overclocking-Tipps

### Neue Nr. 1: 7970 GHz Edition



## Der Rekord-PC

Praxis-  
Video  
auf DVD

Am Tuning-  
Limit: PC mit  
16 echten  
CPU-Kernen!



► Ab Seite 66

## Statt Aufrüsten: Gratis-Tuning für Ihren PC

► Ab S. 8

Auf 8 Seiten: Neue Funktionen, mehr Leistung, Abstürze vermeiden!

Praxis-  
Video  
auf DVD

## Riesenlüfter im Test + Luftstrom optimieren

1A-Kühlung: Was Riesenlüfter wirklich bringen. Plus: Einbautipps ► Ab S. 82

Praxis-  
Video  
auf DVD

## Die besten LCDs fürs Geld (23/24 Zoll)

► Ab S. 100

Test & Tuning: Günstige LCDs mit TN- und IPS-Panel



08  
4 396443 605305

€ 5,30 | Ausgabe 08/2012  
Österreich € 5,80 | Schweiz sfr 10,50 |  
Dänemark dkr 53,- | Italien/Spain/Portugal/  
Frankreich/Griechenland € 7,20 | Holland/  
Belgien/Luxemburg € 6,20

# WERBUNG



# Auftakt: Microsoft Surface, Messen en masse



**Thilo Bayer**  
Chefredakteur  
PC Games Hardware

**Microsoft Surface:** Microsoft beraumte kurzfristig eine mysteriöse Pressekonferenz an und was dann schlussendlich als „Surface“ sprichwörtlich an die Oberfläche kam, war durchaus überraschend. Ein 10,6-Zoll-Full-HD-Tablet mit Windows RT für ARM oder Windows 8 Pro für Intel? Nicht besonders spannend. Eine abnehmbare Hardware-Tastatur? Es wird heißer. Microsoft als Hardwarehersteller? Jetzt wird es richtig heiß. Was Google vormacht, macht nun auch Microsoft (wieder). Das sollte helfen, das riskante Projekt Windows 8 auf Kurs zu bringen. Ich bin jedenfalls schon sehr gespannt auf die neuen Geräte. Sie auch? (Mail an [tb@pcgh.de](mailto:tb@pcgh.de))

**Trends der Computex:** Zwei Messen bestimmten den Juni: die IT-Messe Computex in Taiwan und die parallel stattfindende Spielemesse E3. Was nimmt man mit aus Taipei? Viele Hersteller zeigten faszinierende Designs direkt aus dem Ingenieurs-Versuchslabor. Angesichts der vielen Konzeptstudien aus den Bereichen Grafik & Mainboard war man versucht zu fragen, wo denn die „normalen“ kaufbaren Produkte sind. Die wurden selbstverständlich auch gezeigt, wenngleich sich so mancher Hersteller eher auf die Themen Windows 8 und Ultrabook konzentrierte. Das sind bekanntlich jetzt nicht gerade die Lieblinge der PCGH-Leser und mich würde interessieren, ob wir uns bei PCGH solchen Themen mehr widmen sollten (Mail an [tb@pcgh.de](mailto:tb@pcgh.de)).

**... und der E3:** Was sind nun die Sensationen DER Trendmesse der Spielebranche? Nein, es gab keine neue Konsole, dafür immerhin ein paar mehr Infos zur Wii U, die Ende 2012 kommt. Und was gab es sonst? Extrem viel Action, extrem viel Gewalt, viel „Immersion“ (ich sage nur *Tomb Raider* und *Far Cry 3*) – und ganz wenig Rollenspiel und Strategie. Man kann eigentlich nur hoffen, dass das nicht der Trend für die kommenden Jahre wird. Ansonsten werde ich wohl weiter tapfer bei der Finanzierungs-Plattform Kickstarter meine Spiele im Voraus bestellen – und hoffen, dass die Qualität am Ende auch stimmt.

*Thilo Bayer*

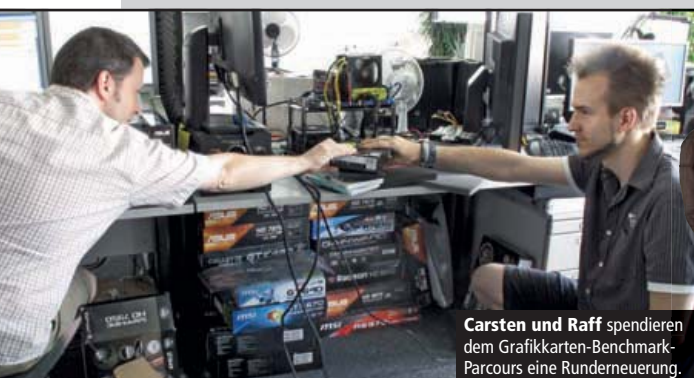


PCGH-Fan werden auf:  
[www.facebook.com/pcgameshardware](http://www.facebook.com/pcgameshardware)



Jetzt neu  
am Kiosk!

Bild: [e]M – [www.editorial247.com](http://www.editorial247.com)



**Carsten und Raff** spendieren dem Grafikkarten-Benchmark-Parcours eine Runderneuerung.



**Reinhard** baut aus Luxus-Hardware einen Rekord-PC mit Spitzenleistung zusammen.



**Marco** testet diese Ausgabe in einer Marktübersicht zehn günstige 23-/24-Zoll LCDs.



## Die Redaktion im Juni 2012

+++ **Carsten** jettet nach Washington zum AMD Fusion Developer Summit 2012 und recherchiert Details zur 1-GHz-Variante der HD 7970  
+++ **Daniel M.** fliegt mit dem Heli nach Österreich, um Creative neue Soundblaster-Axx-Reihe zu begutachten  
+++ **Daniel W.** will immer noch den PCGH-Wetterballon in die Stratosphäre aufsteigen lassen  
+++ **Marc, Raff und Frank** nehmen die PC-Version von *Max Payne 3* unter die Technik-Lupe

# Heftinhalt

## PC auf den neuesten Stand bringen

Wir verpassen Ihrem PC einen frischen Anstrich: Damit wird der Rechner schneller sowie stabiler und bietet zusätzliche Möglichkeiten wie einen optimierten Turbo oder bessere Bildqualität, und zwar kostenlos.

08



### SPECIALS

Neue Funktionen für alte Hardware ..... 08  
Mehr Leistung, neue Möglichkeiten,  
Stabilität und Kompatibilität gesteigert

### GRAFIKKARTEN

**Startseite**..... 18  
PCGH-Leistungsindex Single-GPUs  
**Test:** Radeon HD 7970 GHz Edition ..... 20  
**Praxis:** Neue Grafikkarten-Benchmarks ..... 22  
PCGH erneuert die Grafikkarten-Tests  
**Test:** 44 Grafikkarten im Test..... 30  
Von 130 bis 550 Euro: Marktübersicht  
Grafikkarten für Spieler  
**Praxis:** VGA-Wasserkühler ..... 44  
GTX 680 und HD 7970 am Limit  
**Praxis:** HD 7950 gegen GTX 670 ..... 50  
Overclocking-Duell der Preistipps  
**Praxis:** 33 OC-Tipps ..... 54  
Höhere Leistung durch Overclocking

### PROZESSOREN

**Startseite**..... 60  
PCGH-Leistungsindex Prozessoren  
**Test:** Intel Xeon E3 ..... 62  
Die zweite Revision auf Ivy-Bridge-Basis  
**Praxis:** Der Rekord-PC ..... 66  
Tolle Benchmark-Ergebnisse ohne Kompromisse

**Info:** CPU-Fertigung ..... 74  
Intels, TSMCs und Global Foundries'  
Tagewerk beleuchtet

### INFRASTRUKTUR

**Startseite**..... 80  
Be quiet Dark Power Pro P10 im Test  
**Test:** Lüftergiganten..... 82  
Lüfter ab 170 Millimetern Durchmesser im Test  
**Praxis:** Lüfter aufrüsten ..... 86  
PCGH rüstet auf: So tauschen, regeln und  
montieren Sie Ihre Gehäuselüfter.  
**Praxis:** Temperaturvergleich im Gehäuse ... 88  
PCGH experimentiert: Wie warm wird identi-  
sche Hardware im Midi- und Big-Tower?  
**Info:** Mobile GPUs ..... 90  
Übersicht über mobile Grafikprozessoren

### PERIPHERIE

**Startseite**..... 94  
Preiswertes 27-Zoll-LCD mit 120-Hz-Technik  
**Test:** Raumklangkonkurrenten..... 96  
Surround-Sound am Headset und am Lautspre-  
chersystem im Test  
**Test:** 23-/24-Zoll-Displays ..... 100  
Preiswerte LCDs mit IPS- und TN-Panels  
**Praxis:** Monitor kalibrieren..... 106

### SPIELE & SOFTWARE

**Startseite**..... 108  
Test: Max Payne 3

**Info:** Zerstörung in Prototype 2 ..... 110  
Technische Details zur Physiksimulation

**Info:** Project Cars ..... 112  
Feature über das ambitionierte Rennprojekt

**Praxis:** Max Payne 3 ..... 116  
Benchmark, Tuning und Grafikvergleiche

**Info:** Accounts und Lizenzen ..... 120  
Sperrung von Spiele-Accounts und Lizenz-  
schlüsseln im Rechts-Check

**Praxis:** Windows 7 to go ..... 126  
Kann man Windows 7 auf einen UBS-Stick  
installieren und nutzen?

### EINKAUFSFÜHRER

**Info:** Sparen beim SSD-Kauf ..... 128  
Grafikkarten ..... 132  
Prozessoren & Kühler ..... 134  
Mainboards & RAM ..... 136  
LCDs, Eingabe & Soundkarten ..... 138  
SSDs & Festplatten ..... 140  
Gehäuse, Lüfter & Netzteile ..... 142

### SERVICE

Editorial ..... 3  
Inhalt DVD ..... 6  
PCGH-PC ..... 143  
Abo ..... 135, 137  
Lesereinsendungen ..... 130  
Teamseite & Impressum ..... 144  
Die letzte Seite ..... 146

# WERBUNG



# Inhalt der Heft-DVD

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



## Die DVD im Überblick

### VOLLVERSIONEN UND SPECIALS

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Torchlight .....                             | Seite 1 |
| PCGH-Testdatenbank 1.6: Jetzt mit HDDs ..... | Seite 1 |
| Special: VGA-Benchmarks.....                 | Seite 2 |

### REDAKTIONSVIDEOS

|                                               |         |
|-----------------------------------------------|---------|
| Redakteur im Kreuzfeuer mit Lars Craemer..... | Seite 1 |
| PCGH experimentiert .....                     | Seite 1 |
| Projekt Rekord-PC .....                       | Seite 1 |
| Neue Funktionen für alte Hardware .....       | Seite 1 |
| Wetterballon (Teil 1) .....                   | Seite 1 |

### SOFTWARE UND SERVICE

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Tools.....            | Seite 1 |
| Treiber.....          | Seite 1 |
| Begleitmaterial ..... | Seite 1 |



## Special: VGA-Benchmarks

PC Games Hardware passt alle VGA-Benchmarks an die neue Spiele-Situation an. In diesem Special auf Seite 2 der Heft-DVD finden Sie elf HD-Videos der von uns genutzten Benchmark-Szenen, WHQL- und Beta-Treiber sowie Tools und weiterführende Artikel.

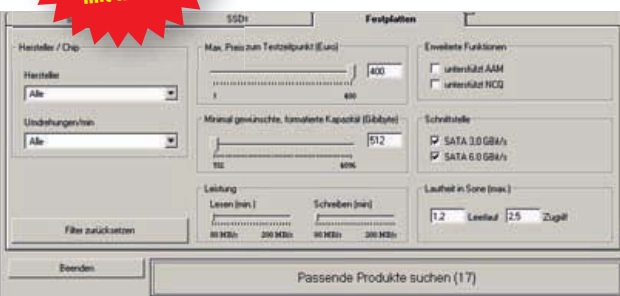
- Titel: VGA-Benchmarks
- Art: Special
- Seite 2 der Heft-DVD



## PCGH-Testdatenbank

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

Neu in Version 1.6 sind 17 Festplatten-Tests. Sie können die Testergebnisse nach Preis, Kapazität, Schnittstelle und vielem mehr filtern.



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

## PCGH-Top-Videos



**PCGH experimentiert:** Temperaturen-Vergleich Midi- gegen Big-Tower.



**Alte Hardware:** Wir zeigen, wie Sie neue Funktionen freischalten.



**Community-Projekt (Teil 1):** PCGH fliegt in die Stratosphäre.



**Der PCGH-Rekord-PC:** Stephan Wilke stellt erste Rekorde vor der Kamera auf.



**Redakteur im Kreuzfeuer:** Lars Craemer antwortet auf Ihre Fragen.

# Torchlight v1.15

Mit *Torchlight* ist dem Entwicklerstudio Runic Games ein feines, hardwareseitig genügsames Monster-Totklick-Spiel gelungen, das den Jäger und Sammler im Menschen anspricht. Neben vielen Anleihen aus *Diablo* gibt es einige eigenständige Spielmechaniken und -erleichterungen; eine davon ist der wählbare Tierbegleiter, der Ihre Spielfigur nicht nur im Kampf unterstützt oder Beute aufnimmt, sondern auf Wunsch auch selbstständig in die Stadt zurückkehrt, um Ausrüstung zu Geld zu machen. Apropos Spielfigur: Diese wählen Sie aus einer von drei Klassen aus, aber Geschlecht und Aussehen lassen sich nicht bestimmen: Zerstörer (Krieger), Bezwingerin (Jägerin/Waldläuferin) und Alchemist (Zauberer) stehen zur Wahl. Magie und besonders die wichtigen Heilzauber können alle einsetzen, beim Stufenaufstieg oder beim Erreichen eines neuen Ruhm-Niveaus werden Punkte auf der Fertigkeiten-Skala sowie Attributpunkte freigespielt.

*Torchlight* läuft nach der Installation ohne weitere Kopierschutzmaßnahmen und kann bequem vom Spiele-PC auf dem Laptop kopiert werden. Der Spielfortschritt wird in Windows 7 unter C:\Users\[Nutzername]\AppData\Roaming\runic games\torchlight\save abgelegt – diesen müssen Sie manuell per USB-Stick oder Ähnlichem mit hinübernehmen. Mit einer Größe von rund 450 Megabyte überfordert *Torchlight* den Speicherplatz kaum eines PCs.

Systemanforderungen minimum: 800-MHz-CPU, 512 MiB RAM, Geforce2/Radeon 7500;  
Systemanforderungen empfohlen: Dualcore-CPU mit 2 GHz, 2 GiB RAM, DX8-Grafikkarte

■ Titel: *Torchlight*

■ Art: Action-Rollenspiel

■ Ohne Aktivierung per Internet lauffähig



## Die Top 10 der Torchlight-Mods!

Zahlreiche Mods spendieren unserer Vollversion zig weitere Stunden Spielspaß! Die Redaktion hat die besten Mods zusammengestellt.

Zusätzliche Dungeons, neue Kampagnen, weitere Waffenpakete, neue Charakterklassen oder gar *Diablo*-Feeling? Coole Mods für *Torchlight* machen es möglich! Sogar die Grafik des Spiele lässt sich per Textur-Paket deutlich verbessern. Wir haben die besten Mods für Sie rausgesucht und stellen diese unter [www.pcgh.de/go/torchlight](http://www.pcgh.de/go/torchlight) für Sie bequem zum Download bereit.

### Verbesserte Grafik dank Texturen-Pakete



### Zusätzliche Dungeons in Crypt of no Return



### Neue Kampagne: The Destined



Obwohl bei Einsatz von Magie samt beschworener Helfer viel auf dem Bildschirm los ist, gibt sich *Torchlight* genügend, was die Hardware angeht.





## Mehr Leistung, neue Möglichkeiten, Stabilität und Kompatibilität gesteigert

Wir verpassen Ihrem PC einen frischen Anstrich: Mit unseren Tipps wird der Rechner schneller sowie stabiler und bietet zusätzliche Möglichkeiten wie einen optimierten Turbo oder bessere Bildqualität – und zwar kostenlos.

# PC auf den neuesten Stand bringen



**N**ever touch a running system“ – so lautet einer der Grundsätze für den sicheren Umgang mit Computern. Das bedeutet so viel wie: Lassen Sie ein System, das stabil läuft, besser unberührt. Demnach soll man also eine stabile BIOS- oder UEFI-Version nicht

verändern, Treiber beibehalten und die Hardware nicht tauschen ... klingt langweilig? Ist es auch, weshalb ambitionierte PC-Bastler diesen Grundsatz regelmäßig ignorieren. Und das zu Recht! Denn selbst wenn der PC stabil läuft und die Komponenten harmonieren,

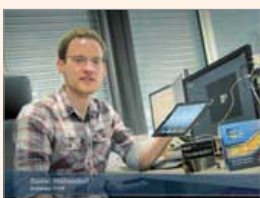
können Sie mit Updates für Treiber, Firmware oder BIOS/UEFI sowie zusätzlicher Software Ihrem PC neue Funktionen beibringen, die den Alltag erleichtern und ungeahnte neue Möglichkeiten bieten.

### Neue Features für alle Komponenten

Egal ob Grafikkarte, CPU, Mainboard oder Router: Unser Ziel bei diesem Special ist es, für besonders weit verbreitete (aktuelle oder ältere) Hardware neue Funktionen zu finden, die von möglichst vielen Lesern genutzt werden können. So zeigen wir, was Sie mit Firmware-Updates und den richtigen Einstellungen noch so alles aus den besonders beliebten Fritzbox-Routern

von AVM herausholen können. Außerdem haben wir eine Anleitung vorbereitet, mit der Sie per optimiertem Turbo-Modus die Leistung von vielen Core-i-CPU's einfach und problemlos steigern – auch wenn es sich dabei nicht um einen freigeschalteten K-Prozessor handelt. Wer ein iPhone oder ein iPad besitzt, wird sich womöglich schon darüber geärgert haben, dass sich diese per USB-Port nur sehr langsam aufladen lassen. Wir zeigen, wie es deutlich schneller geht. Auf den ersten Seiten unseres Specials widmen wir uns zunächst Geforce- und Radeon-Karten: Mit unseren Tipps steigern Sie Bildqualität und Fps-Rate oder senken die Leistungsaufnahme.

### Video auf Heft-DVD



Wie Sie den Turbo-Modus von aktuellen Intel-Prozessoren optimieren, iPhone oder iPad schnell per USB-Port laden und Thunderbolt per Zusatz-Karte nachrüsten, zeigen wir in unserem Video-Guide, den Sie wie üblich im Begleitmaterial der Heft-DVD finden.





## Grafikkarten

Den Grafikkarten-Treiber sollte man regelmäßig auf den neuesten Stand bringen. Bei den meisten Spielern gelingt dieser Plan aber nur, solange die Grafikkarte noch neu und daher besonders reizvoll ist. Nach wenigen Monaten sparen sich viele Anwender jedoch den Aufwand, solange das aktuelle Lieblingsspiel läuft. Dabei hat AMD gerade seit dem Catalyst 12.4 im April viele neue Funktionen hinzugefügt, von denen Sie manche jedoch mit Vorsicht genießen sollten – dazu später mehr. Auch mit externen Tools erhalten Sie viele neue Möglichkeiten. Unser Tipp: der Nvidia Inspector, den Sie online oder auf unserer Heft-DVD finden.

### Geforce: Per Tool fast 100 Watt sparen

In Spiele-PCs ist die Grafikkarte für gewöhnlich die stromgierigste Komponente und sorgt damit auch am meisten für höhere Temperaturen im Gehäuse. Das muss nicht sein. Mit einem aktuellen Geforce-Treiber und dem Tool Nvidia Inspector können Sie den neuen Frame-Rate-Limiter nutzen. Wie der Name schon verrät, lässt sich damit die Fps-Rate auf einen festen Maximalwert setzen. So reichen bei vielen Strategie- oder Rollenspielen sowie (langsameren) Action-Titeln meistens bereits 45 Fps. Damit konnten wir die Leistungsaufnahme unseres Test-PCs samt Geforce GTX 680 in *Call of Duty: Modern Warfare 3* von 211,6 auf 122,2 Watt senken.

Der Frame-Rate-Limiter funktioniert auch mit älteren Geforce-Karten wie der 8800 GTX, er lohnt sich aber besonders für aktuelle Modelle der Kepler-Reihe, da diese über viele Stromsparstufen (P-States) verfügen. Ein weiterer Vorteil der Fps-Limitierung: Wenn ein Spiel konstant mit beispielsweise 45 Fps läuft, fühlt es sich unter Umständen ruhiger und sogar flüssiger an, als wenn die Framerate zwischen 50 und 150 Fps schwankt. Auch die Temperatur sinkt dadurch deutlich.

### Radeon: MLAA verbessert

Mit dem Catalyst 12.4 bietet AMD viele Verbesserungen gegenüber älteren Treibern für Radeon-Karten. Dazu gehört MLAA in der Version 2.0. Dieses „Morphological Antialiasing“ bietet per Shader-Berechnungen eine Kantenglättung, die nachträglich auf das gesamte Bild (also nicht nur auf Polygonkanten) angewendet wird. Damit wirkt AMDs MLAA ähnlich wie FXAA von Nvidia. Bei Titeln, die per spielinternem Grafikenü FXAA unterstützen, können Sie dies auch auf Radeon-Karten aktivieren. Da MLAA und FXAA nachträglich angewendet werden, funktionieren diese Kantenglättungsmodi auch bei Spielen, die serienmäßig kein AA unterstützen. Zudem können Sie MLAA bei Bedarf mit klassischem MSAA oder hochwertigem SSAA kombinieren.

Um MLAA zu aktivieren, setzen Sie im Catalyst Control Center einfach unter „Spiele“ – „3D-Anwendungseinstellungen“ das Häkchen bei „Morphologische Filterung“. Dafür wird die Bildqualität relativ „matschig“, selbst Schrift wirkt unscharf. Mit MLAA 2.0 (ab Catalyst 12.4) wird die Optik ein wenig verbessert. Angebliche Geschwindigkeitsvorteile gegenüber MLAA 1.0 konnten wir mit verschiedenen Grafikkarten und zahlreichen Treibern bei mehreren Spielen jedoch nicht feststellen.

Wir raten daher, MLAA 2.0 gezielt einzusetzen. So lässt sich beispielsweise bei *Starcraft 2* zwar MSAA über den Treiber erzwingen, das Spiel läuft damit aber deutlich langsamer. Mit MLAA fallen die Fps hingegen nur um vier Prozent, das Bild wird aber sichtbar geglättet.

### Radeon: Neues AF

Auch die anisotrope Filterung (AF) wurde mit dem Catalyst 12.4 angepasst – jedenfalls der standardmäßig aktivierte Ai-Modus „Qualität“. Die Filterung geschieht nun etwas flotter und schärfer. Was auf Stand-

## Nvidia Frame-Rate-Limiter: Leistungsaufnahme

**Call of Duty: MW3, „Schwarzer Dienstag“, 1.920 x 1.080, max. Det., 4 x MSAA**

|                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Frame-Rate-Limiter (45 Fps)       | 122,2 (Basis) |
| Vsync (60 Fps)                    | 138,7 (+14 %) |
| Kein Frame-Rate-Limiter (126 Fps) | 211,6 (+73 %) |

**System:** Geforce GTX 680, Core i7-3770K, Asus P8Z77-V Premium, vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.24  
**Bemerkungen:** Wenn Ihnen 45 Fps genügen, lässt sich der Stromverbrauch beim Spielen per Frame-Rate-Limiter deutlich senken.

**Watt**  
⬇️ Besser

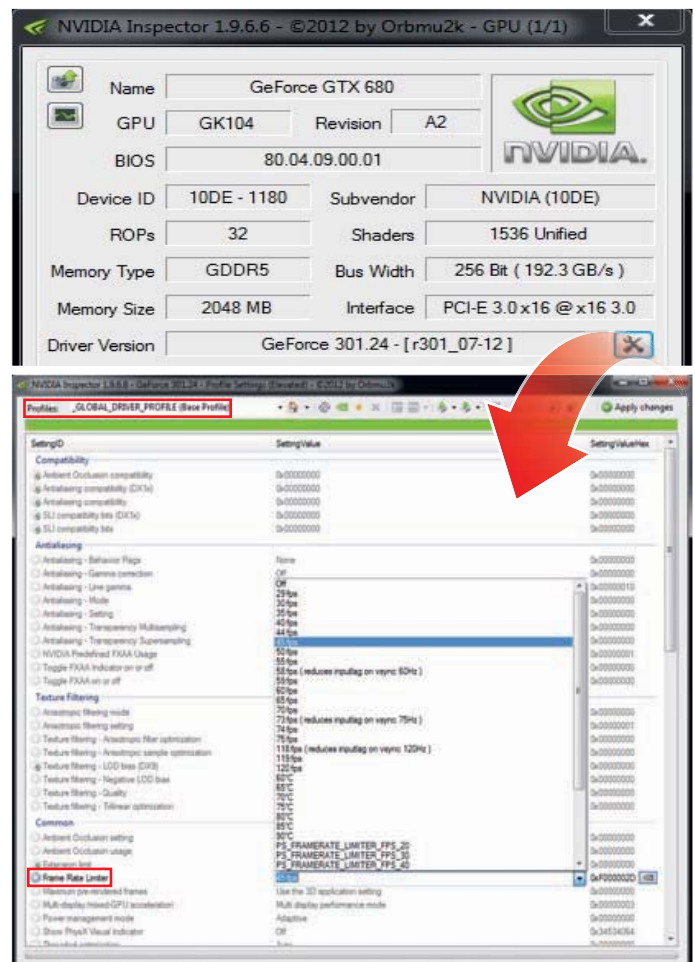
## Nvidia Frame-Rate-Limiter: GPU-Last

**Call of Duty: MW3, „Schwarzer Dienstag“, 1.920 x 1.080, max. Det., 4 x MSAA**

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Frame-Rate-Limiter (45 Fps)       | 58,0 |
| Kein Frame-Rate-Limiter (126 Fps) | 69,0 |
| Vsync (60 Fps)                    | 76,0 |

**System:** Geforce GTX 680, Core i7-3770K, Asus P8Z77-V Premium, vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Geforce-Treiber 301.24  
**Bemerkungen:** Setzt man das Limit auf 45 Fps, muss der Grafikchip deutlich weniger arbeiten – Temperatur und Verbrauch sinken.

**Prozent**  
⬇️ Besser



Mit dem Tool Nvidia Inspector können Sie die Fps-Rate per „Frame Rate Limiter“ für einen Titel oder alle Spiele auf einen Maximalwert setzen, um die Karte zu schonen.



## AF: Neuer Catalyst verbessert Leistung minimal

### „Weißblauf“, maximale Details, 1.920 x 1.080, 8x MSA

|                         |    |              |
|-------------------------|----|--------------|
| Kein AF (Cat 12.6 Beta) | 67 | 76,4 (Basis) |
| 16:1 AF (Cat 12.6 Beta) | 67 | 74,8 (-2 %)  |
| 16:1 AF (Cat 12.3)      | 66 | 73,8 (-3 %)  |

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

**System:** Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7950 OC (880/1.250 MHz), vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Der neue Radeon-Treiber verändert die anisotrope Filterung (siehe Bilder unten); die Leistung steigt dadurch leicht.

Min. Ø Fps  
► Besser

## MLAA 2.0, Diablo 3: MLAA hinter FXAA

### „Neu Tristram“, maximale Details, 1.920 x 1.080

|                                   |     |               |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| Kein AA (Cat 12.6 Beta)           | 115 | 129,9 (Basis) |
| Spielintern. FXAA (Cat 12.6 Beta) | 110 | 123,6 (-5 %)  |
| MLAA 1.0 (Cat 12.3)               | 93  | 101,9 (-22 %) |
| MLAA 2.0 (Cat 12.6 Beta)          | 93  | 101,8 (-22 %) |

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

**System:** Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7950 OC (880/1.250 MHz), vier GiByte RAM; Win. 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 **Bemerkungen:** Bei Diablo 3 ist FXAA, das Sie im Spielmenü aktivieren können, hübscher und schneller als MLAA.

Min. Ø Fps  
► Besser

## MLAA 2.0, Starcraft 2: MLAA fast geschenkt

### „2 on 2“, MP-Replay, maximale Details, 1.920 x 1.080

|                          |    |              |
|--------------------------|----|--------------|
| Kein AA (Cat 12.6 Beta)  | 24 | 41,9 (Basis) |
| MLAA 1.0 (Cat 12.3)      | 23 | 40,7 (-3 %)  |
| MLAA 2.0 (Cat 12.6 Beta) | 23 | 40,3 (-4 %)  |
| 4 x MSA (Cat 12.6 Beta)  | 10 | 30,3 (-28 %) |

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

**System:** Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7950 OC (880/1.250 MHz), vier GiByte RAM; Win. 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 **Bemerkungen:** Multisampling-Kantenglättung kostet hier viel Leistung; MLAA bügelt die Kanten hingegen fast kostenlos.

Min. Ø Fps  
► Besser

bildern gut aussieht, sorgt in Bewegung für stärkeres Texturflimmern. Wenn Ihre Grafikkarte schnell genug ist, raten wir daher zum optisch schöneren Ai-Modus „hohe Qualität“.

## Radeon: Videobeschleunigung per Grafikchip

Mit der steigenden Verbreitung von Smartphones und Tablets wird es für Privatpersonen immer häufiger nötig, Videos umzuwandeln, um sie auf dem mobilen Begleiter wiedergeben zu können. Dank AMDs AVT (Accelerated Video Transcoding) hilft die Radeon bei der Umwandlung von Videos. Auch diese Funktion sollten Sie allerdings mit

Vorsicht genießen: In unserem Test haben wir das sehr einfach zu bedienende Tool Media Converter 7 verwendet, um zwei HD-Videos (H.264- oder WMV3-Format) in das beim Programm enthaltene iPad-Profil zu wandeln. Als wir AMDs AVT aktivierten, wurde die CPU tatsächlich deutlich weniger beansprucht, allerdings wird der Umwandlungsvorgang damit nicht zwangsläufig schneller. So ist eine aktuelle High-End-CPU sogar ohne die Hilfe der Grafikkarte flotter, wie unser Benchmark unten auf dieser Seite zeigt. Wenn Sie hingegen eine langsame CPU haben, kann die Beschleunigung per Grafikkarte einen Vorteil bringen.

## AMD AVT: Video-Konvertierung per GPU

### 720p-Video, H.264-Format, 72 MiByte umwandeln in iPad-Profil

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Core i7-3770K ohne AMD AVT | 15 (-72 %) |
| Core i7-3770K mit AMD AVT  | 25 (-53 %) |
| Celeron G530 mit AMD AVT   | 33 (-38 %) |
| Celeron G530 ohne AMD AVT  | 53 (Basis) |

### 720p-Video, WMV3-Format, 66 MiByte umwandeln in iPad-Profil

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Core i7-3770K ohne AMD AVT | 20 (-64 %) |
| Core i7-3770K mit AMD AVT  | 43 (-23 %) |
| Celeron G530 mit AMD AVT   | 47 (-16 %) |
| Celeron G530 ohne AMD AVT  | 56 (Basis) |

**System:** Media Converter 7, Asus P8Z77-V Premium, Radeon HD 7950 OC (800/1.250 MHz), vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 12.7 Beta **Bemerkungen:** Nur wenn Sie eine langsame CPU haben, bringt die GPU-Beschleunigung einen Vorteil.

Sekunden  
◄ Besser

## Catalyst 12.6 Beta: Das ändert sich bei MLAA und anisotroper Filterung



MLAA lohnt sich als relativ flotte Kantenglättung bei Spielen, die normalerweise kein AA unterstützen. Allerdings wird das Bild dadurch relativ weich gezeichnet. Mit MLAA 2.0, das seit dem Catalyst 12.4 implementiert ist, wurde die Bildqualität minimal gesteigert. Zudem laufen manche Spiele damit eventuell etwas schneller als mit MLAA 1.0.



Die neue anisotrope Filterung seit dem Catalyst 12.4 ist schneller als bei älteren Treibern und sorgt für etwas mehr Schärfe. Dafür neigen Spiele so mehr zum Texturflimmern, was nur in Bewegung zu sehen ist. Die Änderungen gelten ausschließlich für den Ai-Standardmodus „Qualität“; bei „hohe Qualität“ ist AF auf sehr gutem Niveau.



## CPUs und Infrastruktur

Bei Mainboards oder SSDs können Sie deutlich mehr Leistung oder zusätzliche Funktionen per BIOS-/UEFI-/Firmware-Update erreichen. Damit unterstützen Boards beispielsweise nicht nur neue CPUs, sondern ermöglichen auch weitere Einstellungen, mit denen die Performance deutlich steigt.

### CPU & Board: Leistungsplus mit optimiertem Turbo

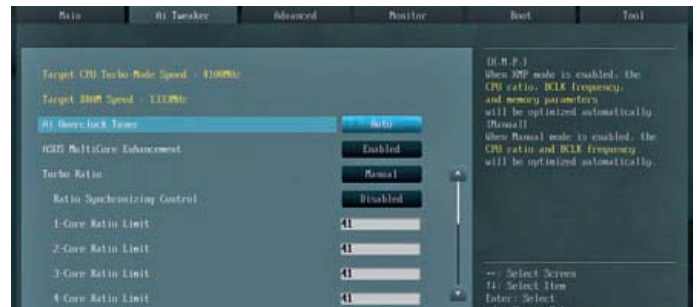
Viele aktuelle CPUs von AMD und Intel bieten eine Turbo-Funktion. Bei aktuellen Intel-Prozessoren heißt diese Turbo Boost; AMD nennt sie hingegen Turbo Core. Der Effekt ist ähnlich: Je nach Auslastung der CPU-Kerne wird der Takt automatisch angehoben – jedenfalls sofern ein festgelegter (Thermal-)Wert nicht überschritten wird. So steigert zum Beispiel der aktuelle Core i5-3550 (Standardtakt: 3,3 GHz) den Takt auf bis zu 3,7 GHz, wenn nur ein Kern genutzt wird. Arbeiten alle vier am Anschlag, sind es maximal 3,5 GHz.

Bei vielen Core-i-Prozessoren lässt sich der Turbo-Modus hingegen im BIOS beziehungsweise UEFI anpassen. So können Sie teils deutlich höhere Taktraten erreichen und brauchen dafür nicht einmal einen „K“-Prozessor mit freigeschaltetem Multiplikator. Für unseren Test kommt ein Core i5-3550 zum Einsatz, den es bereits für rund 170 Euro gibt – wir haben unser Exemplar bei [www.alternate.de](http://www.alternate.de) bestellt. Während der Standard-Turbo-Modus den Takt auf maximal 3,7 GHz anhebt, waren per UEFI-Einstellungen bis zu 4,1 GHz möglich – obwohl es sich, wie bereits erwähnt,

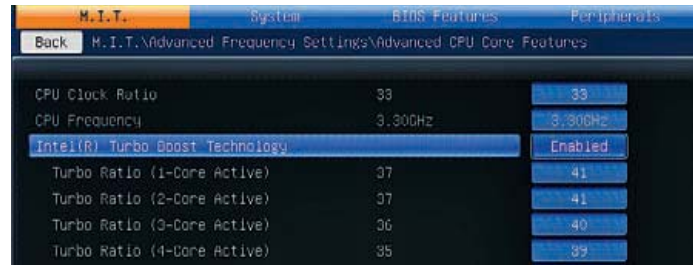
nicht um eine K-CPU handelt. Auch per manueller Übertaktung des Multiplikators konnte maximal 39 ausgewählt werden, also 3,9 GHz.

Bei manchen Platinen ist allerdings zunächst ein BIOS-/UEFI-Update nötig, damit die Einstellungen zur Verfügung stehen. Zudem ist der optimierte Turbo nicht mit jeder Kombination aus Board und CPU möglich. Alle möglichen Zusammenstellungen auszuprobieren würde natürlich den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wir haben daher zwei Boards mit üblichen UEFI-Menüs von Asus und Gigabyte getestet. Die richtigen Einstellungen zeigen wir in den Bildern oben rechts. In unserem Test waren keine weiteren Einstellungen nötig. Auch die Spannungen müssen nicht zwingend manuell angepasst werden. Doch Vorsicht: Eventuell wird die Spannung automatisch angehoben. Das war jedenfalls bei dem im Test verwendeten P8Z77-V Pro von Asus der Fall. Dadurch steigen natürlich auch Abwärme und Stromverbrauch, eine gute Kühlung ist daher Pflicht. Wie sich der optimierte Turbo auf die Taktraten, die Spannung und die Leistung auswirkt, demonstrieren die Tabelle und die Benchmarks auf dieser Seite.

Natürlich sind auch weitere Anpassungen für den optimierten Turbo-Modus möglich. So können Sie zum Beispiel festlegen, dass der Prozessor nicht immer mit dem maximal verfügbaren Takt läuft. Stattdessen können beispielsweise Single- oder Dual-Thread-Anwendungen mit hohem Multiplikator ausgeführt wer-



Im UEFI von Asus finden Sie den Turbo-Modus unter „Ai Tweaker“ und dann „Advanced CPU Features“. Der hohe Multiplikator 41 wird nicht immer korrekt umgesetzt.



Besitzer einer Gigabyte-Platine finden die Turbo-Modus-Einstellungen unter „M.I.T.“ – „Advanced Frequency Settings“ und dann „Advanced CPU Core Features“.

### Starcraft 2: Optimierter Turbo bringt sehr viel

„2 on 2“ MP-Replay, 1.680 x 1.050, maximale Details, kein AA/AF

|                         |    |              |
|-------------------------|----|--------------|
| Optimierter Turbo-Modus | 31 | 48,2 (+14 %) |
| Standard-Turbo-Modus    | 25 | 45,1 (+7 %)  |
| Kein Turbo-Modus        | 25 | 42,2 (Basis) |

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

**System:** Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7970, Scythe Zipang 2, vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 **Bemerkungen:** Starcraft 2 nutzt meist nur zwei Kerne. Details zu den Taktraten der Turbo-Modi zeigt die Tabelle unten.

**Min. 30 Fps**  
► Besser

### Cinebench R11.5: Neuer Vierkern-Turbo ist top

CPU-Test, Rendering X-CPU, x64

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Optimierter Turbo-Modus | 6,58 (+18 %) |
| Standard-Turbo-Modus    | 5,91 (+6 %)  |
| Kein Turbo-Modus        | 5,57 (Basis) |

**System:** Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7970, Scythe Zipang 2, vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 **Bemerkungen:** Der Cinebench lastet alle vier CPU-Kerne aus – der Vorteil ist hier sogar noch größer als bei Starcraft 2.

**Punkte**  
► Besser

### Turbo-Modus optimieren bei Core i5-3550

| Mainboard            | Modus             | Windows-Leerlauf    | Last, 1 Kern                | Last, 2 Kerne               | Last, 3 Kerne               | Last, 4 Kerne       |
|----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Gigabyte G1.Sniper 3 | Standard-Turbo    | 1,6 GHz<br>1,056 V. | 3,5 bis 3,7 GHz<br>1,056 V. | 3,5 bis 3,6 GHz<br>1,056 V. | 3,5 bis 3,6 GHz<br>1,068 V. | 3,5 GHz<br>1,068 V. |
| Gigabyte G1.Sniper 3 | Optimierter Turbo | 1,6 GHz<br>1,056 V. | 4,1 GHz<br>1,056 V.         | 3,9 bis 4,1 GHz<br>1,056 V. | 3,9 GHz<br>1,068 V.         | 3,9 GHz<br>1,068 V. |
| Asus P8Z77-V Pro     | Standard-Turbo    | 1,6 GHz<br>0,808 V. | 3,5 bis 3,7 GHz<br>1,112 V. | 3,5 bis 3,7 GHz<br>1,112 V. | 3,5 GHz<br>1,104 V.         | 3,5 GHz<br>1,096 V. |
| Asus P8Z77-V Pro     | Optimierter Turbo | 1,6 GHz<br>0,856 V. | 3,9 bis 4,1 GHz<br>1,104 V. | 3,9 bis 4,1 GHz<br>1,12 V.  | 3,9 GHz<br>1,152 V.         | 3,9 GHz<br>1,144 V. |

**System:** Core i5-3550, Scythe Zipang 2

## Thunderbolt-Karte: Asus Thunderbolt Ex

Asus bietet eine Steckkarte mit einem Thunderbolt-Port an – die funktioniert aber nur bei bestimmten Mainboards.

Nach mehreren Platinen mit Thunderbolt-Unterstützung ist nun auch die erste Karte zum Nachrüsten verfügbar. Diese lässt sich in einen mechanischen x4-, x8- oder x16-Slot setzen und nutzt maximal vier Lanes. Zudem ist ein Display-Port-Kabel enthalten, mit dem Sie das Videosignal von Grafikkarte oder integrierter CPU-Grafik weiterleiten. Ein Thunderbolt-Kabel wird nicht mitgeliefert und kostet derzeit rund 50 Euro. Zudem ist die Thunderbolt Ex genannte Karte nur zu bestimmten Asus-Mainboards kompatibel. Welche das sind, zeigt die Tabelle unten. Wir gehen davon aus, dass viele weitere kommende Asus-Boards die Karte unterstützen. Mit rund 180 Euro ist Thunderbolt Ex derzeit noch sehr teuer.



| Name                | Socket | Chip | Preis       |
|---------------------|--------|------|-------------|
| Asus P8Z77-V Deluxe | 1155   | Z77  | Ca. € 220,- |
| Sabertooth Z77      | 1155   | Z77  | Ca. € 200,- |
| P8Z77-V PRO         | 1155   | Z77  | Ca. € 180,- |
| Maximus V Gene      | 1155   | Z77  | Ca. € 170,- |
| P8Z77-V             | 1155   | Z77  | Ca. € 160,- |
| P8Z77-V LE Plus     | 1155   | Z77  | Ca. € 160,- |
| P8Z77-V LE          | 1155   | Z77  | Ca. € 140,- |
| P8Z77-V LK          | 1155   | Z77  | Ca. € 140,- |
| P8H77-V             | 1155   | H77  | Ca. € 100,- |
| P8H77-M Pro         | 1155   | H77  | Ca. € 100,- |

den, während bei Programmen, die alle vier Kerne auslasten, der Takt gesenkt wird, um Strom zu sparen. Bei vielen AMD-CPU's können Sie zwar den Multiplikator anheben, detaillierte Einstellungen für den Turbo gibt es aber nicht.

### CPUs: 64-Bit-Pflicht

Praktisch alle spieleauglichen Prozessoren, die Sie derzeit kaufen können, bieten eine 64-Bit-Unterstützung. Lange wurde diese Funktion gerade bei Spielen jedoch kaum genutzt. Das dürfte sich im nächsten Jahr ändern, denn 2013 sollen die ersten Spiele des *Battlefield 3*-Entwicklers DICE erscheinen, die zwingend ein 64-Bit-System voraussetzen. Um welche Spiele es sich dabei genau handelt, stand zu Redaktionsschluss noch nicht fest; DICE verrät lediglich, dass diese die Grafik-Engine Frostbite 2.0 nutzen. Daher könnten unter anderem *Command & Conquer Generals 2* oder die Neuauflage von *Need for Speed Most Wanted* gemeint sein. Wenn Sie also bisher noch ein 32-Bit-Betriebssystem verwenden, kann es sein, dass im nächsten Jahr wichtige Blockbuster-Titel nicht auf Ihrem PC laufen. Für alle, die nur eine 32-Bit-Variante von Windows 7 besitzen, ist es aber theoretisch möglich, die entsprechende 64-Bit-Version bei Microsoft herunterzuladen und diese mit Ihrem Key für die 32-Bit-Variante zu aktivieren. Bisherige Spiele mit Frostbite-2-Engine wie *Battlefield 3* laufen hingegen auch mit 32-Bit-Systemen.

### Mainboards: Zusätzliche Funktionen per Update

Eine neue BIOS- oder UEFI-Version zu installieren lohnt sich oft. So werden nicht nur Fehler behoben und die Kompatibilität verbessert, sondern auch neue Funktionen hinzugefügt. Zudem ist der eigentliche Update-Vorgang mittlerweile einfacher denn je: Viele aktuelle Boards bieten die Möglichkeit, ein Update direkt im BIOS-/UEFI-Menü durchzuführen. Damit müssen Sie nicht einmal Windows starten und vermeiden so störende Einflüsse. Zudem sparen Sie sich den Aufwand, ein Boot-Medium zu erstellen.

Laden Sie einfach das Update herunter und kopieren Sie es auf einen USB-Stick – bei den meisten Mainboard-Herstellern muss die Datei im Hauptverzeichnis des Sticks liegen, damit das Update funktioniert. Zudem ist es teils nötig, dass

der Stick im FAT- statt im NTFS-Dateisystem formatiert ist. Lassen Sie diesen Stick am PC stecken, starten Sie neu und rufen Sie das BIOS beziehungsweise UEFI auf. Bei Asus heißt die entsprechende Funktion „EZ Flash“ und lässt sich im Menü „Tools“ finden. Wenn Sie ein Asrock-Board besitzen, steht die Update-Funktion mit der Bezeichnung „Instant Flash“ unter „Advanced“ bereit. Bei Platinen von Gigabyte gibt es für das Update keinen separaten Eintrag. Stattdessen rufen Sie die Q-Flash genannte Funktion mit der Taste F8 auf. Wer ein MSI-Board nutzt, findet den Eintrag „M-Flash“ im UEFI unter „Utilities“.

Falls Ihr Mainboard keine Update-Funktion im BIOS beziehungsweise UEFI unterstützt, steht bei den meisten Herstellern ein Update-Tool für Windows zum Download bereit. Das sollten Sie aber nur ausführen, wenn Sie sicher sind, dass Ihre Windows-Installation absolut stabil läuft; ein Absturz während des Update-Vorgangs kann schließlich dazu führen, dass Ihr Mainboard unbrauchbar wird. Wir raten daher nur erfahrenen Anwendern zum BIOS-/UEFI-Update.

### BIOS-/UEFI-Update: Bessere MSI-Lüftersteuerung

In unseren Mainboard-Tests haben wir oft die automatische Lüftersteuerung von MSI-Platinen kritisiert. Diese steigerte die Drehzahl nämlich erst ab einer relativ hohen CPU-Temperatur und arbeitete mit groben Stufen. Daher war ein typisches Lüfteraufheulen zu hören, das gerade bei Propellern mit hohem Regelbereich sehr störend sein kann. MSI hat allerdings auf unsere Kritik hin ein UEFI-Update entwickelt, welches die Lüftersteuerung verbessert: In unserem Nachttest arbeitete sie mit feineren Stufen, weshalb kein störendes Aufheulen mehr wahrnehmbar war. Das Update steht unter anderem für die Boards Z68A-GD80 (G3), Z68A-GD65 (G3), Z68A-GD55 (G3) und 990FXA-GD80 zur Verfügung, viele andere Boards sollen folgen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in dem Artikel „Mainboard-Lüftersteuerungen“ der Ausgabe 11/2011, den wir als PDF-Datei auf die Heft-DVD gelegt haben.

### Updates für Ivy Bridge

Bereits in der vorherigen Ausgabe 07/2012 haben wir gezeigt, welche Mainboards mit einem Chip der äl-



iPad-Nutzer kennen das: Verbindet man das Tablet mit einem gewöhnlichen USB-Anschluss, wird beim Batteriesymbol oben rechts „Lädt nicht“ angezeigt.

## Akku aufladen: On/Off Charge bringt hier viel

|                                 | Nach 15 Minuten (gemessen) | 100 Prozent Akku aufladen (berechnet) |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Steckdosenadapter               | 4 Prozent Akku geladen     | 6 Stunden, 15 Minuten                 |
| USB mit Gigabyte ON/Off Charge  | 3 Prozent Akku geladen     | 8 Stunden, 20 Minuten                 |
| USB ohne Gigabyte ON/Off Charge | 1 Prozent Akku geladen     | 25 Stunden                            |

**System:** iPad 3. Generation im Offline-Modus, Core i5-3550, Gigabyte G1.Sniper 3 (Z77), Radeon HD 7970, Scythe Zipang 2, vier GiByte RAM; Windows 7 x64 SP1, Catalyst 12.4



teren 6er-Reihe (Z68, P67, H67 oder H61) per Update auf eine neue BIOS-/UEFI-Version die aktuellen Ivy-Bridge-Prozessoren unterstützen. Den Artikel samt Kompatibilitätsliste finden Sie ebenfalls im PDF-Format auf unserer Heft-DVD. Die Dateien liegen auf Seite 1 der DVD im Ordner „Begleitmaterial“.

Mittlerweile sind zahlreiche neue Mainboards hinzugekommen. So eignen sich selbst einige Sockel-1155-Boards der ersten Generation mit P67-Chip für die neuen Ivy-Bridge-CPU's. Dazu gehören unter anderem das Asus P8P67 Deluxe oder das Gigabyte P67A-UD3-B3; beide sind mittlerweile knapp ein Jahr alt. Für manche Platinen wie das MSI P67A-GD65 steht aber immer noch kein passendes UEFI-Update zur Verfügung. Zudem eignen sich viele Boards mit einem Chip aus dem fehlerhaften B2-Stepping (Stichwort „SATA-Gate“) nicht für Ivy-Bridge-CPU's, da die Hersteller hier kein entsprechendes UEFI anbieten.

Wenn Sie langfristig eine Ivy-Bridge-CPU nachrüsten möchten, sollten Sie daher das Board mit B2-Chip bei Ihrem Händler gegen eine B3-Revision tauschen. Die neuen Modelle sind meistens mit einem Aufkleber oder einem Eintrag direkt im Namen gekennzeichnet – beispielsweise „Rev 3.0“ bei Asus, „B3“ im Namen von Gigabyte-Boards oder ein in Klammern gesetztes „(B3)“ als Erkennungsmerkmal für MSI-Boards.

## HDD: 2,2-Terabyte-Hürde überwinden

Mittlerweile sind die Preise für Festplatten wieder auf ein günstiges Niveau gesunken. So bekommen Sie selbst HDDs mit einer Kapazität von 2,5 Terabyte aktuell bereits für rund 140 Euro. Allerdings werden Festplatten mit mehr als zwei TByte nicht von allen Mainboards unterstützt. Auch hier hilft eine neue BIOS-Version: Für zahlreiche Platinen stehen Updates bereit, bei denen extra auf die Unterstützung großer Festplatten hingewiesen wird. Prüfen Sie daher unbedingt, ob eine solche BIOS-Version für Ihr Board verfügbar ist, bevor Sie eine entsprechend große Festplatte kaufen. Wenn Ihr Mainboard über ein UEFI anstelle eines BIOS verfügt, sind Sie hingegen auf der sicheren Seite und können auch größte Festplatten problemlos nutzen.

## iPad oder iPhone schneller per USB laden

Smartphones lassen sich neben der Steckdose auch per USB-Anschluss an PC oder Notebook laden. Allerdings dauert das teils deutlich länger als mit einem Steckdosenadapter. Zudem lassen sich manche Tablets wie das iPad offiziell gar nicht an gewöhnlichen USB-Ports aufladen. Wenn Sie das Apple-Tablet per USB-Kabel mit dem PC verbinden, wird sogar beim Batteriesymbol die Info „Lädt nicht“ angezeigt. Tatsächlich wird der Akku trotzdem befüllt, aber nur extrem langsam.

Per Software können Sie aber auch hier Ihrem PC neue Funktionen beibringen. So bieten viele Mainboard-Hersteller für ihre Platinen entsprechende Anwendungen, mit denen beispielsweise ein iPhone oder ein iPad schneller geladen werden kann. Diese Technik ist besonders praktisch, wenn Sie beispielsweise unterwegs sind und zwar keine Steckdose, aber ein Notebook zum Aufladen zur Verfügung steht.

Das funktioniert allerdings nicht bei allen Ports, denn diese müssen über eine spezielle Stromversorgung verfügen, um mehr als 500 Milliampere liefern zu können. Gigabyte färbt die passenden Anschlüsse daher beispielsweise weiß oder rot (je nach Platinenserie). Auch die internen Ports, die sich für die schnelle Aufladung eignen, haben diese Farbe. Falls Ihr Board das schnelle Aufladen per USB unterstützt, brauchen Sie jeweils eine Software, um die Funktion zu nutzen. Diese lassen sich bei den Herstellern kostenlos herunterladen und heißen:

- Asrock App Charger
- Asus Ai Charger
- Gigabyte On/Off Charge
- MSI i-Charger

Ein weiterer Vorteil: Wenn Ihr Mainboard diese Technik unterstützt und Sie die nötige Software installiert haben, können Sie auch dann per USB-Port aufladen, wenn sich Ihr PC oder Notebook im Stand-by (S3) befindet oder sogar abgeschaltet ist. Wie sich das auf die Aufladegeschwindigkeit auswirkt, zeigt die Tabelle unten links.

Mit dem High-End-Android-Smartphone Galaxy S3 von Samsung konnten wir hingegen keinen Vorteil durch On/Off-Charge messen.



Damit sich die Thunderbolt-Karte von Asus nutzen lässt, ist neben einem freien PCI-Express-Slot ein entsprechender Anschluss auf dem Mainboard nötig.

| Manual                                        |         |        |            |            |          |
|-----------------------------------------------|---------|--------|------------|------------|----------|
| Bezeichnung                                   | Sprache | Format | Größe (KB) | Datum      | Download |
| SSD Installation Guide For Desktops           | English | PDF    | 129KB      | 2011-09-26 | Download |
| SSD Installation Guide For Notebook           | English | PDF    | 118KB      | 2011-09-26 | Download |
| Acronis True Image HD, Disk Migration Utility | English | PDF    | 1.02MB     | 2011-09-26 | Download |
| ADATA S511 Firmware Upgrade User Guide V2.0   | English | PDF    | 575KB      | 2011-11-03 | Download |

| Program                                                  |         |                                          |            |            |          |
|----------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------|------------|------------|----------|
| Bezeichnung                                              | Sprache | Format                                   | Größe (KB) | Datum      | Download |
| ADATA S511 Firmware Upgrade Tool V1.0 (For Linux 32-bit) | English | Linux 32-bit                             | 4.22MB     | 2011-11-30 | Download |
| ADATA S511 Firmware 3.3.2 Release Notes                  | English | PDF                                      | 92.2K      | 2011-11-03 | Download |
| ADATA S511 Firmware Upgrade Tool V1.0                    | English | Windows 7 / Windows XP / Windows Vista   | 2.24MB     | 2011-09-27 | Download |
| ADATA S511 Firmware 60GB - Ver.332                       | English | Windows 7 / Windows XP / Windows Vista / | 397KB      | 2011-11-03 | Download |

Die neue Firmware-Version 332 soll bei den beliebten SSDs der S511-Reihe von ADATA mit Sandforce-Controller Probleme beheben.

| BIOS                   |         |                      |            |  |  |
|------------------------|---------|----------------------|------------|--|--|
| Bezeichnung            | Version | Erstveröffentlichung | Datengröße |  |  |
| Support HCO over 2.2TB | 1.6     | 2011-03-01           | 1.23 MB    |  |  |
| Update CPU Micro Code  | 1.5     | 2010-12-31           | 0.95 MB    |  |  |
| Update CPU Micro Code  | 1.4     | 2010-09-29           | 0.95 MB    |  |  |
| Update CPU Micro Code  | 1.3     | 2010-07-12           | 0.95 MB    |  |  |

Wie die BIOS-Liste des MSI P55-GD65 zeigt, bieten Updates neben Kompatibilitätsverbesserungen neue Funktionen wie die Unterstützung von HDDs mit mehr als 2,2 TByte.



Bild: AVM



Bild: AVM

Die neue Version von Fritz OS ist erstmals auch für Tablet-PCs optimiert. Zudem ermöglicht AVM den Überall-Zugriff auf zehn teils ältere Fritzboxen.



Bild: Fhem

Links: Die Fritzbox lässt sich per Fhem auch für die Heimautomation verwenden. Rechts: Via Myfritz hat man weltweit Zugriff auf die Box daheim.



Bild: Synology

Funktionserweiterungen heißen bei Synology „App“ – damit kann man bei NAS-Geräten zahllose Funktionen zum Nulltarif nachrüsten.

## Netzwerk und Peripherie

Nicht nur für Kernkomponenten wie Prozessoren und Grafikkarten gibt es neue Funktionen zum Nulltarif. Auch und gerade bei den Peripheriegeräten tut sich einiges. Üblicherweise werden Verbesserungen und Erweiterungen in Form eines Firmware-Updates vom Hersteller bereitgestellt.

### Frisches für die „Fritte“

Der Fritzbox-Hersteller AVM gilt seit Jahren als Vorbild, was eine konsequente und langjährige Modellpflege angeht. Alle paar Wochen erscheinen neue Firmware-Dateien für die „Fritte“, wie die Box von Fans liebevoll genannt wird. So kommen mitunter auch Besitzer einer mehrere Jahre alten Box noch in den Genuss neuer Funktionen. Unter [www.avm.de/Labor/](http://www.avm.de/Labor/) bietet der Hersteller zudem Beta-Versionen an, die für einzelne Zwecke optimiert bzw. erweitert wurden, darunter etwa ein „Fhem“-Paket, das den gleichnamigen Perl-Server für die Heimautomation integriert.

### Myfritz in der Praxis

Die Router-Firmware, die auf Linux basiert, bezeichnet der Hersteller als „Fritz OS“. Erst vor Kurzem erschien ein großes Update für zehn neue und ältere Modelle: Damit stellte AVM neue Cloud-Funktionen und WLAN-Features bereit. Zu den wichtigsten Neuerungen gehört die Funktion „Myfritz“, mit der sich die Boxen über das Internet fernsteuern lassen. Das ist ungemein praktisch, wenn man zum Beispiel eine temporäre Portweiterleitung von unterwegs aus einrichten möchte. Zudem kann man via Myfritz auf an der Box angeschlossene USB-Speicher zugreifen. Steckt man den USB-Stick also morgens vor der Uni in die Box, kann man tagsüber von unterwegs aus mit dem Smartphone auf wichtige Dokumente zu Hause zugreifen.

### Weitere Verbesserungen

Neben Myfritz hat AVM auch am WLAN-Empfang gearbeitet, der in Einzelfällen um bis zu 15 Prozent beschleunigt werden soll. Daneben wurde die Oberfläche intuitiver, sie ist zudem auch besser an Tablets und Smartphones angepasst.

Fazit: Mit der neuen Firmware wird die ohnehin schon funktionsrei-

che Fritzbox zum Heimserver mit Cloud-Funktionen – das Update sollte auf keiner „Fritte“ fehlen. Das Fritz OS in der Version 5.2 gibt es für die „Modelle 7390, 7360, 7330, 7320, 7312, 7270, 7240, 6360 Cable, 3370 und 3270. Wer ein älteres Modell besitzt, etwa ein 7170 oder eine 7050, kann diese Modelle per Mod auffrischen oder – nach dem Kauf eines aktuellen Modells – als Repeater weiterhin nutzen.

### Router-Updates

Natürlich bietet nicht nur AVM Updates an; auch D-Link, Buffalo, Asus und viele weitere Router-Hersteller stellen mehr oder weniger regelmäßig neue Firmware-Dateien bereit. Geräte, die mit einem neuen DSL-Anschluss geliefert werden und dann zum Beispiel von O2, Arcor, Iund1 oder der Telekom stammen, hinken bei den Updates manchmal hinterher. Da die Modelle technisch aber meist auf handelsüblichen Seriengeräten basieren, lassen sie sich oft auch mit „inoffiziellen“ Firmware-Upgrades betreiben. Dies gilt vor allem für viele ältere Speedport-Modelle der Telekom, die sich schnell „fritzen“ lassen. Eine gute Anlaufstelle für Tutorials und Videoanleitungen ist das Ip-Phone-Forum ([www.ip-phone-forum.de](http://www.ip-phone-forum.de)).

Auch wenn nicht immer neue Funktionen herauspringen – man sollte Router-Updates auch aus einem anderen Grund nicht aus den Augen verlieren: Regelmäßig werden teils eklatante Sicherheitslücken bekannt, vor denen offenbar kein Hersteller geschützt ist. Für nahezu alle namhaften Routerfamilien sind in den vergangenen zwölf Monaten Sicherheitsupdates erschienen, zuletzt für die Speedport-Serie.

### NAS-Updates

Wir bleiben im Bereich Netzwerk: Router und Netzwerk-Speicher (NAS) werden sich immer ähnlicher und so verwundert es nicht, dass es auch bei NAS-Boxen eine Reihe lohnender Upgrades gibt. Wie die Fritzbox basieren auch die gängigen NAS-Speicher auf einem angepassten Linux, das auf einem ARM-Prozessor läuft.

Die beiden Marktführer Qnap und Synology stellen dabei alle paar





Bild: Qnap

Bei keinem NAS dürfte es so viele vollwertige Erweiterungen geben wie bei Qnap. Mehr als 80 Pakete (35 offizielle und knapp 50 Fan-Projekte) stehen zur Verfügung.



Bild: Synology, Canon

Links: Bis zu fünf Jahre alte NAS-Boxen werden noch mit Updates versorgt. Rechts: Bei Druckern wurden zuletzt Cloudprinting-Funktionen implementiert.



Bild: Roccat

Mit der Software Roccat Talk FX leuchtet die Maus passend zum Spielgeschehen, etwa wenn die Spielfigur getroffen wird. Bisher geht das nur mit der Kone [+].

## Update-Empfehlungen

| Kategorie          | Nutzen (1-5) | Empfohlene Update-Frequenz* |
|--------------------|--------------|-----------------------------|
| Router             | ★★★★★        | Alle zwei Monate            |
| NAS                | ★★★★★        | Alle zwei Monate            |
| Drucker            | ★★★★★        | Quartalsweise               |
| Festplatte         | ★★★★★        | Halbjährlich                |
| SSD                | ★★★★★        | Quartalsweise               |
| Optische Laufwerke | ★★★★★        | Nie                         |
| Handys, Tablets    | ★★★★★        | Alle zwei Monate            |
| Digitalkameras     | ★★★★★        | Quartalsweise               |

\*In diesen Intervallen sollten Sie prüfen, ob es Updates gibt.

Wochen neue Versionen bereit, die deutlich mehr Funktionen und Komfort bringen (Marktübersicht siehe PCGH 07/2012).

## Qnap

Für Qnap-Geräte erschien erst vor Kurzem die Firmware 3.6, die neben Dutzenden neuen Funktionen auch einen VPN-Client brachte, mit dem sich Windows- und Mac-Nutzer nun von jedem Internetanschluss der Welt aus mit ihrem NAS daheim verbinden können. Zusätzlich wurde die Medienverwaltung aufgepeppt; das NAS sendet nun Musik und Webradio-Streams ins Netzwerk. Alternativ kann das Gerät mit angeschlossenen USB-Lautsprechern sogar ohne weitere Hardware Sounds abspielen – die Bedienung erfolgt dann per Smartphone-App. Daneben gibt es noch ein gutes Dutzend weiterer Neuerungen, die mehr oder weniger nützliche Funktionen bringen. Das Update lohnt daher in jedem Fall für alle Nutzer, die mehr aus ihrem NAS-Gerät herausholen möchten.

## Beta-Pakete

Wer etwas risikobereiter ist, kann kostenlose Fan-Erweiterungen installieren. Ähnlich wie Fanmods bei Spielen bieten auch die Qpkg-Pakete neue Funktionen, die aber nicht offiziell unterstützt werden und zudem einen Garantieverlust zur Folge haben. Gerade bei älteren NAS-Boxen ist das Risiko aber überschaubar und so finden experimentierfreudige Anwender unter [forum.qnap.com/viewforum.php?f=132](http://forum.qnap.com/viewforum.php?f=132) knapp 50 Pakete, die allesamt nichts kosten, die Funktionalität der Qnap-Geräte aber zum Teil exorbitant erweitern.

Ein Beispiel dafür ist das Ventrilo-Paket, mit dem sich ein NAS zum Voicesserver aufrüsten lässt und damit – ähnlich wie Teamspeak – Telefonkonferenzen über das Web erlaubt. Aufgrund des recht hohen Ressourcenverbrauchs läuft dieses Paket aber nur auf Atom-basierten Qnap-Geräten. Ein weiteres interessantes Paket ist Crashplan; damit kann man ein Qnap-NAS als Backup-Server einrichten; anschließend kann man von jedem Internet-PC der Welt Daten auf das heimische NAS sichern – nur begrenzt durch die Upload-Geschwindigkeit. Dieses Paket ist auch für ARM-Prozessoren verfügbar; es eignet sich auch und gerade für NAS-Geräte der letzten und vorletzten Gene-

ration; diese sind gebraucht ab 50 Euro erhältlich.

## Synology

Auch bei Synology gibt es alle sechs bis acht Wochen einen größeren Versionssprung in der „DSM“-Software, welche die Verwaltung der NAS-Boxen übernimmt. Jüngster Coup war die Version 4, die eine Dropbox-ähnliche Funktionalität brachte. Daneben erlaubt Synology jetzt auch die Verbindung per VPN und stellt Virtualisierungsfunktionen bereit. Bemerkenswert ist, dass die Firmware auch noch auf knapp fünf Jahre alten Geräten eingespielt werden kann.

## Peripherie-Updates

Abseits der Netzwerk-Geräte sind Firmware-Upgrades unter anderem bei Druckern interessant. HP beispielsweise reichte zuletzt kostenlos Cloudprinting-Funktionen für einige Laserdrucker nach, ein ähnliches Paket schnürte Canon. Cloudprinting-Funktionen sind zum Beispiel dann nützlich, wenn Smartphones oder Tablet-PCs im Haushalt vorhanden sind und von diesen gedruckt werden soll. Gelegentlich werden bei Druckern Sicherheitslücken gestopft, zuletzt etwa bei HP.

## Kaum Updates

Abseits des PCs sind Digitalkameras (hier wurden zuletzt Abstürze bei Nikon-Kameras beseitigt), Tablets und Smartphones dankbare Abnehmer von neuer Firmware. Manche Hardware-Teile, die früher regelmäßig aktualisiert werden mussten, sind heute dagegen fast in Vergessenheit geraten: Für optische Laufwerke wie CD- und DVD-Brenner erschienen vor einigen Jahren Updates im Wochentakt – doch die Brenngeschwindigkeit ist mittlerweile nahezu ausgereizt und dank preiswerter USB-Sticks brennt ohnehin kaum noch jemand DVDs oder gar Blu-rays. (cg/dm)

## Fazit

## Hardware

### Neue Funktionen

Neben Verbesserungen bei Stabilität und Kompatibilität können Updates nützliche Funktionen ergänzen. So wird zum Beispiel eine Fritzbox deutlich aufgewertet, Mainboards unterstützen größte Festplatten und laden per USB sogar Tablets auf. Auch die Leistung kann per Treiber-Update oder neuen UEFI-Einstellungen deutlich steigen.



# Grafikkarten

Grafikkarten, VGA-Kühler und Treiber

[www.pcgameshardware.de/grafikkarte](http://www.pcgameshardware.de/grafikkarte)



**Carsten Spille**  
Fachbereich Grafikkarten  
E-Mail: [cs@pcgh.de](mailto:cs@pcgh.de)

## Kommentar

**Engine XYZ unterstützt endlich die neuen Funktionen A, B und C für ultrarealistische Grafik.**

Solche Ankündigungen liest man in der Branche des Öfteren. Beispiele für A, B und C, die mir in der Regel besonders sauer aufstoßen, sind Lensflares, Depth of Field und Bokeh. Auf „Engine-Denglisch“ klingt das toll, oder? Übersetzt sind das jedoch reine Kameraeffekte wie Linsenreflexionen und Tiefen(un)schärfe. Das erste Spiel mit Lensflares, an das ich mich erinnern kann, war Psynosis' Formula 1 '97, wo der Effekt dank 3Dfx-Beschleunigung sogar gut aussah. Das Problem: Was als Kamerasimulation taugt, verfehlt aus der Ego-Perspektive komplett den Realismusanspruch – oder haben Sie schon mal „Lensflares“ im Auge gehabt? Ähnliches gilt für Tiefen(un)schärfe: Was bei professionellen Fotos und Kinofilmen gut wirken kann, ist für mich im Echtleben eher selten bewusst wahrnehmbar und schon gar nicht erzwungenerweise auf bestimmte Bereiche meines Sichtfeldes, das nach dem Prinzip „Zentralfokus“ funktioniert. Ich könnte mir vorstellen, dass Depth of Field gut in Verbindung mit Eyetracking auf großen Monitoren funktioniert – dass das Spiel also die Stelle scharfstellt, auf die ich gerade schaue.

Ein nach wie vor enorm wichtiges Detail wird leider aufgrund der Kosten und des geringen Speicherplatzes auf manchen Zielplattformen noch allzu oft außer Acht gelassen: Texturdetails. Die machen für mich einen großen Teil des Realismus-Eindrucks aus, kosten außer Speicher kaum Leistung und werden auf allen Karten seit 2003 mit mindestens 2.048 x 2.048 Pixeln Größe unterstützt – DAS nenne ich mal Marktdurchdringung.



## Kräftig: MSI N670GTX Power Edition

**Etwas zu spät für unseren Megatest ab Seite 30, aber pünktlich für einen Ersteindruck erreichte uns MSIs Power-Paket der GeForce GTX 670.**

Das Anhängsel „Power Edition“ kennzeichnet bei MSI grundlegend überarbeitete Grafikkarten mit einer speziellen Funktion: „Triple Overvoltage“. Bei PE-Karten dürfen Sie mithilfe des Afterburner-Tools sowohl die GPU- als auch die VRAM- und PLL-Spannung (Aux genannt) erhöhen – der Hersteller spricht von bis zu 1,3 Volt für die GPU. Bei anderen Karten beträgt das Limit 1,175 Volt via GPU-Boost. So viel zur Theorie, im Test mit der bei Redaktionsschluss aktuellen Afterburner-Version 2.2.2 war diese Funktion nicht verfügbar – vermutlich wird es eine nachfolgende Ausgabe richten. Sei's drum, auch mit Standardspannungen und

maximiertem Power Limit (114 Prozent) stemmt unser Testmuster ansehnliche 1.252/3.649 MHz (GPU/VRAM). Die Basis-Frequenzen betragen übrigens 1.019 MHz für die GPU und 3.004 MHz für den 2 GiByte großen VRAM. Dank des werkseitig angehobenen Power Limits und der guten Kühlung boostet sich die Karte in Spielen selbstständig auf 1.202 MHz Kerntakt – damit ist sie genauso schnell wie die sehr gute Asus GTX 670 DC2T (siehe Seite 30 ff.). Der neue Kühler, ein Twin Frozr in der vierten Ausbaustufe, erzeugt im Leerlauf kaum wahrnehmbare 0,4 Sone. Beim Spielen messen wir schlimmstenfalls 2,8 Sone (Charakteristik: Surren) bei kühlen 67 Grad Celsius Kerntemperatur. Wie sich die Karte im Overvolting-Test neben ihrer großen Schwester N680GTX Lightning schlägt, lesen Sie in der nächsten Ausgabe. (rv)

# AMD: Neues Treiberintervall

Nachdem der eigentlich für Mai erwartete Catalyst 12.5 weiterhin ausblieb, kündigte AMD einen Wechsel in der hauseigenen Treiberpolitik an.

Anfang Juni erklärte AMD per E-Mail an die Fachpresse, dass der Veröffentlichungszyklus der bis dato monatlich erschienenen Catalyst-Treiber mit sofortiger Wirkung geändert würde. Der in früheren Konzernpräsentationen als AMD-Vorteil genannte, regelmäßige Zyklus von zwölf Treibern pro Jahr müsse einem Modell weichen, in dem man sich, so wörtlich, „auf wesentliche Vorteile für den Kunden konzentriert“. Was genau man darunter verstehe – neue Funktionen oder mehr Leistung – ließ AMD offen. Bereits zuvor hatte AMD die Radeon-Modelle aus der Prä-DX11-Generation in den sogenannten Legacy-Status ohne regelmäßige Updates versetzt. Hier ist der Catalyst 12.4 der vorerst letzte offizielle Treiber. (cs)

## Kleine GeForce: Die GT 640

Ohne viel Aufhebens hat Nvidia im Juni über seine Partner die ab rund 80 Euro erhältliche Einstiegskarte GeForce GT 640 auf den Markt gebracht.

Bei dem Preis ist von vornherein klar, dass Nvidia und Partner die Karte nicht als Rundumglücklich-Lösung für ernsthafte Spieler platzieren wollen – ein Indiz ist auch der nicht vorhandene PCI-Express-Stromanschluss. Zwar bietet die Karte mit 384 Shader-ALUs und 900 MHz Takt auf dem Papier scheinbar eine ordentliche Performance, doch ist der GK107-Chip pro ALU und Takt weniger leistungsfähig als Fermi – ein Zugeständnis an die wesentlich bessere Energieeffizienz. Wegen des 2 GiByte großen DDR3-Speichers ist die Übertragungsrate trotz 128-Bit-Schnittstelle mit 28,8 GByte/s nur gering. Doch wie ist die Leistung der sparsamen Kepler-Modelle auf GK107-Basis im Vergleich zu anderen Karten dieses Preisbereiches, wie der Radeon HD 7750? Im Test mit Anno 2070 (Full-HD, mittlere Details) messen wir zähe 18/22,5 Fps (Min/Durchschnitt), während die HD 7750 auf flüssige 29/35,2 Fps kommt. In Skyrim berechnet die GT 640 mit sehr hohen Details, aber nur FXAA 19/23,0, die HD 7750 26/30,1 Bilder pro Sekunde. Die GeForce GT 640, die uns von Asus, MSI und Zotac erreicht hat, ist dafür extrem sparsam: Nvidia gibt die TDP mit 50 Watt an, im Leerlauf messen wir durchschnittlich 10, bei der Blu-ray-Wiedergabe 12 und unter Spielelast nur rund 37 Watt. Zum Vergleich: AMDs deutlich schnellere HD 7750 erreicht im Leerlauf ähnlich niedrige Werte, braucht im Blu-ray-Betrieb allerdings doppelt soviel und unter Last rund ein Fünftel mehr Strom. (cs)



Die MSI-Karte ist um 40 MHz höher getaktet, Zotac bietet eine (2,1 bis 2,8 Sone laute) Single-Slot-Kühlung und die Asus ist 0,3 Sone sehr leise, aber länger als beide anderen.

## PCGH-Leistungsindex Single-GPU

BESSER ► | Normierte Leistung

|                                                                                                                                                         |                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|
| Geforce GTX 680 (2 GiByte)                                                                                                                              | Preis: € 480 (+/-0 €) | 100 %  |
| 1.680 x 1.050: 88 - 53 - 113 - 68 - 76 - 50 - 53    1.920 x 1.080: 78 - 47 - 104 - 61 - 62 - 43 - 50    2.560 x 1.600: 44 - 26 - 67 - 37 - 35 - 24 - 39 |                       |        |
| Geforce GTX 670 (2 GiByte)                                                                                                                              | Preis: € 350 (+/-0 €) | 93,2 % |
| 1.680 x 1.050: 86 - 49 - 103 - 62 - 70 - 48 - 48    1.920 x 1.080: 76 - 44 - 94 - 56 - 58 - 43 - 47    2.560 x 1.600: 41 - 24 - 60 - 33 - 33 - 24 - 34  |                       |        |
| Radeon HD 7970 (3 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 380 (-10 €)  | 91,9 % |
| 1.680 x 1.050: 89 - 49 - 82 - 61 - 83 - 55 - 38    1.920 x 1.080: 80 - 44 - 75 - 55 - 74 - 49 - 35    2.560 x 1.600: 48 - 26 - 51 - 35 - 45 - 26 - 25   |                       |        |
| Geforce GTX 580 (1,5 GiByte)                                                                                                                            | Preis: € 320 (-20 €)  | 81,2 % |
| 1.680 x 1.050: 80 - 39 - 79 - 59 - 59 - 42 - 46    1.920 x 1.080: 70 - 34 - 74 - 53 - 48 - 38 - 44    2.560 x 1.600: 40 - 20 - 46 - 32 - 28 - 22 - 32   |                       |        |
| Radeon HD 7950 (3 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 310 (-20 €)  | 78,2 % |
| 1.680 x 1.050: 78 - 41 - 69 - 50 - 71 - 47 - 34    1.920 x 1.080: 70 - 37 - 62 - 45 - 62 - 42 - 32    2.560 x 1.600: 41 - 23 - 41 - 28 - 38 - 24 - 21   |                       |        |
| Radeon HD 6970 (2 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 250 (-10 €)  | 71,4 % |
| 1.680 x 1.050: 72 - 37 - 66 - 52 - 68 - 36 - 32    1.920 x 1.080: 62 - 34 - 60 - 46 - 60 - 31 - 30    2.560 x 1.600: 37 - 20 - 39 - 28 - 36 - 17 - 19   |                       |        |
| Geforce GTX 570 (1,25 GiByte)                                                                                                                           | Preis: € 230 (+/-0 €) | 69,8 % |
| 1.680 x 1.050: 67 - 33 - 70 - 51 - 51 - 35 - 42    1.920 x 1.080: 59 - 29 - 64 - 46 - 41 - 31 - 40    2.560 x 1.600: 33 - 17 - 41 - 28 - 24 - 18 - 27   |                       |        |
| Geforce GTX 480 (1,5 GiByte)                                                                                                                            | Preis: € 280 (+/-0 €) | 68,6 % |
| 1.680 x 1.050: 70 - 31 - 63 - 49 - 51 - 36 - 44    1.920 x 1.080: 61 - 27 - 57 - 44 - 42 - 32 - 42    2.560 x 1.600: 34 - 16 - 35 - 26 - 24 - 18 - 29   |                       |        |
| GTX 560 Ti 448 Core (1,25 GiByte)                                                                                                                       | Preis: € 210 (+/-0 €) | 67,1 % |
| 1.680 x 1.050: 64 - 32 - 67 - 50 - 48 - 34 - 41    1.920 x 1.080: 57 - 28 - 61 - 44 - 39 - 30 - 39    2.560 x 1.600: 32 - 16 - 39 - 27 - 23 - 17 - 26   |                       |        |
| Radeon HD 7870 (2 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 280 (-10 €)  | 67,1 % |
| 1.680 x 1.050: 64 - 37 - 66 - 42 - 62 - 38 - 30    1.920 x 1.080: 58 - 33 - 60 - 38 - 54 - 33 - 28    2.560 x 1.600: 34 - 20 - 38 - 24 - 33 - 18 - 17   |                       |        |
| Radeon HD 6950 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 200 (+10 €)  | 63,1 % |
| 1.680 x 1.050: 64 - 33 - 57 - 47 - 61 - 32 - 28    1.920 x 1.080: 57 - 30 - 52 - 42 - 53 - 28 - 26    2.560 x 1.600: 34 - 15 - 33 - 25 - 32 - 15 - 16   |                       |        |
| Radeon HD 6950 (2 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 170 (-10 €)  | 62,7 % |
| 1.680 x 1.050: 61 - 33 - 58 - 46 - 60 - 31 - 28    1.920 x 1.080: 54 - 30 - 52 - 41 - 52 - 28 - 26    2.560 x 1.600: 32 - 17 - 34 - 25 - 31 - 15 - 16   |                       |        |
| Radeon HD 5870 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: Auslaufmodell  | 62,3 % |
| 1.680 x 1.050: 61 - 32 - 58 - 44 - 61 - 31 - 28    1.920 x 1.080: 55 - 29 - 53 - 39 - 53 - 28 - 26    2.560 x 1.600: 32 - 16 - 35 - 24 - 32 - 15 - 16   |                       |        |
| Geforce GTX 560 Ti (1 GiByte)                                                                                                                           | Preis: € 160 (+10 €)  | 59,0 % |
| 1.680 x 1.050: 56 - 29 - 61 - 39 - 45 - 28 - 40    1.920 x 1.080: 50 - 26 - 55 - 34 - 37 - 25 - 37    2.560 x 1.600: 28 - 13 - 36 - 20 - 21 - 15 - 23   |                       |        |
| Radeon HD 7850 (2 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 200 (-10 €)  | 55,9 % |
| 1.680 x 1.050: 57 - 31 - 51 - 33 - 51 - 33 - 28    1.920 x 1.080: 50 - 27 - 46 - 29 - 44 - 29 - 25    2.560 x 1.600: 30 - 16 - 29 - 18 - 27 - 16 - 16   |                       |        |
| Geforce GTX 470 (1,25 GiByte)                                                                                                                           | Preis: € 200 (+30 €)  | 54,9 % |
| 1.680 x 1.050: 54 - 25 - 51 - 40 - 40 - 28 - 38    1.920 x 1.080: 48 - 22 - 46 - 35 - 33 - 25 - 35    2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 21 - 19 - 14 - 22   |                       |        |
| Geforce GTX 560 (1 GiByte)                                                                                                                              | Preis: € 140 (+/-0 €) | 53,3 % |
| 1.680 x 1.050: 51 - 25 - 54 - 33 - 42 - 26 - 40    1.920 x 1.080: 45 - 22 - 49 - 29 - 35 - 22 - 36    2.560 x 1.600: 24 - 11 - 30 - 16 - 19 - 13 - 23   |                       |        |
| Radeon HD 6870 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 140 (+/-0 €) | 51,9 % |
| 1.680 x 1.050: 53 - 28 - 49 - 36 - 50 - 27 - 25    1.920 x 1.080: 46 - 25 - 45 - 32 - 44 - 24 - 23    2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 11 - 13   |                       |        |
| Radeon HD 5850 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: Auslaufmodell  | 50,4 % |
| 1.680 x 1.050: 51 - 27 - 48 - 37 - 50 - 23 - 23    1.920 x 1.080: 46 - 24 - 44 - 33 - 43 - 21 - 21    2.560 x 1.600: 27 - 13 - 28 - 19 - 26 - 10 - 12   |                       |        |
| Geforce GTX 460 (1 GiByte)                                                                                                                              | Preis: € 140 (+10 €)  | 45,0 % |
| 1.680 x 1.050: 45 - 23 - 45 - 30 - 33 - 21 - 32    1.920 x 1.080: 39 - 20 - 41 - 26 - 27 - 19 - 28    2.560 x 1.600: 21 - 10 - 26 - 15 - 15 - 11 - 19   |                       |        |
| Radeon HD 6850 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 100 (+/-0 €) | 43,4 % |
| 1.680 x 1.050: 47 - 23 - 40 - 29 - 42 - 23 - 21    1.920 x 1.080: 41 - 21 - 36 - 26 - 36 - 20 - 19    2.560 x 1.600: 23 - 11 - 22 - 15 - 22 - 10 - 11   |                       |        |
| Radeon HD 7770 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 110 (-10 €)  | 35,4 % |
| 1.680 x 1.050: 32 - 20 - 38 - 25 - 33 - 21 - 15    1.920 x 1.080: 30 - 17 - 34 - 22 - 29 - 18 - 13    2.560 x 1.600: 18 - 10 - 21 - 13 - 17 - 10 - 5    |                       |        |
| Radeon HD 6790 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 110 (+10 €)  | 35,4 % |
| 1.680 x 1.050: 35 - 20 - 35 - 25 - 34 - 20 - 15    1.920 x 1.080: 32 - 17 - 32 - 22 - 29 - 17 - 13    2.560 x 1.600: 19 - 10 - 19 - 13 - 17 - 9 - 5     |                       |        |
| Geforce GTX 550 Ti (1 GiByte)                                                                                                                           | Preis: € 95 (+/-0 €)  | 34,3 % |
| 1.680 x 1.050: 35 - 18 - 36 - 23 - 25 - 16 - 25    1.920 x 1.080: 31 - 15 - 33 - 20 - 21 - 14 - 22    2.560 x 1.600: 17 - 8 - 20 - 11 - 11 - 6 - 12     |                       |        |
| Radeon HD 6770 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 80 (+5 €)    | 32,3 % |
| 1.680 x 1.050: 32 - 18 - 34 - 24 - 32 - 16 - 14    1.920 x 1.080: 29 - 16 - 30 - 21 - 28 - 14 - 12    2.560 x 1.600: 17 - 9 - 19 - 12 - 16 - 7 - 4      |                       |        |
| Radeon HD 5770 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: Auslaufmodell  | 32,3 % |
| 1.680 x 1.050: 32 - 18 - 34 - 24 - 32 - 16 - 14    1.920 x 1.080: 29 - 16 - 30 - 21 - 28 - 14 - 12    2.560 x 1.600: 17 - 9 - 19 - 12 - 16 - 7 - 4      |                       |        |
| Geforce GTS 450 (1 GiByte)                                                                                                                              | Preis: € 75 (+/-0 €)  | 28,0 % |
| 1.680 x 1.050: 27 - 14 - 31 - 18 - 23 - 13 - 19    1.920 x 1.080: 23 - 12 - 28 - 16 - 19 - 12 - 17    2.560 x 1.600: 13 - 7 - 17 - 8 - 10 - 6 - 10      |                       |        |
| Radeon HD 7750 (1 GiByte)                                                                                                                               | Preis: € 90 (+/-0 €)  | 27,1 % |
| 1.680 x 1.050: 28 - 15 - 26 - 17 - 26 - 17 - 12    1.920 x 1.080: 25 - 13 - 23 - 15 - 22 - 15 - 10    2.560 x 1.600: 15 - 8 - 14 - 8 - 13 - 8 - 4       |                       |        |

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

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

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

Leicht verbesserte Radeon als GTX-680-Konter

# HD 7970 GHz Edition

Ein halbes Jahr nach dem Start der regulären Radeon HD 7970 legt AMD die Grafikkarte als GHz Edition mit 1.000 MHz Chip- sowie mehr Speichertakt neu auf. PC Games Hardware macht den Test.



Bild: AMD

Ende Dezember stellte AMD die Radeon HD 7970 auf dem Papier sowie in Form von Tests seitens der Presse vor, seit Januar 2012 ist das Flaggschiff wie vom Hersteller angekündigt lieferbar und erfreut sich großer Beliebtheit. Nvidias Antwort in Form der GeForce GTX 680 ließ Wochen auf sich warten – Zeit genug für AMD, die HD 7970 zu überarbeiten und als GHz Edition in den Handel zu bringen.

## Happy Half Birthday, Tahiti!

Der offizielle Startschuss für die Radeon-Neuaufgabe fiel am 22. Juni, weswegen AMD scherzhaft von einem halben Geburtstag sprach – samt passendem Kuchen auf der Fusion-Developer-Summit-Konferenz in Bellevue, USA. Dort präsentierte AMD die Radeon HD 7970 GHz Edition und erläuterte deren Verbesserungen, welche vorrangig den Grafikprozessor betreffen.

Die Anzahl der Funktionseinheiten hat sich nicht geändert, der Pixelbeschleuniger basiert wie gehabt auf der „Graphics Core Next“-Architektur, der Tahiti-Chip selbst nutzt 32 Compute Units und kommt auf 2.048 Shader-Einheiten. Der drei GiByte fassende GDDR5-Videospeicher ist mittels 384 Datenleitungen angebunden und wird mit 3.000 MHz getaktet – das sind neun Prozent mehr als bei einer gewöhnlichen HD 7970.

## 1.000 MHz plus Boost

Wie die Bezeichnung GHz Edition bereits impliziert, taktet der Tahiti-Chip unter Last mit einem Gigahertz – das sind 75 MHz mehr als bisher. Außerdem hat sich AMD von Nvidia inspirieren lassen und eine Boost-Funktion eingebaut, welche die Frequenz unter bestimmten Voraussetzungen auf 1.050 MHz anhebt und im gleichen Atemzug auch die GPU-Spannung dynamisch anpasst. Hierzu bedient sich der Hersteller der bekannten PowerTune-Technik, welche die Leistungsaufnahme der Grafikkarte protokolliert, und erweitert diese um eine Temperatur-Abhängigkeit. In der Praxis liegen die zusätzlichen 50 MHz unserer Erfahrung nach meistens an, erst ab 86 Grad Celsius GPU-Temperatur drosselt die Karte teils auf ein Gigahertz.

## Gleiche Platine wie bisher

Abseits der überarbeiteten GPU weist das von AMD zur Verfügung gestellte Referenz-Sample der GHz Edition keine Unterschiede zu einer normalen HD 7970 auf und so sind der Kühler samt Lüfter absolut identisch. Die Platine hingegen entspricht nicht der vieler überakteter Radeons, AMD bestückt wie gehabt nur vier der fünf GPU-Spannungsphasen – Sapphire oder VTX3D nutzen bei ihren übertakteten Radeon HD 7970 das volle Platinen-Potenzial.

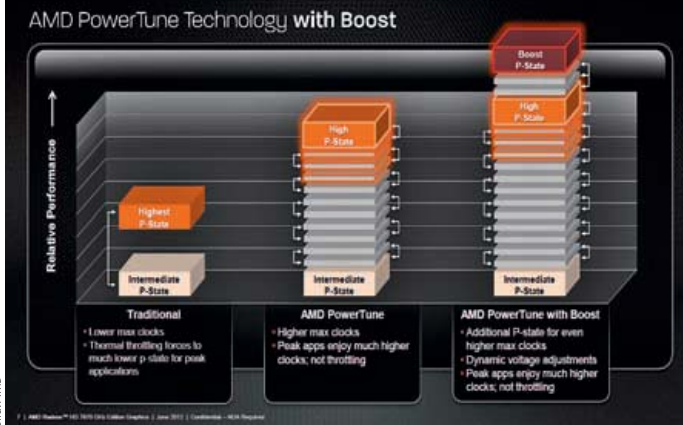


Bild: AMD

Die PowerTune-Erweiterung sorgt dafür, dass die HD 7970 GHz Edition mit 1.050 MHz läuft – nur wenn 250 Watt überschritten werden, drosselt die Karte auf 1.000 MHz.

## Lautheit und Leistungsaufnahme

|                                        | GTX 680  | HD 7970 GHz Edition | HD 7970 ** | HD 7970 * | GTX 580  | GTX 570  | HD 7950  |
|----------------------------------------|----------|---------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>Lautstärke</b>                      |          |                     |            |           |          |          |          |
| Leerlauf (Win7-Desktop)                | 0,9 Sone | 0,8 Sone            | 0,7 Sone   | 0,7 Sone  | 0,8 Sone | 0,8 Sone | 0,7 Sone |
| Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore) | 0,9 Sone | 0,9 Sone            | 0,7 Sone   | 0,7 Sone  | 0,8 Sone | 1,3 Sone | 0,7 Sone |
| Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)   | 0,9 Sone | 0,9 Sone            | 0,9 Sone   | 0,9 Sone  | 0,8 Sone | 1,1 Sone | 1,1 Sone |
| Bad Company 2 (DX11)                   | 3,5 Sone | 8,4 Sone            | 4,1 Sone   | 5,9 Sone  | 3,4 Sone | 3,4 Sone | 3,6 Sone |
| <b>Leistungsaufnahme</b>               |          |                     |            |           |          |          |          |
| Leerlauf (Win7-Desktop)                | 15 Watt  | 15 Watt             | 12 Watt    | 22 Watt   | 32 Watt  | 28 Watt  | 16 Watt  |
| Zweischirmbetrieb (untersch. Monitore) | 50 Watt  | 53 Watt             | 48 Watt    | 44 Watt   | 91 Watt  | 85 Watt  | 67 Watt  |
| Blu-ray-Wiedergabe (The Dark Knight)   | 20 Watt  | 60 Watt             | 75 Watt    | 51 Watt   | 42 Watt  | 37 Watt  | 56 Watt  |
| Bad Company 2 (DX11)                   | 174 Watt | 247 Watt            | 185 Watt   | 195 Watt  | 221 Watt | 194 Watt | 141 Watt |

Bei allen Karten gilt die Standardeinstellung für PowerTune und Power Containment \* Mittelwert von uns getesteter Retail-Referenzkarten \*\* AMD-Muster

## Laut und zirpend sowie sparsam bis hungrig

Da AMD wie bereits erwähnt an der bekannten radialen Kühlung festhält, schwankt die Lautheit der Radeon HD 7970 GHz Edition im Referenz-Design zwischen leise und extrem laut: Im Leerlauf, beim Multimonitoring oder dem Betrachten einer Blu-ray hält sich die Grafikkarte mit 0,8 bis 0,9 Sone angenehm zurück – dafür brüllt sie in *Bad Company 2* mit sehr lauten 8,4 Sone. Obendrauf gibt die Platine unter Last deutlich hörbare Fiep- und Zirp-Geräusche von sich, welche wir in dieser Form bei noch keiner Karte feststellen konnten (bis zu 2,5 Sone!).

Hinsichtlich der Leistungsaufnahme zeigt sich, dass der höhere Chiptakt nicht von ungefähr kommt, denn die GPU-Spannung beträgt 1,204 statt wie bisher 1,176 Volt (per Multimeter gemessen). Dies resultiert unter Spielelast in 247 Watt für die komplette Karte, was mehr als bei einer gewöhnlichen HD 7970 ist – die im Vorfeld kolportierten Werte lagen ergo daneben. Zum Vergleich: Die Geforce

GTX 680 kommt auf nur 174 Watt. Einen Vorteil aber hat die HD 7970, nämlich Zero Core, wodurch die Karte bei inaktivem Monitor nur vier Watt benötigt.

## Neuer Spitzenreiter

Wer schnell ist, darf auch mal etwas mehr Energie benötigen – getreu diesem Motto schlägt die HD 7970 GHz Edition im Mittel unseres neuen Spiele-Parcours (siehe Seite 22) die Geforce GTX 680 um einige Prozent; diese wiederum positioniert sich vor der HD 7970.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass je nach Spiel mal die Geforce und mal die Radeon mehr oder weniger klar in Führung geht: *Anno 2070*, *Metro 2033*, *Max Payne 3*, *The Witcher 2* und vor allem das auf die „Graphics Core Next“-Architektur optimierte *Dirt Showdown* liegen der HD 7970 GHz Edition besonders gut (bis zu ein Drittel mehr Fps). Die Geforce GTX 680 hingegen trumpft insbesondere in *Starcraft 2* und *The Elder Scrolls 5: Skyrim* auf, in Spielen wie *Batman Arkham City*, *Battlefield 3* und *Crysis 2* ist der



Wenngleich Hersteller wie Sapphire ihre OC-Versionen der HD 7970 mit allen Phasen bestücken, verzichtet AMD darauf – das erklärt das Fiepen und Zirpen der Karte.

Vorsprung dagegen gering. Abseits von Spielen ist die Geforce GTX 680 aufgrund des „Gaming Kepler“-GK104-Chips der Radeon HD 7970 GHz Edition zumeist unterlegen, sprich wer seinen Fokus auf GPU-Computing legt, der fährt mit der AMD-Grafikkarte besser.

## Wie gehabt: Luft nach oben

Mit 1.050/3.000 MHz ist das Limit der HD 7970 GHz Edition noch nicht erreicht – unser Sample von AMD packt stabile 1.150/3.500 MHz bei Standardspannung. (ms)

## Fazit

Hardware

### Radeon HD 7970 GHz Edition

Das Referenz-Design der HD 7970 GHz Edition zieht im Mittel zwar messbar an der GTX 680 vorbei, die GCN-basierte Grafikkarte arbeitet jedoch in Spielen extrem laut und benötigt deutlich mehr elektrische Energie als die Geforce – zumindest unter Last und im Blu-ray-Betrieb. Greifen Sie daher besser zu einem leisen Partner-Modell wie der VTX3D HD 7970 X-Edition: Diese läuft mit 1.050/2.850 MHz und ist selbst im Spielbetrieb kaum hörbar.

## Battlefield 3 ist eine Geforce-Domäne

„Operation Swordbreaker“ – 1080p, max. DX11, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| Geforce GTX 680/2G     | 47 | 51,6 |
| Geforce GTX 670/2G     | 46 | 50,9 |
| HD 7970 GHz Edition/3G | 47 | 49,8 |
| Radeon HD 7970/3G      | 42 | 44,9 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 36 | 40,2 |
| Radeon HD 7950/3G      | 36 | 38,2 |
| Radeon HD 7870/2G      | 35 | 37,1 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 31 | 35,2 |
| Radeon HD 6950/2G      | 26 | 28,0 |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Im DICE-Shooter liegt selbst die GTX 670 vor der HD 7970 GHz Edition – wenngleich nur knapp.

Min. ⬇️ Ø Fps  
➤ Besser

## Crysis Warhead: AMD leicht in Front

PCGH-Benchmark „From Hell's Heart“ – 1080p, max. DX10, 4x MSAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| HD 7970 GHz Edition/3G | 44 | 48,7 |
| Geforce GTX 680/2G     | 40 | 46,1 |
| Radeon HD 7970/3G      | 39 | 44,3 |
| Geforce GTX 670/2G     | 38 | 43,4 |
| Radeon HD 7950/3G      | 33 | 37,1 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 31 | 34,1 |
| Radeon HD 7870/2G      | 30 | 32,8 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 27 | 29,2 |
| Radeon HD 6950/2G      | 26 | 29,0 |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Crysis Warhead läuft auf der Radeon HD 7970 GHz Edition schneller als je zuvor.

Min. ⬇️ Ø Fps  
➤ Besser

## Metro 2033: Sieg für die 7970 GHz Edition

PCGH-Benchmark „Verfluchte Station“ – 1080p, max. DX11, 4x MSAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| HD 7970 GHz Edition/3G | 37 | 42,7 |
| Radeon HD 7970/3G      | 36 | 40,5 |
| Geforce GTX 680/2G     | 31 | 35,0 |
| Radeon HD 7950/3G      | 30 | 34,2 |
| Geforce GTX 670/2G     | 29 | 33,3 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 27 | 31,4 |
| Radeon HD 7870/2G      | 24 | 27,5 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 23 | 26,7 |
| Radeon HD 6950/2G      | 20 | 22,7 |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Einst ein Fermi-Showcase, dreht die aktuelle Radeon-Generation Kreise um die Kepler-Grafikkarten.

Min. ⬇️ Ø Fps  
➤ Besser

## Skyrim liegt den Kepler-Karten sehr gut

PCGH-Benchmark „Secundas Sockel“ – 1080p, max. DX9, 4x MSAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| Geforce GTX 680/2G     | 50 | 61,7 |
| Geforce GTX 670/2G     | 44 | 54,1 |
| HD 7970 GHz Edition/3G | 42 | 49,7 |
| Radeon HD 7970/3G      | 38 | 44,4 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 30 | 40,4 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 29 | 37,3 |
| Radeon HD 7950/3G      | 28 | 33,1 |
| Radeon HD 7870/2G      | 28 | 32,9 |
| Radeon HD 6950/2G      | 23 | 27,1 |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Die GHz Edition legt zwar 10 Prozent zu, dies reicht aber nicht, um die GTX 670/680 zu überholen.

Min. ⬇️ Ø Fps  
➤ Besser



**Neues Jahr, neues Glück: PCGH erneuert die Grafikkarten-Tests**

# Grafikkarten-Benchmarks

Reine Konsolen-Ports sind auf dem Rückzug – Spiele wie *Batman: Arkham City* und *Max Payne 3* bieten auf dem PC zusätzliche Möglichkeiten. Wir passen unseren Benchmark-Parcours an den Markt an.

Genau ein Jahr nach unserer letzten großen Überarbeitung passen wir die Benchmarks für unsere Grafikkartentests an die geänderte Marktsituation an. Das hat mehrere Gründe. Spiele bieten auf dem PC nun wieder zunehmend einen Mehrwert, die Hardware-Landschaft hat sich gewandelt und auch die Software-Einstellungen, in denen Spieler ihrem Hobby frönen, sind nicht unbedingt dieselben wie zuvor. Nicht zuletzt haben wir auch das zugrunde liegende Testsystem umgestellt.

## Neue Tests und Methoden

In dieser Ausgabe stellen wir den neuen Testparcours vor und auch die Marktübersicht ab Seite 30 nutzt bereits die neuen Wertungen. Unser Leistungsindex auf der Grafikkarten-Startseite wird jedoch erst zur kommenden Aus-

gabe mit den dann aktuell hinzugekommenen Neuerscheinungen an die Bewertungsgrundlage angepasst, damit wir Ihnen von Anfang an eine große Auswahl an Grafikkarten präsentieren können und nicht nur einige wenige Spitzenmodelle. Diese finden Sie hier in Form der GeForce GTX 680 (Boost auf 1.058 MHz fixiert) sowie der Radeon HD 7970 (mit 925 MHz GPU-Takt).

Bei all den vorgenommenen Änderungen haben wir Ihnen als unseren Lesern über diverse Umfragen im Forum von PCGH Extreme die Möglichkeit gegeben, am Entscheidungsprozess teilzunehmen. Die meisten der erfolgten Umstellungen wie die erhöhte Anzahl der Benchmark-Titel sowie deren Auswahl sind an den mehrheitlichen Wünschen unserer Leser ausgerichtet. So haben wir zum Beispiel

die Anzahl der Benchmark-Titel, die den neuen Leistungsindex und damit die Bewertungsgrundlage von Grafikkarten bilden, von sieben auf elf erhöht. Aktuelle Spiele wie *Battlefield 3*, *Anno 2070* oder *Max Payne 3* sind nun Teil des Parcours – Freunde exotischer Bildqualitätseinstellungen kommen dank Sparse-Grid Supersample-Antialiasing in *Skyrim* oder „Über Sampling“ in *The Witcher 2* ebenfalls nicht zu kurz.

## Video auf Heft-DVD



Auf der Heft-DVD (nicht in der Magazin-Version enthalten) finden Sie elf Videos und Screenshots, welche die PCGH-Testszenen abbilden. Von *Anno* bis zum *Witcher*: Die Benchmarks werden in den kommenden Monaten unsere Grafikkartentests und Leistungsnoten bestimmen.

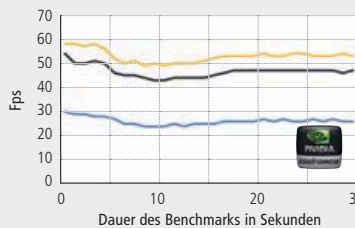


Nach wie vor testen wir mit aktuellen Treibern und achten streng auf die Bildqualität. Zugunsten besserer Vergleichbarkeit setzen wir weiterhin auf „Hohe Qualität“ bei der Treibereinstellung für die Texturfilterung. Eine wichtige Anmerkung: Leider etwas zu spät, um noch Berücksichtigung für diesen Artikel zu finden, brachte AMD am 22. Juni

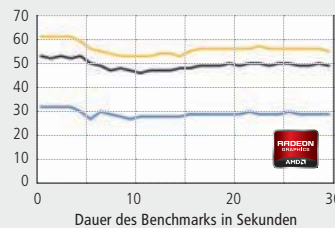
## Anno 2070 mit Direct X 11: PCGH-Testszene „Bäm!“



Auflösungen ■ 1.680 x 1.050 ■ 1.920 x 1.080 ■ 2.560 x 1.600



- **Engine:** Eigenentwicklung von Related Designs
- **DX11-Features:** Keine, es wird nur die API, nicht aber HW-Features verwendet.
- **Anisotroper Filter/ Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF im Spiel, Ingame-AA (Postfilter ähnlich FXAA) im Spiel



**Related Designs' aktuelle Version der Anno-Serie bietet eine top-moderne DX11-Grafik mit großer Shader-Belastung.**

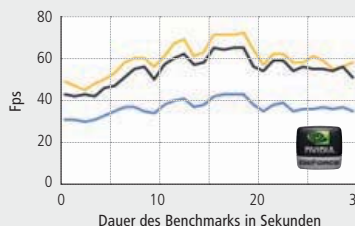
*Anno 2070* ist ein Aufbau-Strategiespiel mit ökologischem Story-Einschlag. Die vom deutschen Entwicklerstudio Related Designs selbst entwickelte Engine nutzt unter Windows 7 zwar Direct X 11 als API, wie uns Chefentwickler Burkhard Ratheiser aber bereits letztes Jahr im Interview verriet, genügt in Sachen Hardware bereits der 10.1-Standard, um *Anno 2070* in voller Pracht darzustellen. Im Spielmenü wählen wir die höchstmöglichen Detailstufen für alle angebotenen Einstellungen inklusive des sogenannten Wuselfaktors aus. In Sachen Kantenglättung vertrauen wir auf die von Related Designs vorgesehene Post-Processing-Methode, welche auf der ersten FXAA-Version von Timothy Lottes basiert; ebenso genügt uns die spielinterne anisotrope Texturfilterung.

Unser 30-sekündiger Benchmark zeigt einen Atomwaffeneinschlag in unserer anfangs 4.500 Einwohner zählenden Stadt, der in einer optisch ansehnlichen Explosion samt entsprechender Rauchentwicklung mündet. Der Benchmark zeichnet sich durch hohe Reproduzierbarkeit und gleichmäßige Fps-Raten sowie eine starke Grafikbelastung und ergo hohe Leistungsaufnahme der Karten aus.

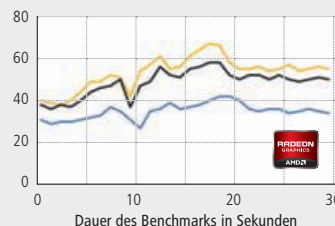
## Batman Arkham City mit Direct X 11: PCGH-Testszene „Park Row“



Auflösungen ■ 1.680 x 1.050 ■ 1.920 x 1.080 ■ 2.560 x 1.600



- **Engine:** Unreal Engine 3.x von Epic mit DX11-, Multisample-AA- und Physx-Erweiterungen
- **DX11-Features:** Tessellation, Ambient Occlusion
- **Anisotroper Filter/ Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF per Treiber, 4x MSAA im Spiel

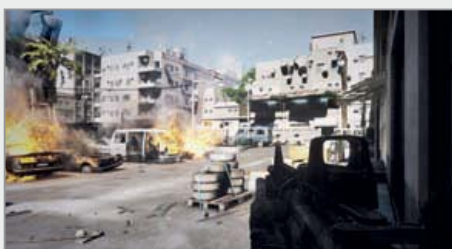


**Die Unreal Engine 3 gehört zu den verbreitetsten Grafikmotoren und darf daher nicht fehlen. In Batman: AC ist sie auf dem neuesten Stand.**

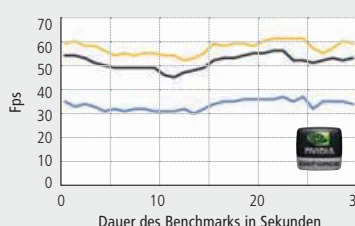
Das aktuelle Spiel um den „Dunklen Ritter“ bietet einen integrierten Benchmark an, den wir jedoch nicht nutzen. Stattdessen spielt unsere Testszene im Außenbereich des Gerichtsgebäudes an der Park Row, wo wir Batman von einem Hochhaus in Richtung des Vorhofes hinabgleiten lassen. Den Benchmark starten wir erst kurz nach Beginn des Gleitfluges, um reproduzierbare Nachladeruckler zu vermeiden. Nach dem Absprung vom zweiten Haus, auf dem wir zwischenlanden, stoppen wir die Vorwärts- und Gleitbewegung, sodass der maskierte Herr Wayne mitten zwischen die wartenden Gegner fällt. Damit der Benchmark besser nachstellbar wird, verzichten wir auf Gegenwehr und lassen Batman einige Schläge einstecken, bevor die 30 Sekunden um sind.

Im Grafikmenü schalten wir alle Einstellungen auf die höchstmögliche Option – nur GPU-Physx bleibt aus und MSAA bei 4x. Zudem wählen wir im Treiber der Grafikkarte 16:1 AF an, da diese Option im Spielmenü fehlt. Vsync ist deaktiviert und ein Fps-Lock vermeiden wir über die mehrfach vorhandene Option „bSmoothFrameRate=False“ in der Datei bmengine.ini.

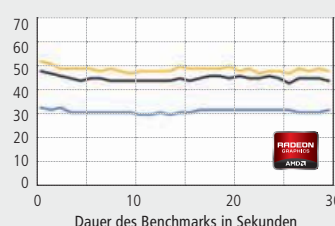
## Battlefield 3 mit Direct X 11: PCGH-Testszene „Swordbreaker“



Auflösungen ■ 1.680 x 1.050 ■ 1.920 x 1.080 ■ 2.560 x 1.600



- **Engine:** Frostbite 2.0 von Dice (Deferred Renderer)
- **DX11-Features:** Tessellation für entferntes Gelände, Direct Compute für Post-Processing
- **Anisotroper Filter/ Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF im Spiel, 4x MSAA + FXAA im Spiel



**Battlefield 3 ist das von unseren Lesern meistgewünschte Testspiel – kein Wunder angesichts der Pracht und des Hardware-Hungers.**

Für unseren Benchmark nutzen wir die erste Mission der *BF 3*-Singleplayer-Kampagne: „Operation Swordbreaker“. Der Benchmark besteht aus einer 30-sekündigen Auseinandersetzung Ihres Trupps mit einigen Widersachern auf einem Parkplatz. Markenzeichen der Szene sind viele Partikeleffekte (Feuer sowie Rauch), die dynamische KI und durch Explosionen ausgelöste, allerdings skriptbasierte Physikeffekte (Destruction 2.0). Die Szene ist überdurchschnittlich anspruchsvoll, in weiten Teilen des Spiels werden Sie höhere Bildraten zu Gesicht bekommen – sobald es aber actionreich zur Sache geht, gelten unsere Messwerte.

*Battlefield 3* verwendet die topmoderne Frostbite-2.0-Engine, die eine realistische anmutende Beleuchtung auf den Bildschirm zaubert. Licht und Schatten werden mithilfe des Deferred Renderers auch bei etlichen Lichtquellen in einer Szene flott berechnet – doch trotz aller Effizienz: Eine solche Grafikpracht kostet Leistung. Zumindest im „Ultra“-Detailgrad samt aktiver MSAA/FXAA-Kantenglättungskombination testen, sodass selbst High-End-Beschleuniger hier an ihre Grenzen getrieben werden.

die HD 7970 in der Gigahertz-Edition samt einem neuen, die Leistung in manchen Spielen steigernden Catalyst-12.7-Beta-Treiber auf den Markt. Dieser Artikel wurde vor deren Ankündigung fertiggestellt, sodass der Catalyst 12.6 Beta sowie die bekannte HD 7970 der aktuelle Stand der (AMD-)Technik waren. Ab Seite 20 testen wir die HD 7970 GHz-Edition gesondert.

## Die PCGH-Philosophie

Bei uns finden Sie hauptsächlich Benchmarks abseits ausgelatschter Pfade, die 3D Mark und Co. hinterlassen haben. Außerdem nehmen wir nach Möglichkeit Abstand von integrierten Benchmarks oder – noch schlimmer – speziellen Benchmark-Versionen einzelner Spiele. Zu praxisfern sind häufig

die Ergebnisse, die in solchen Tools erzielt werden. Auch Zwischensequenzen zeigen oft nicht das reale Leistungsbild eines Spiels, weil hier Effekte zu- oder abgeschaltet werden und das Gameplay nicht im Hintergrund berechnet werden muss, sodass manche solcher Szenen möglicherweise gar eine höhere – und damit für das fragliche Spiel unrealistische – Grafikklast aufweisen.

Nicht zuletzt besteht natürlich auch die Gefahr, dass es für die Grafikkartenhersteller trotz gegenteiliger Beteuerungen zu verlockend wird, ihre Treiber auf besonders verbreitete Benchmark-Tools zu optimieren. Nicht von ungefähr fanden sich in Treiber-Release-Notes häufig Referenzen zu gestei-

gerter Leistung bei integrierten Benchmarks oder separat lauffähigen Testversionen, die sich in der Kontrolle mit dem realen Spiel als kaum reproduzierbar erwiesen. PC Games Hardware setzt daher schon seit Jahren fast durchgehend auf echte Spielabschnitte, in denen wir die Leistung mithilfe des Tools Fraps messen. Die ermittelte Performance ist repräsentativ für das, was Sie auch im echten Spielbetrieb erwarten können.

Unsere Benchmarks in den drei Auflösungen 1.680 x 1.050, 1.920 x 1.080 und 2.560 x 1.600 laufen jeweils mindestens dreimal durch, bei grob abweichenden Einzelergebnissen auch öfter. Wir geben in den Benchmark-Diagrammen immer das Mittel der drei gewichteten

Durchläufe an, und zwar die durchschnittlichen Fps als gelben Balken sowie die Minimum-Fps als Einklinker darin. Bei den minimalen Fps achten wir zusätzlich darauf, dass diese nicht durch Nachladeruckler verfälscht werden.

Durch ein schnelles Testsystem und hohe Bildqualitätseinstellungen sorgen wir dafür, dass unsere Benchmarks weitgehend im Grafikklimit laufen (siehe Tabelle auf der nächsten Doppelseite). Um die Transparenz zu wahren, werden unsere Benchmarks ausführlich dokumentiert und auf [www.pcgh.de](http://www.pcgh.de) öffentlich zugänglich gemacht. Full-HD-Videos der kompletten Sequenzen finden Sie darüber hinaus auch auf der Heft-DVD dieser Ausgabe. Aufgrund der Auswahl der Benchmarks

## Anno 2070: Paradespiel für aktuelle Chips

### 1.920 x 1.080: Ingame-AA/16:1 HQ-AF, max. Details – „Bäm!“

|                       |    |               |
|-----------------------|----|---------------|
| Radeon HD 7970/3G     | 45 | 49,3 (+123 %) |
| Geforce GTX 680/2G    | 41 | 46,6 (+111 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 35 | 38,3 (+73 %)  |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 29 | 32,8 (+48 %)  |
| Radeon HD 6950/2G     | 24 | 27,0 (+22 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 19 | 22,1 (Basis)  |

### 2.560 x 1.600: Ingame-AA/16:1 HQ-AF, max. Details – „Bäm!“

|                       |    |               |
|-----------------------|----|---------------|
| Radeon HD 7970/3G     | 25 | 29,2 (+139 %) |
| Geforce GTX 680/2G    | 22 | 26,1 (+114 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 20 | 22,0 (+80 %)  |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 15 | 18,1 (+48 %)  |
| Radeon HD 6950/2G     | 14 | 15,7 (+29 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 10 | 12,2 (Basis)  |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Die 28-Nanometer-Generations lässt ihre Muskeln spielen – die HD 7850 (nicht abgebildet) ist auf GTX-580-Niveau.

Min. | Ø Fps  
➤ Besser

## Batman AC: HD 7970 schließt in Hi-Res auf

### 1.920 x 1.080: 4x MSAA/16:1 HQ-AF, max. Details – „Park Row“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 40 | 54,5 (+94 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 35 | 48,4 (+72 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 33 | 44,1 (+57 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 30 | 39,9 (+42 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 21 | 33,6 (+20 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 21 | 28,1 (Basis) |

### 2.560 x 1.600: 4x MSAA/16:1 HQ-AF, max. Details – „Park Row“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 27 | 35,6 (+96 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 23 | 35,1 (+93 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 20 | 29,0 (+59 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 18 | 26,7 (+47 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 11 | 22,5 (+24 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 12 | 18,2 (Basis) |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Während die GTX 560 Ti schwächelt, kann sich die GTX 680 in Mainstream-Auflösungen klar an die Spitze setzen.

Min. | Ø Fps  
➤ Besser

## Crysis 2 mit DirectX-11- und Hi-Res-Updates: PCGH-Testszene „Lebender Toter“



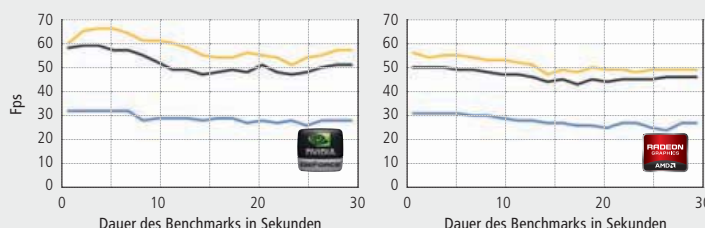
Auflösungen 1.680 x 1.050 1.920 x 1.080 2.560 x 1.600

- **Engine:** Cryengine 3 von Crytek (Nachfolger der CE2 in Crysis & Warhead)
- **DX11-Features:** Tessellation, variable Schatten-Penumbrae (Kanten)
- **Anisotroper Filter/Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF per Treiber, Ingame-AA (Postfilter)

**Crysis 2 gehört neben Battlefield 3 zu den technisch fortschrittlichsten Shootern am PC. Wir testen das Spiel mit allen offiziellen Updates.**

Der zweite Teil der *Crysis*-Trilogie wird von der für Cross-Platform ausgelegten Cryengine 3 befeuert. Nach dem Patch auf Version 1.9 sowie mit dem auch im Benchmark verwendeten Hi-Res-Texture-Pack ist die Grafik wieder mit an der Spitze des Genres angelangt. Die Liste der Schlagworte fängt bei Tessellation an und hört mit Variable Shadow Penumbra nicht auf. Wir verwenden für unsere Grafikkarten-Benchmarks eine 20-sekündige Szene aus der siebten Mission „Dead Man Walking“ („Lebender Toter“). Diese stellt eine der forderndsten Szenen im Spiel dar, die kurz nach einem Checkpoint (freies Speichern erlaubt Crytek nicht) zu finden ist. Neben vielen Effekten im Bild nimmt auch die KI in Form mehrerer feuender Ceph-Aliens teil.

Im Grafikmenü wählen wir im Direct-X-11-Modus die Voreinstellung „Ultra“ und aktivieren die hochauflösenden Texturen. Damit ist zugleich das spielinterne Post-Processing-Antialiasing eingeschaltet. Wie in den Vorgängern erweitern wir das spielintern auf circa 4:1 festgelegte AF auf 16:1 per Treibereinstellung im Catalyst- bzw. Geforce-Treiber.





## Vergleich: Global Illumination in Dirt Showdown

Standard-Beleuchtung bei „Forward“-Rendering



Global-Illumination in Kombination mit „Forward“-Rendering



Als eines der ersten Spiele setzt Dirt Showdown auf einheitliche Beleuchtungsberechnung („Global Illumination“). Die Lichtstrahlen, die auf einer Oberfläche ankommen, werden von dieser reflektiert und tragen – entsprechend gefärbt – zur Beleuchtung anderer, in der Nähe befindlicher Objekte wie der Seite des Renn-Buggys bei.

## Grafik-Benchmarks: Noch Luft nach oben!

| Spieleleistung<br>(Bilder pro Sek.) | Geforce GTX 680 |              | Radeon HD 7970 |              |
|-------------------------------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|
|                                     | Minimum         | Durchschnitt | Minimum        | Durchschnitt |
| Anno 2070                           | 87              | 98,5         | 87             | 95,6         |
| Batman: AC                          | 60              | 102,7        | 60             | 84,5         |
| Battlefield 3                       | 81              | 86,9         | 64             | 68,5         |
| Crysis 2                            | 63              | 94,5         | 73             | 81,7         |
| Crysis Warhead                      | 64              | 82,1         | 64             | 76,5         |
| Dirt Showdown                       | 63              | 75,5         | 70             | 80,2         |
| Max Payne 3                         | 63              | 84,9         | 68             | 79,4         |
| Metro 2033                          | 60              | 67,4         | 62             | 70,5         |
| Starcraft 2                         | 33              | 55,6         | 19             | 47,3         |
| TES V: Skyrim                       | 93              | 113,1        | 62             | 71,3         |
| The Witcher 2                       | 42              | 47,6         | 30             | 35,4         |

**Bemerkungen:** 1.680 x 1.050 und 1.920 x 1.080 sind derzeit die verbreitetsten Bild- und Benchmark-Formate – zwischen denen in der Praxis oft nur eine geringe Leistungsdivergenz besteht. Um nicht in die Falle eines möglichen CPU-Limits zu tappen, haben wir sämtliche Benchmarks zur Kontrolle noch einmal in 1.024 x 768 bei ansonsten gleichen Einstellungen wie in den Haupttests durchgeführt. Wie der Vergleich mit den restlichen Benchmark-Werten ergibt, erreicht lediglich die GTX 680 in Starcraft 2 das Limit des Prozessors.

## Battlefield 3: Geforce-Karten dominieren

### 1.920 x 1.080: 4x MSAA + FXAA/16:1 HQ-AF, Ultra-Details – „Swordbreaker“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 46 | 51,6 (+84 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 42 | 44,9 (+60 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 36 | 40,2 (+44 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 35 | 37,1 (+33 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 28 | 31,2 (+11 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 26 | 28,0 (Basis) |

### 2.560 x 1.600: 4x MSAA + FXAA/16:1 HQ-AF, Ultra-Details – „Swordbreaker“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 30 | 33,5 (+88 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 30 | 31,6 (+78 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 23 | 26,2 (+47 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 23 | 24,8 (+39 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 16 | 17,8 (Basis) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 15 | 17,6 (-1 %)  |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** BF 3 ist und bleibt Geforce-Territorium. Die Radeon-Karten können traditionell in 2.560 x 1.600 Boden gutmachen.

**Min. ∅ Fps**  
➤ Besser

## Dirt Showdown mit Direct X 11: PCGH-Testszene „Miami“



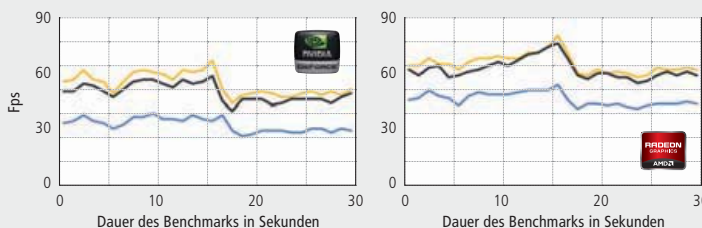
Auflösungen 1.680 x 1.050 1.920 x 1.080 2.560 x 1.600

- **Engine:** Weiterentwickelte EGO-Engine von Codemasters
- **DX11-Features:** Compute-Fokus, Global Illumination, Tessellation
- **Anisotroper Filter/ Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF per Treiber, 4x MSAA im Spiel

**Dirt Showdown ist das erste für AMDs Graphics Core Next (GCN/Radeon HD 7000) optimierte Spiel – technisch interessant, aber tückisch.**

Dirt-Entwickler Codemasters kann bereits eine lange Tradition bei der Nutzung der Direct-X-11-API vorweisen. Mit *Dirt Showdown* bringt man nun das erste Spiel auf den Markt, das explizit für AMDs GCN-Architektur optimiert ist. Neben bekannten Techniken wie Contact Hardening Shadows oder Ambient Occlusion kommt eine per GPU-Compute berechnete, globale Beleuchtungslösung zum Einsatz, die bewirkt, dass auch abgestrahltes Licht, sogenannte „secondary bounces“, mit zur endgültigen Pixelfarbe beitragen. Außerdem wird per „Forward+“ eine Vielzahl von Lichtquellen, zum Beispiel die Scheinwerfer der beteiligten Wagen, ohne Deferred Rendering möglich, sodass Multisample-Antialiasing problemlos genutzt werden kann.

Unser Benchmark findet auf dem Rennkurs „Miami“ statt und ist auf einen einzigen Gegner beschränkt, um die durch die mitberechnete KI entstehende Varianz einzudämmen. Im Spiel aktivieren wir sämtliche Optionen inklusive 4x MSAA und erzwingen per Treiber 16:1 AF, welches bei freier Sicht auf die Strecke eine deutliche Qualitätsverbesserung bringt.



weichen unsere Resultate manchmal recht deutlich von dem ab, was andersorts zu lesen ist. Ein Versagen, im Internet-Deutsch gern als „Fail“ bezeichnet, liegt hier auf keiner der beiden Seiten vor – der einzige Fehler besteht darin, die Werte trotz unterschiedlicher Methodik direkt miteinander vergleichen zu wollen. Ein Beispiel: *Dirt Showdown*. Die reguläre Benchmark-Funktion beinhaltet die circa sieben Sekunden andauernde, einleitende Kamerafahrt. Hier sind die Fps um mehr als ein Viertel höher als in dem Teil des Spiels, in dem der Spieler selbst steuern muss und zu niedrige Fps-Werte die Spielbarkeit beeinträchtigen würden. Im Gegensatz zum integrierten *Showdown*-Benchmark sind unsere Werte im Vergleich bei identischer Strecke (Miami) und

Gegneranzahl (1, wegen geringerer Fps-Schwankungen) um 4 Fps, also 12 Prozent) niedriger.

### Bildqualität

Auch in Sachen Bildqualität bleiben wir unserer Linie treu. Mittlere Detailstufen oder niedrige Antialiasing-Einstellungen wie 2x gibt es bei uns standardmäßig nicht – dazu ist moderne Hardware einfach zu leistungsfähig und der Leistungsunterschied zwischen diesen beiden Stufen zu gering. Wir nutzen durchgehend vierfaches Antialiasing (wo möglich) – entsprechend der Mehrheit unserer Leser, die wir in unserem Forum regelmäßig auch zu diesem Thema befragen. Bereits beschrieben wurde unsere Einstellung des Texturfilters: Hier vertrauen wir aufgrund der

höheren Bildqualität und der bestmöglichen Vergleichbarkeit auf die Schalterstellung „Hohe Qualität“. Im AMD-Catalyst-Treiber deaktivieren wir zusätzlich die Oberflächen-Optimierung sowie die AMD-Optimierung der Tessellation.

### Das neue Testsystem

Die reine CPU-Leistung unseres ehemaligen Benchmark-Rechners mit seinen (übertakteten) 4,5 GHz reicht im Grunde noch aus. Da jedoch sowohl die aktuelle Radeon HD 7000 (GCN) als auch Nvidias GeForce-600-Reihe mit Kepler-GPUs bereits PCI-Express 3.0 unterstützen, sollte unser Testsystem dieser Entwicklung entsprechen, um hier einen eventuellen Flaschenhals aufzubrechen. Mit einem Wechsel des Mainboards ist es dabei nicht getan,

weil die PCI-Express-Controller seit einiger Zeit in die CPU integriert sind. Daher haben wir uns als Basis der Grafikkarten-Tests für aktuelle Core-i7-3770K-Prozessoren (Ivy Bridge) entschieden, die uns vom Online-Shop [www.homeofhardware.de](http://www.homeofhardware.de) zur Verfügung gestellt wurden. Wie gehabt übertakten wir die CPUs per freiem Multiplikator auf 4,5 GHz. Den angeschlossenen Speicher haben wir auf zwei 4-GiByte-Module erweitert und betreiben ihn mit DDR3-1866 und den Latenzen 9-9-9-21 bei 1T Command-Rate im Dual-Channel-Modus auf einem Z77-Mainboard.

### Parcours 12: Schnelldurchlauf

Wie bereits angedeutet, hat sich die Spielereischaft im vergange-

## Crysis 2: 28-nm-Generation sehr stark

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

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 46 | 51,8 (+95 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 42 | 46,5 (+75 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 33 | 37,2 (+40 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 30 | 34,6 (+31 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 23 | 27,2 (+3 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 22 | 26,5 (Basis) |

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

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 26 | 28,9 (+93 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 23 | 27,8 (+85 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 18 | 20,7 (+38 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 17 | 19,8 (+32 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 13 | 15,8 (+5 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 13 | 15,0 (Basis) |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Wer 30 Bilder pro Sekunde in der 30-Zoll-Klasse haben möchte, braucht eine GTX 680 oder HD 7970.

Min. Ø Fps  
➤ Besser

## Max Payne 3: HD-7000-Reihe setzt sich in Szene

### 1.920 x 1.080: 4x MSAA + Sehr-Hoch-FXAA/16:1 HQ-AF – „Disco“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Radeon HD 7970/3G     | 45 | 50,9 (+80 %) |
| Geforce GTX 680/2G    | 39 | 47,5 (+68 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 39 | 43,3 (+53 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 38 | 45,0 (+59 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 27 | 33,1 (+17 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 23 | 28,3 (Basis) |

### 2.560 x 1.600: 4x MSAA + Sehr-Hoch-FXAA/16:1 HQ-AF – „Disco“

|                       |    |               |
|-----------------------|----|---------------|
| Radeon HD 7970/3G     | 32 | 35,2 (+102 %) |
| Geforce GTX 680/2G    | 25 | 28,7 (+65 %)  |
| Radeon HD 7870/2G     | 25 | 28,3 (+63 %)  |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 24 | 27,4 (+57 %)  |
| Radeon HD 6950/2G     | 18 | 22,1 (+27 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 14 | 17,4 (Basis)  |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Obwohl das Spiel beim Start ein Nvidia-Logo zeigt, trumpft die HD-7000-Reihe auf – ohne MSAA herrscht etwa Gleichstand.

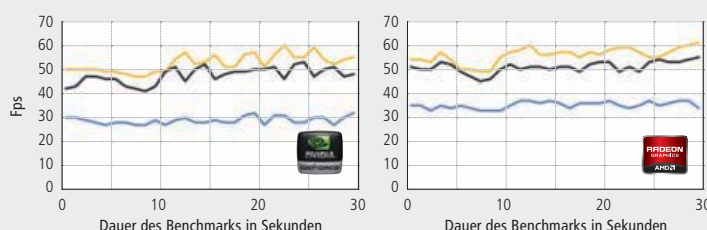
Min. Ø Fps  
➤ Besser

## Max Payne 3 mit Direct X 11: PCGH-Testszene „Disco“



Auflösungen 1.680 x 1.050 1.920 x 1.080 2.560 x 1.600

- **Engine:** Rockstar Advanced Game Engine (RAGE); neuer als bei GTA 4
- **DX11-Features:** Tessellation, HDAO
- **Anisotroper Filter/Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF im Spiel, 4x MSAA + sehr hohes FXAA im Spiel



### Max Payne 3 bietet mehrere Renderpfade von DX9 bis DX11. Wir testen das Spiel mit maximierten Grafikdetails. Pain to the Max!

Spieleklassiker im neuen Gewand: *Max Payne 3* kommt nicht nur bezüglich der Story, sondern auch technisch runderneuert aus der Versenkung. Rockstar hat der RAG-Engine einige neue Features spendiert. So darf diese nun in vielen Skripten und weniger vielen Spielsequenzen die hübschen Texturen und die tessellierte Geometrie ausgewählter Spielfiguren mit (sehr kostspieligem) Multisample- und Post-Processing-Antialiasing kombinieren. Das nutzen wir in unserem Benchmark auch aus und wählen neben maximalen Direct-X-11-Details und HDAO auch die beiden Kantenglättungsvarianten in Kombination.

Der Benchmark findet zu Beginn des Spiels im Abschnitt „Irgendwas ist da faul“ statt. Den Blick fest über Max' Schulter gerichtet, stürzen wir samt Bösewicht durch eine Scheibe und fallen in Bullet-Time vom VIP-Podest zu Boden – dabei erledigen wir fünf der sechs Bösewichte und erdulden die Gegenwehr des verbliebenen Schurken mithilfe einiger Painkiller. Da die Fps-Werte in der geskripteten Anfangssequenz deutlich niedriger als im spielbaren Teil sind, beginnt der 30-sekündige Benchmark erst, nachdem der Zielpunkt im Bild erscheint.

nen Jahr gewandelt. Zum einen sind inzwischen die ersten Spiele erschienen, in denen Direct X 11 nicht mehr nur als angeflanshtes Beiwerk durchgeht, wie in Cryteks *Crysis 2*, das erst nachträglich, sprich per Patch zu DX11-Ehren gelangte und daher im letztjährigen Parcours fehlte. Vielmehr ist die aktuelle API-Version inzwischen oft ein integraler Bestandteil der Engine, etwa in *Battlefield 3* – obwohl es natürlich noch Renderpfade für ältere Grafikkartenmodelle gibt.

Zum anderen trägt AMDs Entwicklerprogramm „Gaming Evolved“ inzwischen erste GCN-Früchte und so ist mit *Dirt Showdown* das erste Spiel erschienen, das explizit für AMDs Graphics-Core-Next-Architektur optimiert wurde und stark

auf GPU-Compute setzt. *Anno 2070* aus der deutschen Spieleschmiede Related Designs ist ein Strategie-spiel, das entgegen der *Anno*-Tradition auch im späteren Spielverlauf unter anderem dank FXAA-Nutzung noch GPU-limitiert ist. *Batman: Arkham City* setzt die letzte Ausbaustufe der Unreal Engine 3 ein, die um Direct X 11, Multisample-AA bei Deferred Rendering sowie optional GPU-beschleunigtem Physx erweitert wurde.

Das just erschienene *Max Payne 3* nutzt Rockstars hauseigenes Spielgerüst namens RAGE, das im Vergleich zu *GTA 4* weiter ausgebaut und um Direct X 11 samt Tessellation sowie Multisample-Antialiasing-Support erweitert wurde, sodass Herr Payne im brasilianischen

Großstadtdschungel nun detaillierter denn je auf Verbrecherjagd gehen kann. *Starcraft 2* ist eines der meistverkauften und vor allem -genutzten Spiele des letzten Jahres – und der PC-exklusive Titel wird (wohl) dieses Jahr noch eine Erweiterung in Form von *Heart of the Swarm* erhalten. Mit *Skyrim* und *The Witcher 2* stehen zwei Single-Player-Rollenspiele mit auf der Liste, wovon sich gerade Letzteres durch „UberSampling“, also spielinternes Downsampling, für Grafikttests empfiehlt; bei *Skyrim* greifen wir auf extern erzwungenes Supersample-Antialiasing zurück.

Die bekannten Größen *Metro 2033* – nun mit 4x MSAA anstelle des Post-Processing-Filters „Analytical

AA“ – sowie *Crysis Warhead*, das nach wie vor geringere Fps-Raten produziert als sein Nachfolger, komplettieren den neuen, aus elf Spielen in drei Einstellungen bestehenden Parcours. (cs/rv)

## Fazit



### Parcours 12

Die Umstellung bringt frischen Wind in unsere Grafikkarten-Tests. Viele aktuelle Titel sind nicht nur deutlich anspruchsvoller als ihre Vorgänger, auch die Optimierungen sind nun ausgewogener verteilt. AMDs HD 7970 kann unter diesen Aspekten gegenüber Nvidias GTX 680 aufholen und die kürzlich angekündigte GHz-Edition wird sich aller Wahrscheinlichkeit nach an die Performance-Spitze setzen.

## Witcher 2: Über-Sampling benötigt High-End

### 1.680 x 1.050: Ingame-AA + Über-Sampling/16:1 HQ-AF – „Camp“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 25 | 27,4 (+83 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 21 | 24,3 (+62 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 19 | 21,1 (+41 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 16 | 19,2 (+28 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 15 | 18,2 (+21 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 13 | 15,0 (Basis) |

### 1.920 x 1.080: Ingame-AA + Über-Sampling/16:1 HQ-AF – „Camp“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 22 | 24,0 (+88 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 19 | 21,8 (+70 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 16 | 18,1 (+41 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 14 | 17,1 (+34 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 13 | 16,0 (+25 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 11 | 12,8 (Basis) |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Trotz der hohen Pixellast – das Spiel läuft intern in einer sehr hohen Auflösung – liegt die 7970 hinter der GTX 680.

Min. | Ø Fps  
➤ Besser

## TES V Skyrim: Radeon-Reihe mit Defiziten

### 1.920 x 1.080: 4x SGSSAA/16:1 HQ-AF – „Secunda's Kiss“

|                       |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 41 | 48,7 (+80 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 35 | 40,3 (+49 %) |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 30 | 40,4 (+49 %) |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 28 | 34,9 (+29 %) |
| Radeon HD 7870/2G     | 28 | 32,9 (+21 %) |
| Radeon HD 6950/2G     | 23 | 27,1 (Basis) |

### 2.560 x 1.600: 4x SGSSAA/16:1 HQ-AF – „Secunda's Kiss“

|                       |    |               |
|-----------------------|----|---------------|
| Geforce GTX 680/2G    | 28 | 34,2 (+100 %) |
| Radeon HD 7970/3G     | 22 | 26,2 (+53 %)  |
| Geforce GTX 580/1,5G  | 17 | 24,2 (+42 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti/1G | 17 | 22,2 (+30 %)  |
| Radeon HD 7870/2G     | 18 | 21,0 (+23 %)  |
| Radeon HD 6950/2G     | 14 | 17,1 (Basis)  |

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Die Außengebiete von Skyrim laufen auf Nvidia-besser als auf AMD-GPUs. In Gewölbten gibt's niemals Fps-Probleme.

Min. | Ø Fps  
➤ Besser

## TES V Skyrim mit Supersample-Kantenglättung: PCGH-Testszene „Secunda's Kiss“



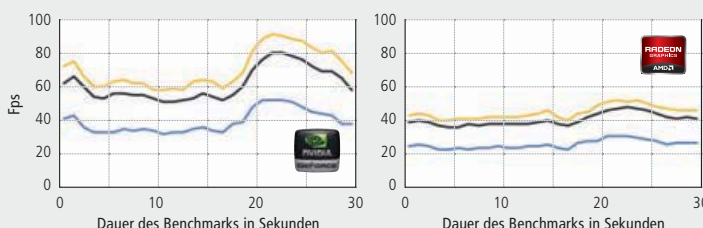
Auflösungen 1.680 x 1.050 1.920 x 1.080 2.560 x 1.600

- **Engine:** Weiterentwickelte Gamebyro-Engine (DX9-Forward-Renderer)
- **DX11-Features:** Keine
- **Anisotroper Filter/ Kantenglättung:** 16:1 HQ-AF im Spiel, per Treiber zu SGSSAA erweitertes 4x MSAA (Textur-LOD: -1,0)

**Was tut man, wenn ein Spiel „überflüssig“ läuft? Man aktiviert die bestmögliche Bildqualität – wir testen Skyrim mit Supersample-AA.**

*Skyrim* ist grafisch zwar hübsch, hardwareseitig wohl auch aufgrund der Konsolenherkunft jedoch nicht besonders anspruchsvoll. Wir nutzen das, um in dem Direct-X-9-Titel Supersample-Kantenglättung über den Catalyst-Treiber bzw. den Nvidia Inspector zu aktivieren – bei Letzterem, sprich Geforce-Karten, passen wir dabei die AA-Bits auf „C1“ und das Textur-LOD auf -1.0 an, um eine der Radeon vergleichbare Bildqualität zu erzielen.

Unser Benchmark findet im Außenbereich bei Secunda's Kiss (auf Deutsch: Secundas Sockel) statt und lässt unseren Spielcharakter 30 Sekunden vom Gebirge in Richtung Westlicher Wachturm mitten durch ein dicht bewachsenes Fichtendickicht laufen. Das Supersample-Antialiasing kostet hier zwar viel Leistung, beruht aber auch das Bild enorm, ohne die Unschärfe des ebenfalls gebotenenen, von uns aber ungenutzten FXAA zu erzeugen. Ansonsten sind im Grafikmenü die Voreinstellungen „sehr hoch“ aktiv, den Antialiasing-Grad senken wir jedoch auf 4 Samples, da ansonsten auch High-End-Karten in der höchsten Auflösung nur mehr unspielbare Fps-Raten unterhalb von 20 Bildern pro Sekunde erzeugen.







# 44 Grafikkarten im Test

**Von 130 bis 550 Euro: Marktübersicht Grafikkarten für Spieler**

**Battlefield 3, Diablo 3, Max Payne 3: Viele Spieler fragen sich, welche Grafikkarten für die „Großen Drei“ ausreichen und welche nicht – PC Games Hardware gibt auf elf Seiten die Antworten.**

Am 22. Dezember 2011 ließ AMD mit der Radeon HD 7970 die erste Grafikkarte der neuen Generation vom Stapel. Das bis Juni dieses Jahres amtierende Flaggschiff der „Graphics Core Next“-Reihe (GCN) verfügte als Erstes über einen Grafikchip mit 28-Nanometer-Strukturen und PCI-Express 3.0. Es folgten weitere GCN-Modelle und auch Nvidia nutzte die erste Jahreshälfte 2012, um die ebenfalls 28-nm-basierte Kepler-Reihe (Geforce 600) auf den Markt zu bringen. Wie immer erfolgt keine rapide Ablösung, sondern eine schleichende: Die Neulinge mischen sich unter das ältere 40-nm-Volk – und die Verwirrung ist groß.

Damit Sie beim anstehenden Grafikkarten-Upgrade nicht verzweifeln, geben wir auf den folgenden elf Seiten einen Überblick, was in gefragten Preisbereichen Sache ist. Dabei beschränken wir uns auf spieleaugliche Grafikkarten.

## Die neuen Leistungsnoten

Wie wir auf den vorhergehenden Seiten ausführen, testet PC Games Hardware Grafikkarten seit diesem Monat mithilfe eines renovierten Parcours. Der neue Leistungsindex, in den wir sukzessive weitere Grafikkarten aufnehmen, errechnet sich aus elf Spielen (zuvor: sieben) und gibt damit noch präziser die GPU-Leistung in aktuellen wie verbreiteten Spielen wieder. Wir haben uns dazu entschieden, die Bewertung der 44 getesteten Grafikkarten direkt auf das neue System umzustellen. Dadurch sind die erreichten Noten nicht mehr mit denen voriger Tests vergleichbar. Des Weiteren ist eine leichte Verschiebung zu verzeichnen: Radeon-Beschleuniger der HD-7000-Reihe erzielen im aktuellen Testparcours dank PCI-Express 3.0 und gereifter Treiber etwas bessere Leistungsnoten und steigen dementsprechend im Ranking. Die Gewichtung der Einzeldisziplinen Leistung, Ausstat-

tung und Eigenschaften inklusive aller interner Wertungskriterien ist unverändert. Wir planen jedoch, die Methodik zu überarbeiten, und legen dabei wie immer Wert auf die Meinung unserer Leser. Welche Eigenschaften einer Grafikkarte sind Ihnen – neben der Bildrate – am wichtigsten? Schreiben Sie uns an [redaktion@pcgameshardware.de](mailto:redaktion@pcgameshardware.de)!

## Orientierungshilfe

Der Kauf einer neuen Grafikkarte bringt in der Regel nicht nur ein Leistungs-, sondern auch ein Funktions-Upgrade – im Falle eines 28-Nanometer-Modells nicht selten bei gleichbleibender oder geringerer Leistungsaufnahme. Ein Beispiel: Sie besitzen eine der angestaubten Direct-X-10-Grafikkarten Geforce GTX 285 oder Radeon HD 4890. Hierbei handelt es sich um Modelle, die beim Spielen mindestens 160 Watt aus Ihrem Netzteil ziehen. Der Wechsel auf eine etwa doppelt so schnelle Radeon HD

7870 reduziert nicht nur die Leistungsaufnahme auf höchstens 120 Watt, sondern bringt Ihnen auch volle Direct-X-11-Funktionen und ein leiseres Betriebsgeräusch ein. Ebenfalls denkbar: Sie besitzen eine Geforce GTX 560 Ti und planen den Kauf einer GTX 680. Letztere ist im PCGH-Index doppelt so schnell wie die Fermi-Karte, verbraucht beim Spielen aber gleichbleibend zwischen 150 und 170 Watt. Auch Watt-Sidegrades sind denkbar, etwa wenn Sie von einer übertakteten Geforce GTX 580 auf eine HD 7970 GHz Edition wechseln: Bei einem 250-Watt-Umschlag erhalten Sie ein Fps-Plus von etwa 30 Prozent. Etwas effizienter arbeiten OC-Modelle der GTX 680; hier erhalten Sie die Leistung der HD 7970 GHz Edition bei rund 190 Watt.

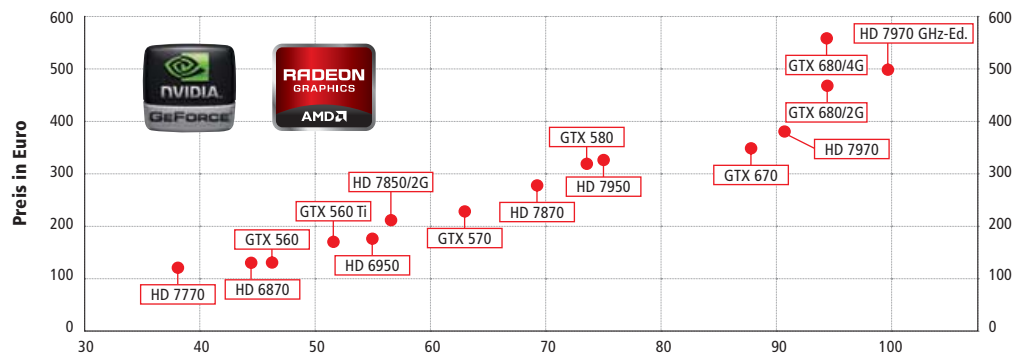
## Netzteil-Überlegungen

Praktisch: Wer die Verbrauchsklasse seiner alten und zukünftigen Grafikkarte kennt, spart sich einen



## Das Preis-Leistungs-Verhältnis aktueller Grafikkarten

Die GeForce GTX 560 und Radeon HD 6870 liefern die meisten Fps pro Euro.



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

| Grafikkarte                          | Fps-Index (in Prozent!) | Circa-Preis in Euro | Euro/Fps (weniger = besser) |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Nvidia GeForce GTX 560 (1 GiByte)    | 46,3                    | 130                 | 2,81                        |
| AMD Radeon HD 6870 (1 GiByte)        | 44,5                    | 130                 | 2,92                        |
| AMD Radeon HD 7770 (1 GiByte)*       | 38,2                    | 120                 | 3,14                        |
| AMD Radeon HD 6950 (2 GiByte)        | 55,1                    | 180                 | 3,27                        |
| Nvidia GeForce GTX 560 Ti (1 GiByte) | 51,7                    | 170                 | 3,29                        |
| Nvidia GeForce GTX 570 (1,25 GiByte) | 63,2                    | 230                 | 3,64                        |
| AMD Radeon HD 7850 (2 GiByte)        | 56,8                    | 210                 | 3,70                        |
| Nvidia GeForce GTX 670 (2 GiByte)    | 88,1                    | 350                 | 3,97                        |
| AMD Radeon HD 7870 (2 GiByte)        | 69,5                    | 280                 | 4,03                        |
| AMD Radeon HD 7970 (3 GiByte)        | 91,0                    | 380                 | 4,18                        |
| Nvidia GeForce GTX 580 (1,5 GiByte)  | 73,8                    | 320                 | 4,34                        |
| AMD Radeon HD 7950 (3 GiByte)        | 75,3                    | 330                 | 4,38                        |
| Nvidia GeForce GTX 680 (2 GiByte)    | 94,8                    | 470                 | 4,96                        |
| AMD Radeon HD 7970 GHz-Ed. (3 GiB)** | 100,0                   | 500                 | 5,00                        |
| Nvidia GeForce GTX 680 (4 GiByte)    | 94,6                    | 560                 | 5,92                        |

**Bemerkungen:** \*Neue Version mit 1.100 statt 1.000 MHz Kerntakt \*\*Unverbindliche Preisempfehlung, bei Redaktionsschluss noch nicht lieferbar

Wechsel des Netzteils. Handelt es sich um ein betagtes Modell, kann sich das wegen der steigenden Effizienz neuer Geräte im Rahmen der 80-Plus-Initiative lohnen.

Für Grafikkarten bis 200 Watt empfehlen wir das Be quiet Straight Power E9 580W, das sich durch flüsterleisen Betrieb und Gold-Zertifizierung auszeichnet. Das Gerät ist schon für weniger als 100 Euro erhältlich. Falls Sie eine Grafikkarte bis 150 Watt mit einem sparsamen Restsystem kombinieren, genügt auch ein 500-Watt-Modell wie das gute Silverstone SST-ST50F-ES ab 45 Euro. Besitzer einer übertakten High-End-CPU nebst Dual-GPU-Ambitionen sollten zum Corsair AX750 greifen. Weitere Empfehlungen liefern Ihnen unsere regelmäßigen Marktübersichten und der Einkaufsführer am Ende des Hefts.

### GTX 660, where art thou?

Im Internet überschlagen sich die Gerüchte zu Nvidias HD-7800-Konkurrenz, einer mutmaßlich GeForce GTX 660 genannten Grafikkarte. Man munkelt, der Marktstart verschiebe sich schlimmstenfalls auf

August. Das Herz der Kepler-Karte soll der neue GK106-Grafikchip mit insgesamt 768 Shader-ALUs (fünf SMX) sein, der von einem auf 192 Bit abgespeckten Speicherinterface gefüttert wird. Die Taktraten sind unbekannt, man geht jedoch von rund 1 GHz Chiptakt aus.

### Vorsicht, Sparmodelle!

Online-Preissuchmaschinen wie die unsrige ([www.pcg.de/preisvergleich](http://www.pcg.de/preisvergleich)) sind zwar praktisch, beinhalten aber auch Stolperfallen. Suchen Sie beispielsweise nach einer GeForce GTX 560 Ti, werden Ihnen auch 560-SE-Modelle angeboten. Bei jener „Smart Edition“ handelt es sich faktisch um die „Slow Edition“ der GTX 560 mit geringerem Takt und beschnittenen Funktionseinheiten – lassen Sie die Finger davon! Ähnliches gilt für Restbestände der GTX 460 (SE). Achten Sie bei diesen Grafikkarten darauf, dass das Speicherinterface 256 Bit breit ist und dass Sie kein Modell mit weniger als 336 Shader-Einheiten erwischen.

Nvidias GeForce GT 640 (siehe Grafik-Startseite) verwirrt auf andere

Art. Zwar handelt es sich um ein brandneues Modell mit 384 Shader-ALUs und 900 MHz Kerntakt, die Leistung ist aber nicht ansatzweise mit der GTX 560 Ti (384 ALUs @ 822 MHz) vergleichbar. Die Architekturänderungen von Fermi auf Kepler und langsamer DDR3-VRAM führen dazu, dass die GT 640 über weite Teile unseres Benchmark-Parcours nur halb so schnell ist wie die HD 7770. Mögliche GDDR5-Versionen der GT 640 könnten zur HD 7750 aufschließen.

Zwar suggeriert der Name „Ich bin ein Kepler“, doch die kleinere GeForce GT 630 ist nicht direkt mit der GT 640 vergleichbar – es handelt sich nämlich um die GeForce GT 430 (GF108-Kern) in neuer Verpackung. In dieser Leistungsklasse genügt ein Speicherausbau von 1 GiByte völlig, oft locken aber schon für einstellbare Euro-Beträge 2-GiB-Versionen – schaden tut's nicht, es ist jedoch fragwürdig, ob der große Speicher sich zu Lebzeiten jemals auf die 3D-Leistung auswirkt.

### Welche Grafikkarte für welche Auflösung?

| Auflösung      | Megapixel | Empfohlene Grafikkarten                   |
|----------------|-----------|-------------------------------------------|
| 1.280 x 1.024  | 1,31      | Radeon HD 6850/6870/7770, GeForce GTX 560 |
| 1.600 x 1.200  | 1,92      | Radeon HD 7850, GeForce GTX 560 Ti        |
| 1.680 x 1.050  | 1,76      | Radeon HD 7850, GeForce GTX 560 Ti        |
| 1.920 x 1.080  | 2,07      | Radeon HD 7870/7850 OC, GeForce GTX 570   |
| 1.920 x 1.200  | 2,30      | Radeon HD 7870/7850 OC, GeForce GTX 570   |
| 2.560 x 1.440  | 3,69      | Radeon HD 7950/7970, GeForce GTX 670/680  |
| 2.560 x 1.600  | 4,10      | Radeon HD 7950/7970, GeForce GTX 670/680  |
| 2.880 x 1.620* | 4,67      | Radeon HD 7950/7970, GeForce GTX 670/680  |
| 3.840 x 2.160* | 8,29      | GeForce GTX 690, GTX-680-SLI              |

\* Downsampling-Auflösungen, derzeit nicht nativ erhältlich

Je höher die Auflösung, desto größer die Arbeit für den Grafikchip – den Hauptprozessor tangiert die Pixelzahl nicht. Jenseits Full-HD (1080p) steigt der Aufwand drastisch an.

# Die Vernunftsklasse: 8 Grafikkarten bis 200 Euro



## Crysis 2 (DX11 + Hi-Res-Texturen)

1.680 x 1.050, Ingame-AA/16:1 HQ-AF – „Lebender Toter“

|                        |    |               |
|------------------------|----|---------------|
| Geforce GTX 680        | 51 | 58,2 (+159 %) |
| Radeon HD 7970 GHz Ed. | 49 | 55,0 (+144 %) |
| Geforce GTX 670        | 49 | 53,1 (+136 %) |
| Radeon HD 7970         | 46 | 50,9 (+126 %) |
| Geforce GTX 580        | 38 | 42,9 (+91 %)  |
| Radeon HD 7950         | 38 | 42,7 (+90 %)  |
| Radeon HD 7870         | 36 | 39,2 (+74 %)  |
| Geforce GTX 570        | 32 | 37,4 (+42 %)  |
| Radeon HD 7850         | 28 | 31,9 (+42 %)  |
| Radeon HD 6950         | 28 | 31,3 (+39 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti     | 27 | 31,2 (+39 %)  |
| Radeon HD 6870         | 25 | 27,6 (+23 %)  |
| Geforce GTX 560        | 23 | 27,0 (+20 %)  |
| Radeon HD 7770         | 19 | 22,5 (Basis)  |

Bedingt spielbar von 35 – 45 Fps – Flüssig spielbar ab 45 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Die Preistipps im Mainstream-Bereich, GTX 560 und HD 6870, sind den Anforderungen gerade so gewachsen.

Min. Ø Fps  
➤ Besser

Das Segment bis 200 Euro weist traditionell das beste Preis-Leistungs-Verhältnis auf (siehe Grafik auf der vorigen Seite). Hier tummeln sich zahlreiche Modelle für genügsame Spieler: Wer eine Grafikkarte sucht, welche die Auflösungen 1.680 x 1.050 und 1.920 x 1.080 mit moderaten Filtermodi flüssig schultert, wird hier fündig. Für 4x MSAA in *Battlefield 3*, *Metro 2033* und *Max Payne 3* genügt die Leistung der Sparkarten jedoch nicht – weichen Sie auf FXAA aus, läuft alles flüssig. Für *Diablo 3* sind alle hier getesteten Grafikkarten bis inklusive Full-HD stark genug.

Die Bis-200-Euro-Sparte wird mehrheitlich von älteren Grafikkarten der 40-Nanometer-Ära bevölkert – Stromsparwunder sind folglich rar und der Funktionsumfang ist auch nicht immer im aktuellen Jahrzehnt angekommen. Wie treue PCGH-Leser wissen, ist damit vorwiegend der anisotrope Filter (AF) gemeint: Die Radeon-Grafikkarten der HD-6800- und HD-6900-Reihe leiden unter einem Algorithmus-Bug, welcher beim AF zwar eine ausreichende Sample-Menge berechnen, diese aber mit fehlerhafter Gewichtung vermengen lässt – Texturflimmern tritt selbst mit „Hoher Qualität“ im Treiber auf. Falls Sie das stört, greifen Sie besser zu einer Geforce GTX 560 (Ti), die tadellos filtert.

Die einzigen spieleauglichen 28-nm-Grafikkarten im 100-Euro-Bereich stammen aus dem Hause AMD. Die Radeon HD 7770 und HD 7750 liefern den vollen Funktionsumfang der großen Geschwister, darunter das stark verbesserte AF (Geforce-Niveau) und der Stand-by-Modus Zero Core Power: Schaltet der Monitor ab, legt sich die Grafikkarte schlafen und verbraucht in diesem Zustand nur etwa zwei Watt – ein schönes Alleinstellungsmerkmal für all jene, die ihren PC beispielsweise als Musik-Player nutzen und dabei kein Bild benötigen.

### Empfehlungen bis 160 Euro

Die meisten Fps pro Euro erhalten Sie beim Kauf einer Geforce GTX 560 oder Radeon HD 6870. Unsere vier Empfehlungen in der Testtabelle bedienen verschiedene Geschmäcker im Preisbereich bis 160 Euro: Suchen Sie lediglich eine

günstige „Fps-Schleuder“ ohne den Wunsch nach leiser Kühlung, dann ist die HIS Radeon HD 6870 die beste Wahl. Sie ist schon für weniger als 140 Euro lieferbar und hält sich in Bezug auf die Kühlung und Taktraten vollständig an die AMD-Vorgabe – inklusive der Lautheit von bis zu 3,1 Sone beim Spielen.

Gegen einen Aufpreis von etwa 15 Euro erhalten Sie eine Prise Overclocking und einen besseren Kühler in Form der Powercolor Radeon HD 6870 PCS+ oder Sapphire HD 6870 Dirt-3-Edition. Erstere ist um +4/5 Prozent übertaktet und wird beim Spielen nur halb so laut wie das Referenzdesign; Sapphire legt weniger Takt, aber eine geringere Lautheit im Leerlauf und ein Spiel in die Waagschale. Beide Grafikkarten arbeiten in Spielen etwas langsamer als die Palit Geforce GTX 560 Sonic Platinum. Diese kann es dank der werkseitigen GPU-Übertaktung auf 900 MHz fast mit Referenzmodellen der GTX 560 Ti aufnehmen, wird allerdings bis zu 2,4 Sone laut – das ist wahrnehmbar, aber nicht unbedingt störend.

Unser Spartipp ist die einzige 28-nm-Karte im Testfeld: Sapphires HD 7770 Vapor-X OC. Dank der fast unhörbaren Kühlung, der geradezu winzigen Leistungsaufnahme und des modernen Featuresets ist die Karte ideal für sparsame Spieler.

### Empfehlungen bis 200 Euro

Etwas schneller und (teils deutlich) stromdurstiger als die genannten Grafikkarten sind die GTX 560 Ti und HD 6950. Sapphires OC-Version bietet nicht nur 2 GiB VRAM, sondern auch die höchste Spieleleistung. Allerdings erzeugt die Karte eine höhere Lautheit als die 560-Ti-Karten von Evga und Palit.

### Fazit

### Hardware

#### Mittelklasse-Grafikkarten

Die schnellsten Grafikkarten bis 200 Euro sind die OC-Versionen der GTX 560 Ti und HD 6950. Letztere kann wegen ihres flimmrigen Texturfilters jedoch nicht alle Spieler glücklich machen. Ähnliches gilt für die HD 6870. Nvidias Geforce-Karten filtern sauber, allerdings bei höherer Leistungsaufnahme – Sie haben die Wahl.

## Die PCGH-Grafikkarten-Testmethodik

**PC Games Hardware misst Grafikkarten präzise und praxisnah. Jetzt möchten wir erneut wissen: Welche Kriterien sind Ihnen besonders wichtig?**

Moderne Grafikkarten sind weit mehr als reine „Fps-Schleudern“: Neben der Spieleleistung in Bildern pro Sekunde fließen auch Lautstärke, Leistungsaufnahme, Bildqualität, Anschlussvielfalt, der Funktionsumfang abseits von Spielen sowie herstellerspezifische Eigenschaften wie Zubehör und Garantie in unsere Wertungen ein – sie alle aufzuzählen würde den Rahmen sprengen. Diese Marktübersicht entstand mit der bewährten Gewichtung, aber bereits auf Basis unseres neuen Leistungsindex. Wir planen jedoch eine Überarbeitung der Einzelpunkte: Passend zu den aktuellen Spieler-Prioritäten sollen sowohl die Lautheit als auch die Leistungsaufnahme noch stärker in die Note eingehen.

Wie wichtig sind Ihnen diese Merkmale? Sollen wir künftig auch die Compute-Eigenschaften einer Grafikkarte bewerten? Wie wichtig ist Ihnen die Bildqualität? Schreiben Sie Ihre Wünsche an [redaktion@pcgameshardware.de](mailto:redaktion@pcgameshardware.de)!





| <b>GRAFIKKARTEN</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            |
| <b>Produkt</b>                                                            | <b>Radeon HD 6950 OC</b>                                                                                                                 | <b>GTX 560 Ti Superclocked</b>                                                                                                  | <b>GTX 560 Ti Twin Light Turbo</b>                                                                                                                          | <b>Radeon HD 7770 Vapor-X OC</b>                                                                                                                           |
| <b>Hersteller/Webseite</b>                                                | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                          | Evga (eu.evga.com)                                                                                                              | Palit (www.palit.biz)                                                                                                                                       | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                                            |
| <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                               | Ca. € 170,-/gut                                                                                                                          | Ca. € 170,-/gut                                                                                                                 | Ca. € 190,-/befriedigend                                                                                                                                    | Ca. € 140,-/befriedigend                                                                                                                                   |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                | www.pcgh.de/preis/772340                                                                                                                 | www.pcgh.de/preis/610911                                                                                                        | www.pcgh.de/preis/690301                                                                                                                                    | www.pcgh.de/preis/758751                                                                                                                                   |
| <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                | Radeon HD 6950; Cayman Pro (40 nm)                                                                                                       | Geforce GTX 560 Ti; GF114 (40 nm)                                                                                               | Geforce GTX 560 Ti; GF114 (40 nm)                                                                                                                           | Radeon HD 7770; Cape Verde XT (28 nm)                                                                                                                      |
| <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                   | 1.408/88/32                                                                                                                              | 384/64/32                                                                                                                       | 384/64/32                                                                                                                                                   | 640/40/16                                                                                                                                                  |
| <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 250/300 MHz (0,900 VGPU)                                                                                                                 | 511/101/135 MHz (0,950 VGPU)                                                                                                    | 511/101/135 MHz (0,950 VGPU)                                                                                                                                | 300/300 MHz (0,825 VGPU)                                                                                                                                   |
| <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 820/2.500 MHz (1,100 VGPU)                                                                                                               | 900/1.800/2.106 MHz (1,050 VGPU)                                                                                                | 835/1.670/2.050 MHz (1,012 VGPU)                                                                                                                            | 1.100/2.600 MHz (+10/16 %; 1,275 VGPU)                                                                                                                     |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                 | <b>2,65</b>                                                                                                                              | <b>2,78</b>                                                                                                                     | <b>3,20</b>                                                                                                                                                 | <b>2,75</b>                                                                                                                                                |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                            | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                   | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                          | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                      | 1.024 MiByte (128 Bit)                                                                                                                                     |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                           | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                | GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)                                                                                                    | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                   | GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)                                                                                                                                |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                                  | 2x DL-DVI, HDMI, Displayport                                                                                                             | Mini-HDMI, 2 x Dual-Link-DVI                                                                                                    | 2 x Dual-Link-DVI, HDMI, VGA (D-Sub)                                                                                                                        | 2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 1x Displayport                                                                                                             |
| <b>Kühlung</b>                                                            | Eigendesign, Dual-Slot, Kupferkern, 5 Heatpipes (2x 8/3x 6 mm), 2x 75 mm axial, VRM-Kühler                                               | Nvidia-Referenz, Dual-Slot, Kupferkern + 3 Heatp. à 6 mm, Grundplatte, 75 mm axial                                              | Eigendesign, Dual-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 80 mm axial, kein VRM-/RAM-Kühler                                                                           | „Vapor-X“, Dual-Slot, Vapor-Chamber + 2 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, RAM-Kühler                                                                      |
| <b>Software/Tools</b>                                                     | Treiber-CD                                                                                                                               | Precision (Tweak-Tool), Treiber-CD                                                                                              | Treiber-CD                                                                                                                                                  | Treiber-CD                                                                                                                                                 |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                                 | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                             | Gedruckt (dt.); 2 Jahre (10 nach Reg.)                                                                                          | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                                | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                          |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                                     | 2 x Strom, HDMI-Kabel, DVI-VGA-Adapter                                                                                                   | Mini-HDMI-auf-HDMI-Kabel, DVI-VGA                                                                                               | 1x Strom; Molex auf 6-Pol                                                                                                                                   | HDMI-Kab., DVI-VGA-Ad., 1x Molex-auf-6-Pol                                                                                                                 |
| <b>Sonstiges</b>                                                          | Dual-BIOS (Dip-Schalter)                                                                                                                 | 2 x Molex-auf-6-Pol                                                                                                             | Lüfter leuchten rot                                                                                                                                         | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                                |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                               | <b>2,34</b>                                                                                                                              | <b>2,19</b>                                                                                                                     | <b>2,28</b>                                                                                                                                                 | <b>1,84</b>                                                                                                                                                |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                              | 37/61/66 Grad Celsius                                                                                                                    | 37/84/86 Grad Celsius                                                                                                           | 29/70/84 Grad Celsius                                                                                                                                       | 32/63/67 Grad Celsius                                                                                                                                      |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                             | 0,9 (24 %)/2,5 (44 %)/2,7 (47 %) Sone                                                                                                    | 0,3 (30 %)/1,2 (52 %)/1,5 (54 %) Sone                                                                                           | 0,4 (30 %)/1,1 (44 %)/2,0 (65 %) Sone                                                                                                                       | 0,3 (20 %)/0,6 (37 %)/0,8 (41 %) Sone                                                                                                                      |
| <b>Spulenpfeifen</b>                                                      | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                 | Unauffällig (ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                        | Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)                                                                                                                 | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                              |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                        | 26/67/62 Watt                                                                                                                            | 18/29/73 Watt                                                                                                                   | 18/26/60 Watt                                                                                                                                               | 8/21/14 Watt                                                                                                                                               |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                                 | 153/183 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                       | 186/194 Watt                                                                                                                    | 169/235 Watt (ungedrosselt)                                                                                                                                 | 83/102 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                          |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (880)/nein (920)/nein (960 MHz)                                                                                                       | Nein (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)                                                                                        | Ja (920)/nein (960)/nein (1.000 MHz)                                                                                                                        | Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)                                                                                                                   |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (2.750)/nein (2.875)/nein (3.000 MHz)                                                                                                 | Ja (2.315)/nein (2.420)/nein (2.530 MHz)                                                                                        | Ja (2.255)/ja (2.360)/nein (2.460 MHz)                                                                                                                      | Ja (2.860)/ja (2.990)/nein (3.120 MHz)                                                                                                                     |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                                     | Ja (GPU)                                                                                                                                 | Ja (GPU)                                                                                                                        | Ja (GPU)                                                                                                                                                    | Ja (GPU, bis 1,25 Volt)                                                                                                                                    |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                               | 26,1 (PCB 23,1)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                             | 22,9/3,4 cm; 2 x 6-Pol (horizontal)                                                                                             | 18,8/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                           | 22,5 (PCB 21,0)/3,5 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)                                                                                                             |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                                      | <b>2,58</b>                                                                                                                              | <b>2,61</b>                                                                                                                     | <b>2,66</b>                                                                                                                                                 | <b>3,03</b>                                                                                                                                                |
| <b>FAZIT</b>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kräftiger Kühler</li> <li>➤ Fps/Euro-Verhältnis</li> <li>➤ Kühlung unter Last hörbar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leiser Kühler</li> <li>➤ HD-6950-Leistung dank OC</li> <li>➤ Wird sehr heiß</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fast HD-6950-Leistung</li> <li>➤ Starker, leiser Kühler ...</li> <li>➤ ... PCB fiepzt/zirpt jedoch laut</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fast unhörbare Kühlung</li> <li>➤ Sparsam in jeder Lage</li> <li>➤ So teuer wie die schnellere HD 6870</li> </ul> |
|                                                                           | <b>Wertung: 2,55</b>                                                                                                                     | <b>Wertung: 2,56</b>                                                                                                            | <b>Wertung: 2,69</b>                                                                                                                                        | <b>Wertung: 2,73</b>                                                                                                                                       |

| <b>GRAFIKKARTEN</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                                                                                                     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |
| <b>Produkt</b>                                                            | <b>Radeon HD 6870 PCS+</b>                                                                                                          | <b>Palit GTX 560 Sonic Platinum</b>                                                                                                      | <b>Radeon HD 6870 Dirt-3-Edition</b>                                                                                                                   | <b>Radeon HD 6870</b>                                                                                                                |
| <b>Hersteller/Webseite</b>                                                | Powercolor (www.powercolor.com/de)                                                                                                  | Palit (www.palit.biz)                                                                                                                    | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                                        | HIS (www.hisdigital.com/de)                                                                                                          |
| <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                               | Ca. € 150,-/gut                                                                                                                     | Ca. € 160,-/befriedigend                                                                                                                 | Ca. € 150,-/gut                                                                                                                                        | Ca. € 140,-/befriedigend                                                                                                             |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                | www.pcgh.de/preis/588975                                                                                                            | www.pcgh.de/preis/642394                                                                                                                 | www.pcgh.de/preis/680974                                                                                                                               | www.pcgh.de/preis/582189                                                                                                             |
| <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                | Radeon HD 6870; Barts XT (40 nm)                                                                                                    | Geforce GTX 560; GF114 (40 nm)                                                                                                           | Radeon HD 6870; Barts XT (40 nm)                                                                                                                       | Radeon HD 6870; Barts XT (40 nm)                                                                                                     |
| <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                   | 1.120/56/32                                                                                                                         | 336/56/32                                                                                                                                | 1.120/56/32                                                                                                                                            | 1.120/56/32                                                                                                                          |
| <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 300/600 MHz (0,945 VGPU)                                                                                                            | 511/101/135 MHz (0,875 VGPU)                                                                                                             | 100/300 MHz (0,950 VGPU)                                                                                                                               | 100/600 MHz (0,945 VGPU)                                                                                                             |
| <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 940/2.200 MHz (1,172 VGPU)                                                                                                          | 900/1.800/2.100 MHz (1,000 VGPU)                                                                                                         | 920/2.100 MHz (1,175 VGPU)                                                                                                                             | 900/2.100 MHz (1,172 VGPU)                                                                                                           |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                 | <b>2,63</b>                                                                                                                         | <b>3,25</b>                                                                                                                              | <b>2,70</b>                                                                                                                                            | <b>2,93</b>                                                                                                                          |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                            | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                              | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                                   | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                 | 1.024 MiByte (256 Bit)                                                                                                               |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                           | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                           | GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)                                                                                                             | GDDR5 (0,4 ns, Elpida 50-F)                                                                                                                            | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                            |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                                  | 2 x DVI (1x SL, 1x DL), 2 x Mini-DP, HDMI                                                                                           | Dual-Link-DVI, HDMI, VGA (D-Sub)                                                                                                         | 2 x DVI (1x SL, 1x DL), HDMI, 2 x Mini-DP                                                                                                              | 2 x DVI (1x SL, 1x DL), HDMI, Displayport                                                                                            |
| <b>Kühlung</b>                                                            | Eigendesign, Dual-Slot, 92 mm axial, 3 Heatpipes à (2 x 8/1 x 6 mm), VRM-Kühler                                                     | Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 1 x 80 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler                                                       | Eigendesign, Dual-Slot, 2x 90 mm axial, 2 Heatpipes à 8 mm, verschraubter VRM-Kühler                                                                   | AMD-Referenzdesign (Direct Heat Exhaust), Dual-Slot, 75 mm radial, Metallplatte                                                      |
| <b>Software/Tools</b>                                                     | Treiber-CD                                                                                                                          | Treiber-CD                                                                                                                               | Steam-Coupon für Dirt 3, Treiber                                                                                                                       | Treiber-CD                                                                                                                           |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                                 | Schnellinstallations-Booklet (dt.); 2 Jahre                                                                                         | Gedruckt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                              | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                           | Schnellinstallations-Booklet (dt.); 2 Jahre                                                                                          |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                                     | Mini-DP-auf-DP-Kabel                                                                                                                | Strom: Molex auf 6-Pol                                                                                                                   | HDMI-K., Mini-DP-auf-DP-K., 2 x Mol. auf 6-Pol                                                                                                         | Strom: 2 x Molex auf 6-Pol                                                                                                           |
| <b>Sonstiges</b>                                                          | DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke                                                                                                          | –                                                                                                                                        | DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke                                                                                                                             | DVI-VGA-Adapter, CF-Brücke                                                                                                           |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                               | <b>2,43</b>                                                                                                                         | <b>2,26</b>                                                                                                                              | <b>2,33</b>                                                                                                                                            | <b>2,45</b>                                                                                                                          |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                              | 42/83/87 Grad Celsius                                                                                                               | 33/79/81 Grad Celsius                                                                                                                    | 41/68/76 Grad Celsius                                                                                                                                  | 39/74/84 Grad Celsius                                                                                                                |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                             | 1,0 (21 %)/1,5 (39 %)/4,7 (69 %) Sone                                                                                               | 0,4 (30 %)/2,4 (50 %)/3,8 (57 %) Sone                                                                                                    | 0,3 (33 %)/1,4 (48 %)/2,2 (53 %) Sone                                                                                                                  | 0,6 (21 %)/3,1 (32 %)/4,4 (35 %) Sone                                                                                                |
| <b>Spulenpfeifen</b>                                                      | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                       | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                            | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                          | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                        |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                        | 19/53/52 Watt                                                                                                                       | 18/24/65 Watt                                                                                                                            | 23/54/48 Watt                                                                                                                                          | 19/46/44 Watt                                                                                                                        |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                                 | 126/172 Watt                                                                                                                        | 169/206 Watt                                                                                                                             | 129/162 Watt                                                                                                                                           | 121/167 Watt                                                                                                                         |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Nein (1.035 MHz)/nein (1.080)/nein (1.130 MHz)                                                                                      | Nein (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)                                                                                                 | Nein (1.010)/nein (1.060)/nein (1.105 MHz)                                                                                                             | Nein (990 MHz)/nein (1.080 MHz)                                                                                                      |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Nein (2.420 MHz)/nein (2.200)/nein (2.640 MHz)                                                                                      | Nein (2.310)/nein (2.415)/nein (2.520 MHz)                                                                                               | Ja (2.310)/nein (2.415)/ja (2.520 MHz)                                                                                                                 | Ja (2.310 MHz)/nein (2.520 MHz)                                                                                                      |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                                     | Ja (GPU)                                                                                                                            | Ja (GPU)                                                                                                                                 | Ja (GPU, nur via Sapphire Trixx)                                                                                                                       | Ja (GPU)                                                                                                                             |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                               | 24,2/3,6 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                   | 19,0 (PCB 18,8)/4,0 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                             | 24,2/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                      | 24,8 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                         |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                                      | <b>2,88</b>                                                                                                                         | <b>2,73</b>                                                                                                                              | <b>2,91</b>                                                                                                                                            | <b>2,94</b>                                                                                                                          |
| <b>FAZIT</b>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leiser Kühler</li> <li>➤ Moderate Übertaktung</li> <li>➤ Minimales OC-Potenzial</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fast GTX-560-Ti-Niveau</li> <li>➤ Kompakte Bauform</li> <li>➤ Hohe Leistungsaufnahme</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kühler: Leise und kräftig</li> <li>➤ Dirt 3 inklusive (Steam benötigt)</li> <li>➤ Nur Referenztakt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Preis-Leistungs-Verhältnis</li> <li>➤ Relativ sparsam</li> <li>➤ Hörbare Kühlung</li> </ul> |
|                                                                           | <b>Wertung: 2,74</b>                                                                                                                | <b>Wertung: 2,74</b>                                                                                                                     | <b>Wertung: 2,75</b>                                                                                                                                   | <b>Wertung: 2,84</b>                                                                                                                 |

# Die Oberklasse: 16 Grafikkarten bis 350 Euro

Gemäß der monatlich auf [www.pcggh.de](http://www.pcggh.de) durchgeführten Umfragen interessieren sich die meisten Leute für Grafikkarten aus dieser Preisklasse. Kein Wunder, finden sich hier doch sehr kräftige Modelle, die jedem aktuellen Spiel mit maximalen Details gewachsen sind – für die bekannten Sonderfälle *Battlefield 3* und *Metro 2033* reicht's aber erst am oberen Ende der Preisspanne.

Auch in diesem Segment tummeln sich zahlreiche Modelle mit älterer 40-Nanometer-Fertigung unter den 28-nm-Neulingen – weitere Informationen zur Strukturbreite finden Sie im Extrakasten. Beim Blick auf die nachfolgende Testtabelle werden Sie feststellen, dass beinahe jedes Modell einen Radeon-Chip der HD-7900- und HD-7800-Reihe besitzt. Das hat einen simplen Grund: Diese Grafikkarten liefern derzeit das beste Paket aus Spieleleistung, Geräuschentwicklung und Stromverbrauch. Aus Sicht der Energieeffizienz ist AMD bis 300 Euro außer Konkurrenz, bis Nvidia kontert.

## Fermi, der Altmeister

Wenn die Leistungsaufnahme nur einen geringen Stellenwert einnimmt, kommen die Restbestände aus Nvidias GeForce-GTX-500-Reihe infrage. Sowohl die GeForce GTX 580 als auch die GTX 570 wurden vor einigen Wochen deutlich günstiger und damit auch attraktiver – aus Fps/Euro-Sicht ist die HD-7000-Reihe aber etwas besser. Nichtsdestotrotz ploppt immer wieder Schnäppchen auf. Wir haben mit MSIs N570GTX Twin Frozr III PE/OC einen der Altmeister zum Vergleich aufgenommen. Den Stromverbrauch ausgeklammert, steht sie dem weiteren Testfeld nicht nach.

## Radeon HD 7950 (3 GiByte)

Im PCGH-Leistungsindex rangiert AMDs Radeon HD 7950 mit Referenztakt knapp vor Nvidias GeForce GTX 580. Die fünf HD-7950-Grafikkarten in der Testtabelle sind allesamt um +10 bis +13 Prozent übertaktet und können sich daher noch etwas weiter distanzieren. Bemerkenswert ist, dass keiner der Probanden beim Spielen die 130-Watt-Marke überschreitet – 100 Watt weniger als beim Fermi-Topmodell. Dementsprechend fällt

es auch keinem Kühldesign schwer, die überschaubare Hitze abzuführen. Sapphires Radeon HD 7950 OC überzeugt in jeder Einzeldisziplin: Sie ist leise, schnell und gut ausgestattet – und kann sich daher an die Spitze des Felds setzen. Die gute Nachricht: Wir können jede der aufgelisteten Grafikkarten empfehlen, sie alle haben spezifische Stärken und kleinere Schwächen. Betrachten Sie alle Unterpunkte inklusive Garantie, Kühlung sowie Maßen und wählen Sie anschließend Ihren Favoriten.

## Radeon HD 7870 (2 GiByte)

Auch bei der Radeon HD 7870 liegt Sapphire wegen des ausgefeilten Pakets knapp vorn. Harte Konkurrenz kommt von Asus und HIS, welche beide etwas mehr Kerntakt auffahren und trotzdem fast genauso leise arbeiten. Besondere Erwähnung verdient sich die XFX Black Edition mit Double-Dissipation-Kühler, die in keiner Lage aus einem üblichen Spielerechner herauszuhören ist – unser Silent-Tipp! Auch bei den HD-7870-Karten gilt: Jedes aufgeführte Modell können wir ohne Bauchschmerzen empfehlen.

## Radeon HD 7850 (2 GiByte)

Die beiden HD-7850-Abkömmlinge im Test legen verschiedene Schwerpunkte: XFX nutzt dasselbe Design wie bei der HD 7870 DD und punktet daher sowohl mit der flüsterleisen Kühlung als auch mit hohem Takt – die Karte ist gegenüber der AMD-Vorgabe um satte +13/4 Prozent übertaktet und erreicht so knapp die GeForce GTX 570 respektive HD 6970. Sapphire setzt auf eine kompakte Bauform und geringere Leistungsaufnahme. Ein kleines Manko besitzen beide: Die Kernspannung lässt sich nicht verändern.

## Fazit



### Oberklasse-Grafikkarten

Gute Nachricht für anspruchsvolle Spieler: Welches der getesteten Modelle Sie auch kaufen, keines weist grobe Schnitzer auf. Besonders lobenswert ist, dass die Hersteller die vorhergehende Kritik beherzigen und keine Radau-Lüftersteuerungen mehr programmieren. Die meisten Fps/Euro liefern GTX 570 und HD 7850.



## Battlefield 3 (DX11 Ultra)

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

|                        |    |               |
|------------------------|----|---------------|
| GeForce GTX 680        | 47 | 51,6 (+125 %) |
| GeForce GTX 670        | 46 | 50,9 (+122 %) |
| Radeon HD 7970 GHz Ed. | 47 | 49,8 (+117 %) |
| Radeon HD 7970         | 42 | 44,9 (+96 %)  |
| GeForce GTX 580        | 36 | 40,2 (+76 %)  |
| Radeon HD 7950         | 36 | 38,2 (+67 %)  |
| Radeon HD 7870         | 35 | 37,1 (+62 %)  |
| GeForce GTX 570        | 31 | 35,2 (+54 %)  |
| GeForce GTX 560 Ti     | 28 | 31,2 (+36 %)  |
| Radeon HD 7850         | 29 | 30,9 (+35 %)  |
| GeForce GTX 560        | 25 | 28,1 (+23 %)  |
| Radeon HD 6950         | 26 | 28,0 (+22 %)  |
| Radeon HD 6870         | 24 | 25,7 (+12 %)  |
| Radeon HD 7770         | 21 | 22,9 (Basis)  |

Bedingt spielbar von 35 – 45 Fps • Flüssig spielbar ab 45 Fps

System: Core i7-3770K @ 4,5 GHz, 27,7, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** BF 3 ist und bleibt eine GeForce-Domäne. Richtig flüssig läuft das Spiel in 1080p erst mit einer 350-Euro-Grafikkarte.

Min. Fps  
➤ Besser

## Der 28-Nanometer-Vorteil

**Aktuelle Grafikchips werden mit einer Strukturbreite von 28 Nanometern gefertigt. Die Vorgänger-Generation setzt noch auf 40-nm-Lithographie.**

Die Strukturbreite wird gerne auf Grafikkarten-Packungen geschrieben, um mit möglichst vielen Zahlen beim Kunden Eindruck zu schinden. Entgegen der Faustregel „Große Zahlen sind besser als kleine“ gilt hier jedoch: 28 nm ist besser als 40 nm. Die Grafikchip-Giganten AMD und Nvidia sind stets bestrebt, den aktuellen Fertigungsprozess zu nutzen, denn je kleiner die Strukturen, desto mehr Schaltungen lassen sich pro Flächeneinheit unterbringen. Bei gleicher Leistung sinken folglich die Materialkosten – gut für AMD und Nvidia.

Da feinere Strukturen außerdem den Betrieb mit gesenkter Spannung erlauben, ist das auch gut für Sie: Wer Strom und damit auf lange Sicht Geld sparen möchte, greift zu einer Karte der 28-nm-Ära, wie der Radeon-HD-7000- und GeForce-GTX-600-Reihe. Derzeit sind diese Karten jedoch etwas teurer als vergleichbar schnelle 40-nm-Angebote. Bei AMD kommen weitere Vorteile der 7000- gegenüber der 6000-Reihe hinzu: Die Neulinge bieten einen deutlich besseren anisotropen Filter und den Stand-by-Modus „Zero Core Power“. Bei Nvidia ist das Feature-Set der 600er-Reihe (Kepler) bis auf den GPU Boost identisch zu Fermi (GeForce 500).



|                                                                    |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| GRAFIKKARTEN<br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                 |                                                                       |                                                                         |                                                           |                                      |
|                                                                    | <b>Produkt</b>                                                                                                                   | Radeon HD 7950 OC                                                                                                                                      | HD 7950 Direct Cu II TOP (DC2T)                                                                                                                           | R7950 Twin Frozr 3GD5/OC                                                                                                                     | Radeon HD 7950 Iceq Turbo            |
|                                                                    | <b>Hersteller/Webseite</b>                                                                                                       | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                                        | Asus (www.asus.de)                                                                                                                                        | MSI (www.msi-computer.de)                                                                                                                    | HIS (www.hisdigital.com/de)          |
|                                                                    | <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                                                                                      | Ca. € 360,-/ausreichend                                                                                                                                | Ca. € 360,-/ausreichend                                                                                                                                   | Ca. € 370,-/ausreichend                                                                                                                      | Ca. € 350,-/ausreichend              |
|                                                                    | <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                                                                       | www.pcgh.de/preis/732198                                                                                                                               | www.pcgh.de/preis/732216                                                                                                                                  | www.pcgh.de/preis/732239                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/766539             |
|                                                                    | <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                                                                       | Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)                                                                                                                     | Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)                                                                                                                        | Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)                                                                                                           | Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)   |
|                                                                    | <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                                                                          | 1.792/112/32                                                                                                                                           | 1.792/112/32                                                                                                                                              | 1.792/112/32                                                                                                                                 | 1.792/112/32                         |
|                                                                    | <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                                                                           | 300/300 MHz (0,848 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                     | 300/300 MHz (0,850 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                        | 300/300 MHz (0,848 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                           | 300/300 MHz (0,850 VGPU, 1,6 VMEM)   |
|                                                                    | <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                                                                           | 900/2.500 MHz (1,023 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                   | 900/2.500 MHz (1,086 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                      | 880/2.500 MHz (1,023 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                         | 900/2.500 MHz (1,020 VGPU, 1,6 VMEM) |
|                                                                    | <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                                                                        | <b>2,55</b>                                                                                                                                            | <b>2,73</b>                                                                                                                                               | <b>2,73</b>                                                                                                                                  | <b>2,88</b>                          |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                     | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                           | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                 | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                    | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                       |                                      |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                    | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                        | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                              | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                 | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                    |                                      |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                           | 1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport                                                                                       | 1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport                                                                                                             | 1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport                                                                                                                | 1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport                                                                                                   |                                      |
| <b>Kühlung</b>                                                     | „Dual-X“, Dual-Slot, 5 Heatpipes (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Kühler                                               | „Direct Cu II“, Triple-Slot (I), 5 Heatpipes à 8 mm, 2 x 92 mm axial, kein RAM-/VRM-Kühler                                                             | „Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 HP (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-Kühlplatte (RAM = blank)                                                          | „Iceq“ (Direct Heat Exhaust), 2,5-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 75 mm radial, VRM-/RAM-Kühler                                                  |                                      |
| <b>Software/Tools</b>                                              | Treiber; Downloads im Sapphire Select Club                                                                                       | Asus GPU Tweak, Treiber                                                                                                                                | MSI Afterburner (Tuning-Tool), Treiber                                                                                                                    | Iturbo (Tweak-Tool), Treiber-CD                                                                                                              |                                      |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                          | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                     | Faltblatt (deutsch); 3 Jahre                                                                                                                           | Faltblatt (deutsch); 3 Jahre                                                                                                                              | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                            |                                      |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                              | Mini-DP-DVI-Kabel, 2 x Strom (1 x Molex)                                                                                         | Mini-DP-DVI-Kabel, 2 x Strom (1 x Molex)                                                                                                               | Mini-DP-DVI-Kabel, DVI-VGA, 2 x Strom                                                                                                                     | DVI-VGA-Adapter                                                                                                                              |                                      |
| <b>Sonstiges</b>                                                   | Dual-BIOS; HDMI-Kabel, CF-Brücke; Zero Core                                                                                      | Dual-BIOS, Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                                 | Dual-BIOS, Zero-Core-Feature, Crossfire-Brücke                                                                                                            | Dual-BIOS, Zero-Core-Feature, Crossfire-Brücke                                                                                               |                                      |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                        | <b>1,87</b>                                                                                                                      | <b>2,09</b>                                                                                                                                            | <b>2,11</b>                                                                                                                                               | <b>2,13</b>                                                                                                                                  |                                      |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                       | 32/59/63 Grad Celsius                                                                                                            | 31/56/57 Grad Celsius                                                                                                                                  | 33/58/61 Grad Celsius                                                                                                                                     | 37/65/66 Grad Celsius                                                                                                                        |                                      |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                      | 0,3 (21 %)/1,1 (39 %)/1,6 (43 %) Sone                                                                                            | 0,9 (10 %)/1,2 (18 %)/1,3 (20 %) Sone                                                                                                                  | 0,5 (30 %)/1,9 (47 %)/2,2 (48 %) Sone                                                                                                                     | 0,5 (30 %)/2,8 (49 %)/2,9 (50 %) Sone                                                                                                        |                                      |
| <b>Spulenpeifen</b>                                                | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                    | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                               | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                             | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                     |                                      |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                 | 18/51/47 Watt                                                                                                                    | 16/46/42 Watt                                                                                                                                          | 18/49/46 Watt                                                                                                                                             | 18/52/49 Watt                                                                                                                                |                                      |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                          | 127/149 Watt (Powertune: Standard)                                                                                               | 127/131 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                     | 124/140 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                        | 128/139 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                           |                                      |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                 | Ja (990)/ja (1.035)/nein (1.080 MHz)                                                                                             | Ja (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)                                                                                                                 | Ja (970)/nein (1.010)/nein (1.055 MHz)                                                                                                                    | Ja (990)/nein (1.035)/nein (1.080 MHz)                                                                                                       |                                      |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                 | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                                                             | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                                                                                   | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                                                                                      | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                                                                         |                                      |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                              | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                          | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                   | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                      |                                      |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                        | 28,0 (PCB 26,1)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                     | 29,5 (PCB 26,1)/5,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                           | 27,0 (PCB 26,1)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                              | 28,3 (PCB 26,1)/4,8 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                 |                                      |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                               | <b>1,87</b>                                                                                                                      | <b>1,87</b>                                                                                                                                            | <b>1,91</b>                                                                                                                                               | <b>1,87</b>                                                                                                                                  |                                      |
| FAZIT                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>Um 13 Prozent übertaktet</li><li>Sehr leise &amp; starke Kühlung</li><li>Zubehör</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Um 13 Prozent übertaktet</li><li>Kühlung mit riesigem (OC-)Potenzial</li><li>Belegt 3 Slots im Gehäuse</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Gute Kühlung aller Bauteile</li><li>GPU um 10 Prozent übertaktet</li><li>Könnte bei Last noch leiser sein</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Wärme entweicht aus dem Case</li><li>Gutes, neues Tweak-Tool inklusive</li><li>Wenig Zubehör</li></ul> |                                      |
|                                                                    | Wertung: <b>2,00</b>                                                                                                             | Wertung: <b>2,08</b>                                                                                                                                   | Wertung: <b>2,12</b>                                                                                                                                      | Wertung: <b>2,12</b>                                                                                                                         |                                      |

|                                                                    |                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                            |                                                                                              |                                     |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| GRAFIKKARTEN<br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                            |                                                                                              |                                     |
|                                                                    | <b>Produkt</b>                                                                                  | Radeon HD 7950 PCS+                                                                           | Radeon HD 7870 OC                                                                          | HD 7870 Direct Cu II TOP V2                                                                  | R7870 Black Edition Double D.       |
|                                                                    | <b>Hersteller/Webseite</b>                                                                      | Powercolor (www.powercolor.com/de)                                                            | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                            | Asus (www.asus.de)                                                                           | FXF (xfxforce.com/de)               |
|                                                                    | <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                                                     | Ca. € 350,-/ausreichend                                                                       | Ca. € 320,-/ausreichend                                                                    | Ca. € 360,-/ausreichend                                                                      | Ca. € 310,-/ausreichend             |
|                                                                    | <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                                      | www.pcgh.de/preis/732189                                                                      | www.pcgh.de/preis/751973                                                                   | www.pcgh.de/preis/798287                                                                     | www.pcgh.de/preis/751983            |
|                                                                    | <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                                      | Radeon HD 7950; Tahiti Pro (28 nm)                                                            | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                        | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                          | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm) |
|                                                                    | <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                                         | 1.792/112/32                                                                                  | 1.280/80/32                                                                                | 1.280/80/32                                                                                  | 1.280/80/32                         |
|                                                                    | <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                                          | 300/300 MHz (0,848 VGPU, 1,6 VMEM)                                                            | 300/300 MHz (0,825 VGPU)                                                                   | 300/300 MHz (0,822 VGPU)                                                                     | 300/300 MHz (0,825 VGPU)            |
|                                                                    | <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                                          | 880/2.500 MHz (0,984 VGPU, 1,6 VMEM)                                                          | 1.050/2.500 MHz (1,176 VGPU)                                                               | 1.100/2.500 MHz (1,218 VGPU)                                                                 | 1.050/2.500 MHz (1,219 VGPU)        |
|                                                                    | <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                                       | <b>2,98</b>                                                                                   | <b>2,78</b>                                                                                | <b>2,78</b>                                                                                  | <b>2,83</b>                         |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                     | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                          | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                        | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                       |                                     |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                    | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                       | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                     | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                  | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                    |                                     |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                           | 1 x DL-DVI, 1 x HDMI, 2 x Mini-Displayport                                                      | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                       | 2x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 1x Displayport                                                  | 2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 2x Mini-DP                                                   |                                     |
| <b>Kühlung</b>                                                     | „Professional Cooling System“: Dual-Slot, 3 HP à 8 mm, 2 x 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler   | „Dual-Fan“, Dual-Slot, Kupferkern, 4 Heatp. (2x 8, 2x 6 mm), 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Kühler | „Direct Cu II“ (V2), Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler | „Double Dissipation“ (Ghost), Dual-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 85 mm axial, nur RAM-Kühler |                                     |
| <b>Software/Tools</b>                                              | Treiber-CD                                                                                      | Treiber-CD                                                                                    | GPU Tweak (Tweaker), Treiber                                                               | Treiber-CD                                                                                   |                                     |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                          | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                    | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                             | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                          | Faltblatt (englisch); 2 Jahre                                                                |                                     |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                              | DVI-VGA, keine Stromadapter                                                                     | HDMI-DVI, HDMI-Kabel, DVI-VGA, 2x Strom                                                       | 1 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA                                                        | Crossfire-Brücke; keine Stromadapter!                                                        |                                     |
| <b>Sonstiges</b>                                                   | Dual-BIOS, Zero-Core-Feature, Crossfire-Brücke                                                  | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                   | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                | Kein Dual-BIOS; Zero Core; Crossfire-Brücke                                                  |                                     |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                        | <b>2,01</b>                                                                                     | <b>1,87</b>                                                                                   | <b>2,08</b>                                                                                | <b>1,97</b>                                                                                  |                                     |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                       | 31/63/65 Grad Celsius                                                                           | 30/59/66 Grad Celsius                                                                         | 29/68/85 Grad Celsius                                                                      | 33/82/86 Grad Celsius                                                                        |                                     |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                      | 0,9 (20 %)/0,9 (31 %)/1,0 (33 %) Sone                                                           | 0,4 (20 %)/0,9 (36 %)/1,8 (44 %) Sone                                                         | 0,3 (30 %)/1,5 (47 %)/5,1 (81 %) Sone                                                      | 0,2 (20 %)/0,5 (37 %)/1,1 (43 %) Sone                                                        |                                     |
| <b>Spulenpeifen</b>                                                | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                   | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                      | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                              | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                     |                                     |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                 | 19/54/52 Watt                                                                                   | 20/44/41 Watt                                                                                 | 18/47/45 Watt                                                                              | 19/58/52 Watt                                                                                |                                     |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                          | 128/135 Watt (Powertune: Standard)                                                              | 108/139 Watt (Powertune: Standard)                                                            | 132/151 Watt (Powertune: Standard)                                                         | 123/143 Watt (Powertune: Standard)                                                           |                                     |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                 | Ja (970)/ja (1.010)/ja (1.055 MHz)                                                              | Ja (1.155)/ja (1.210)/nein (1.260 MHz)                                                        | Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)                                                   | Ja (1.155)/ja (1.210)/nein (1.260 MHz)                                                       |                                     |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                 | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                            | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                          | Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)                                                     | Ja (2.750)/ja (2.875)/ja (3.000 MHz)                                                         |                                     |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                              | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                         | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                        | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                     | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                       |                                     |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                        | 26,7 (PCB 26,1)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                    | 25,5 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                  | 26,8 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                               | 24,9 (PCB 24,2)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                 |                                     |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                               | <b>1,91</b>                                                                                     | <b>2,11</b>                                                                                   | <b>2,06</b>                                                                                | <b>2,11</b>                                                                                  |                                     |
| FAZIT                                                              | ⚡ Sehr leise Belüftung<br>⚡ GPU um 10 Prozent übertaktet<br>⚡ Keine Kühler für Spannungswandler | ⚡ Flüsterleise und kühl<br>⚡ OC @ 1,25 GHz leise möglich<br>⚡ Reichlich Zubehör               | ⚡ Sehr leiser, starker Kühler<br>⚡ Hoher Takt ab Werk<br>⚡ Keine VRM- & RAM-Kühlelemente   | ⚡ In jeder Lage nahezu unhörbar<br>⚡ Anschlussvielfalt<br>⚡ Spartanisches Zubehör            |                                     |
|                                                                    | Wertung: <b>2,15</b>                                                                            | Wertung: <b>2,19</b>                                                                          | Wertung: <b>2,21</b>                                                                       | Wertung: <b>2,22</b>                                                                         |                                     |



## GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle  
mit 67 Wertungskriterien



| Produkt                                     | Radeon HD 7870 Iceq X Turbo                                                                                                                            | R7870 Twin Frozr 2GD5/OC                                                                                                                                           | Radeon HD 7870 PCS+                                                                                                                                  | Radeon HD 7870 Iceq Turbo                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller/Webseite                         | HIS (www.hisdigital.com/de)                                                                                                                            | MSI (www.msi-computer.de)                                                                                                                                          | Powercolor (www.powercolor.com/de)                                                                                                                   | HIS (www.hisdigital.com/de)                                                                                                                                           |
| Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis        | Ca. € 300,-/befriedigend                                                                                                                               | Ca. € 310,-/ausreichend                                                                                                                                            | Ca. € 310,-/befriedigend                                                                                                                             | Ca. € 300,-/befriedigend                                                                                                                                              |
| PCGH-Preisvergleich                         | www.pcgh.de/preis/751967                                                                                                                               | www.pcgh.de/preis/746962                                                                                                                                           | www.pcgh.de/preis/751978                                                                                                                             | www.pcgh.de/preis/751969                                                                                                                                              |
| Grafikeinheit; Codename (Fertigung)         | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                                                                                    | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                                                                                                | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                                                                                  | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                                                                                                   |
| Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs            | 1.280/80/32                                                                                                                                            | 1.280/80/32                                                                                                                                                        | 1.280/80/32                                                                                                                                          | 1.280/80/32                                                                                                                                                           |
| 2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)             | 300/300 MHz (0,822 VGPU)                                                                                                                               | 300/300 MHz (0,825 VGPU)                                                                                                                                           | 300/300 MHz (0,824 VGPU)                                                                                                                             | 300/300 MHz (0,822 VGPU)                                                                                                                                              |
| 3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)             | 1.100/2.500 MHz (1,218 VGPU)                                                                                                                           | 1.050/2.400 MHz (1,219 VGPU)                                                                                                                                       | 1.100/2.450 MHz (1,218 VGPU)                                                                                                                         | 1.100/2.400 MHz (1,218 VGPU)                                                                                                                                          |
| Ausstattung (20 %)                          | <b>2,93</b>                                                                                                                                            | <b>2,70</b>                                                                                                                                                        | <b>2,88</b>                                                                                                                                          | <b>2,88</b>                                                                                                                                                           |
| Speichermenge/Anbindung                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                 | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                             | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                               | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                                |
| Speicherart/Zugriffszeit                    | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                              | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                          | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                            | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                             |
| Monitoranschlüsse                           | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                            | 2x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                              | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                               |
| Kühlung                                     | „Iceq X“, Dual-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 85-mm-Axiallüfter, keine VRM-/RAM-Kühler                                                                    | „Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 HP (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte                                                                            | Professional Cooling Sys., Dual-Slot, 3 HP (1x 8, 2x 6 mm), 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler                                                       | „Iceq“ (Direct Heat Exhaust), 2,5-Slot, 4 HP (2x 8, 2x 6 mm), 75 mm radial, VRM-/RAM-Kühler                                                                           |
| Software/Tools                              | Treiber-CD                                                                                                                                             | MSI Afterburner (Tuning-Tool), Treiber                                                                                                                             | Treiber-CD                                                                                                                                           | Iturbo (Tweak-Tool), Treiber-CD                                                                                                                                       |
| Handbuch; Garantie                          | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                      | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                                                                                                  | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                    | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                                     |
| Kabel, Adapter                              | DVI-VGA-Adapter; Crossfire-Brücke                                                                                                                      | Mini-DP-DVI-Adapterkabel, 2 x Molex-6-Pol                                                                                                                          | Mini-DP-DVI-Adapterkabel, DVI-VGA                                                                                                                    | DVI-VGA-Adapter                                                                                                                                                       |
| Sonstiges                                   | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Kartenhalter                                                                                                                | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                                        | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                          | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                                           |
| Eigenschaften (20 %)                        | <b>2,06</b>                                                                                                                                            | <b>2,05</b>                                                                                                                                                        | <b>2,15</b>                                                                                                                                          | <b>2,16</b>                                                                                                                                                           |
| Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)       | 29/63/68 Grad Celsius                                                                                                                                  | 29/59/62 Grad Celsius                                                                                                                                              | 28/70/73 Grad Celsius                                                                                                                                | 29/61/65 Grad Celsius                                                                                                                                                 |
| Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)      | 0,4 (28 %)/1,6 (45 %)/1,9 (50 %) Sone                                                                                                                  | 0,5 (30 %)/1,7 (50 %)/2,7 (55 %) Sone                                                                                                                              | 0,5 (20 %)/2,2 (41 %)/2,8 (46 %) Sone                                                                                                                | 1,0 (28 %)/1,9 (42 %)/2,6 (47 %) Sone                                                                                                                                 |
| Spulenpeifen                                | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                          | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                                      | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                        | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                                              |
| Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring) | 16/39/37 Watt                                                                                                                                          | 23/47/42 Watt                                                                                                                                                      | 17/45/43 Watt                                                                                                                                        | 17/43/41 Watt                                                                                                                                                         |
| Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool          | 140/163 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                     | 115/127 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                                 | 123/136 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                   | 112/125 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                                    |
| GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)                                                                                                               | Ja (1.155)/ja (1.210)/nein (1.260 MHz)                                                                                                                             | Nein (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)                                                                                                           | Nein (1.210)/nein (1.265)/nein (1.320 MHz)                                                                                                                            |
| RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)                                                                                                                 | Ja (2.640)/ja (2.760)/ja (2.880 MHz)                                                                                                                               | Ja (2.695)/ja (2.820)/ja (2.940 MHz)                                                                                                                 | Ja (2.640)/ja (2.760)/ja (2.880 MHz)                                                                                                                                  |
| Spannung per Tool einstellbar?              | Ja (GPU, via Iturbo bis 1,337 Volt)                                                                                                                    | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                                                                                             | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                                                                               | Ja (GPU, via Iturbo bis 1,337 Volt)                                                                                                                                   |
| Länge/Breite der Karte; Stromstecker        | 24,5 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                           | 27,3 (PCB 24,2)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                       | 24,3/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                    | 28,7 (PCB 24,2)/4,8 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                          |
| Leistung im PCGH-Index (60 %)               | <b>2,06</b>                                                                                                                                            | <b>2,14</b>                                                                                                                                                        | <b>2,06</b>                                                                                                                                          | <b>2,09</b>                                                                                                                                                           |
| FAZIT                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mit die schnellste HD 7870</li> <li>➤ Kühler arbeitet leise und kraftvoll</li> <li>➤ Wenig Zubehör</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Riesiges Tuning-Potenzial</li> <li>➤ Sehr starker Kühler ...</li> <li>➤ ... der erst manuell flüsterleise wird</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hohe werkseitige Übertaktung</li> <li>➤ Unaufdringlicher Kühler</li> <li>➤ Keine VRM-/RAM-Kühler</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kühler (Direct Heat Exhaust) ...</li> <li>➤ ... der auch bei Last leise arbeitet</li> <li>➤ Spartanisches Zubehör</li> </ul> |
|                                             | Wertung: <b>2,23</b>                                                                                                                                   | Wertung: <b>2,23</b>                                                                                                                                               | Wertung: <b>2,24</b>                                                                                                                                 | Wertung: <b>2,26</b>                                                                                                                                                  |

## GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle  
mit 67 Wertungskriterien



| Produkt                                     | Radeon HD 7870 Royal King                                                                                                                               | N570GTX Twin Frozr III PE/OC                                                                                                                               | R7850 Black Edition Double D.                                                                                                                                         | Radeon HD 7850 OC                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller/Webseite                         | Club 3D (www.club-3d.com)                                                                                                                               | MSI (www.msi-computer.de)                                                                                                                                  | XFX (xfxforce.com/de)                                                                                                                                                 | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                                                |
| Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis        | Ca. € 300,-/befriedigend                                                                                                                                | Ca. € 280,-/ausreichend                                                                                                                                    | Ca. € 230,-/ausreichend                                                                                                                                               | Ca. € 230,-/ausreichend                                                                                                                                        |
| PCGH-Preisvergleich                         | www.pcgh.de/preis/773040                                                                                                                                | www.pcgh.de/preis/630557                                                                                                                                   | www.pcgh.de/preis/751985                                                                                                                                              | www.pcgh.de/preis/751980                                                                                                                                       |
| Grafikeinheit; Codename (Fertigung)         | Radeon HD 7870; Pitcairn XT (28 nm)                                                                                                                     | Geforce GTX 570; GF110 (40 nm)                                                                                                                             | Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)                                                                                                                                  | Radeon HD 7850; Pitcairn Pro (28 nm)                                                                                                                           |
| Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs            | 1.280/80/32                                                                                                                                             | 480/60/40                                                                                                                                                  | 1.024/64/32                                                                                                                                                           | 1.024/64/32                                                                                                                                                    |
| 2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)             | 300/300 MHz (0,822 VGPU)                                                                                                                                | 511/101/135 MHz (0,912 VGPU)                                                                                                                               | 300/300 MHz (0,822 VGPU)                                                                                                                                              | 300/300 MHz (0,825 VGPU)                                                                                                                                       |
| 3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)             | 1.050/2.400 MHz (1,218 VGPU)                                                                                                                            | 770/1.540/2.000 MHz (1,000 VGPU)                                                                                                                           | 975/2.500 MHz (1,100 VGPU)                                                                                                                                            | 920/2.500 MHz (1,075 VGPU)                                                                                                                                     |
| Ausstattung (20 %)                          | <b>3,00</b>                                                                                                                                             | <b>2,85</b>                                                                                                                                                | <b>2,93</b>                                                                                                                                                           | <b>2,78</b>                                                                                                                                                    |
| Speichermenge/Anbindung                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                  | 1.280 MiByte (320 Bit)                                                                                                                                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                                | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                         |
| Speicherart/Zugriffszeit                    | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                               | GDDR5 (0,4 ns, Samsung HC04)                                                                                                                               | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                             | GDDR5 (0,4 ns, Hynix T2C)                                                                                                                                      |
| Monitoranschlüsse                           | 2x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                 | Mini-HDMI, 2 x Dual-Link-DVI                                                                                                                               | 2x DVI (1x DL, 1x SL), 1x HDMI, 2x Mini-DP                                                                                                                            | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                        |
| Kühlung                                     | „Coolstream“, Dual-Slot, 2 DT-Heatpipes à 8 mm, 92 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler                                                                      | „Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 Heatpipes (2 x 8/3 x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte                                                            | „Ghost“, Dual-Slot, Kupferkern + 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 75 mm axial, RAM-Kühler                                                                                      | „Dual-Fan“, Dual-Slot, Kupferkern + 2 Heatp. à 8 mm, 2 x 75 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler                                                                    |
| Software/Tools                              | Treiber-CD                                                                                                                                              | Afterburner (OC-Tool), Treiber-CD                                                                                                                          | Treiber-CD                                                                                                                                                            | Treiber-CD                                                                                                                                                     |
| Handbuch; Garantie                          | Flyer (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                                | Schnellinstallations-Booklet (dt.); 3 Jahre                                                                                                                | Faltblatt (englisch); 2 Jahre                                                                                                                                         | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                              |
| Kabel, Adapter                              | –                                                                                                                                                       | Mini-HDMI-auf-HDMI, DVI-VGA, 2x Strom                                                                                                                      | DVI-VGA, CF-Brücke; keine Stromadapter                                                                                                                                | HDMI-DVI, HDMI-Kabel, DVI-VGA, Mini-DP-DP                                                                                                                      |
| Sonstiges                                   | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                             | Dual-BIOS (Silence/Performance)                                                                                                                            | Kein Dual-BIOS! Zero Core                                                                                                                                             | Kein Dual-BIOS! Zero Core; Crossfire-Brücke                                                                                                                    |
| Eigenschaften (20 %)                        | <b>2,05</b>                                                                                                                                             | <b>2,19</b>                                                                                                                                                | <b>1,89</b>                                                                                                                                                           | <b>1,97</b>                                                                                                                                                    |
| Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)       | 28/62/72 Grad Celsius                                                                                                                                   | 36/63/62 Grad Celsius (Silence-BIOS)                                                                                                                       | 31/72/72 Grad Celsius                                                                                                                                                 | 29/57/63 Grad Celsius                                                                                                                                          |
| Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)      | 0,4 (29 %)/2,7 (46 %)/3,6 (53 %) Sone                                                                                                                   | 0,2 (30 %)/1,6 (47 %)/1,5 (47 %) Sone                                                                                                                      | 0,2 (20 %)/0,5 (29 %)/0,6 (32 %) Sone                                                                                                                                 | 0,3 (20 %)/1,1 (34 %)/1,7 (39 %) Sone                                                                                                                          |
| Spulenpeifen                                | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                           | Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                              | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                                         | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                                       |
| Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring) | 17/44/40 Watt                                                                                                                                           | 31/90/86 Watt                                                                                                                                              | 12/47/42 Watt                                                                                                                                                         | 19/48/43 Watt                                                                                                                                                  |
| Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool          | 94/122 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                       | 197/191 Watt                                                                                                                                               | 109/111 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                                    | 85/106 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                              |
| GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (1.155)/nein (1.210)/nein (1.260 MHz)                                                                                                                | Ja (845 MHz)/nein (885)/nein (925 MHz)                                                                                                                     | Ja (1.070)/nein (1.120)/nein (1.170 MHz)                                                                                                                              | Ja (1.010)/nein (1.060)/nein (1.105 MHz)                                                                                                                       |
| RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (2.640)/ja (2.760)/ja (2.880 MHz)                                                                                                                    | Ja (2.200 MHz)/ja (2.300)/nein (2.400 MHz)                                                                                                                 | Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)                                                                                                                                | Ja (2.750)/ja (2.875)/nein (3.000 MHz)                                                                                                                         |
| Spannung per Tool einstellbar?              | Ja (GPU, bis 1,3 Volt)                                                                                                                                  | Ja (GPU, VRAM & Aux)                                                                                                                                       | Nein (bei Redaktionsschluss)                                                                                                                                          | Nein (bei Redaktionsschluss)                                                                                                                                   |
| Länge/Breite der Karte; Stromstecker        | 21,0/3,5 cm; 2 x 6-Pol (horizontal)                                                                                                                     | 25,1 (PCB 24,3)/3,7 cm; 2x 6-Pol (vert.)                                                                                                                   | 25,0 (PCB 24,2)/3,4 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                          | 21,0 (PCB 19,9)/3,4 cm; 1 x 6-Pol (horizontal)                                                                                                                 |
| Leistung im PCGH-Index (60 %)               | <b>2,14</b>                                                                                                                                             | <b>2,30</b>                                                                                                                                                | <b>2,41</b>                                                                                                                                                           | <b>2,45</b>                                                                                                                                                    |
| FAZIT                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Platzsparendes Design</li> <li>➤ Geringe Leistungsaufnahme (3D)</li> <li>➤ Minimalistisches Zubehör</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Unhörbar im Leerlauf</li> <li>➤ OC-Potenzial mit Overvolting</li> <li>➤ Hohe Leistungsaufnahme (40 nm)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schnellste HD 7850 auf dem Markt</li> <li>➤ Fast unhörbare Kühlung</li> <li>➤ GPU-Spannung nicht per Tool wählbar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sehr kompakte Bauform</li> <li>➤ Sparsam &amp; spiegeltauglich</li> <li>➤ OC durch fixe Spannung limitiert</li> </ul> |
|                                             | Wertung: <b>2,29</b>                                                                                                                                    | Wertung: <b>2,39</b>                                                                                                                                       | Wertung: <b>2,41</b>                                                                                                                                                  | Wertung: <b>2,42</b>                                                                                                                                           |



# Die Enthusiasten: 20 Grafikkarten bis 600 Euro



## Wenn der Computer zum Tier wird

**Sommer, Sonne, Getier im Rechner? Weit gefehlt: Wenn Sie beim Spielen seltsame Zirp-, Zwitscher- oder Fiepg Geräusche hören, dann ist das höchstwahrscheinlich Ihre Grafikkarte.**

Das sogenannte Spulenfiepen tritt bei allen Komponenten auf, die zur Filterung der Eingangsspannung einen LC-Schwingkreis (Spule plus Kondensator) einsetzen. Dazu zählen Grafikkarten, Netzteile, Monitore und Mainboards. Das Störgeräusch ist bei Grafikkarten auf eine zu geringe Kapazität des Spannungsreglers (VRM) und damit eine Rückkopplung des VGA-Signals zurückzuführen. Einige Custom-Platinen neigen stärker zum Fiepen/Zirpen als andere – wir geben diese Eigenschaft im Test an.

In der PCGH-Ausgabe 04/2011 haben wir den Fall „Spulenfiepen bei Grafikkarte – ein Rücktrittsgrund?“ behandelt: Es liegt demnach nicht unbedingt ein Sachmangel vor, wenn ein Gerät fiept. Eine Ausnahme stellt der Fall dar, in dem der Hersteller das Produkt als besonders leise bewirbt und das Spulenfiepen dem entgegensteht. Weitere Informationen finden Sie auch in der PCGH 06/2011.



Jeder will sie haben, doch nicht jeder kann sie sich leisten: eine High-End-Grafikkarte, die Technologiespitze. Die letzte Preiskategorie unserer Marktübersicht versammelt ausnahmslos Sprinter der 28-Nanometer-Ära. Besitzer eines Full-HD-Displays dürfen mit einer solchen Grafikkarte in jedem Spiel die Details und Filteroptionen voll aufdrehen. Wer gar ein LCD mit nativen 2.560 Horizontalpixeln oder Downsampling-Auflösungen flüssig nutzen möchte, ist hier richtig.

## 7970 GHz-Edition gesucht

Sie vermissen Retail-Modelle der Radeon HD 7970 GHz Edition im Test? Wir ebenfalls. Da die neue AMD-Karte erst am Tag des Redaktionsschlusses (22. Juni) debütierte, war noch kein Partnerhersteller in der Lage, ein Eigendesign zum Test beizusteuern. Doch Vorfreude ist bekanntlich am schönsten: In der kommenden Ausgabe sehen wir uns alle bis dahin erschienenen Kompositionen an und vergleichen sie mit hochgezüchteten Neuheiten der Kepler-Reihe (Geforce GTX 670/GTX 680).

## Geforce GTX 680 (2 GiByte)

Nvidias Geforce GTX 680 ist nach dem Erscheinen der HD 7970 GHz Edition die zweitschnellste Grafikkarte auf dem Markt. Die von allen Partnern angebotenen Karten mit werkseitiger Übertaktung erkämpfen sich knapp einen Gleichstand. Zotac dreht am stärksten an der

Taktschraube und lässt die GTX 680 AMP-Edition mit 3.304 MHz Speichertakt arbeiten. Die um +10 Prozent gesteigerte Transferrate bringt der Karte den Benchmark-Sieg ein, da bei aktuellen Kepler-Modellen der Speicherdurchsatz einen Flaschenhals darstellt. Die zweitschnellste Karte kommt von Asus: Dank ihres Triple-Slot-Kühlers verweilt die Direct Cu II TOP bei mindestens 1.215 MHz Kerntakt – hätte Asus den Speicher nicht beim 3.004-MHz-Standard belassen, käme sie auf Platz 1. Generell sind die Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen OC-Modellen aber nicht der Rede wert, denn sie bewegen sich im Fünf-Prozent-Rahmen – das bemerken Sie beim Spielen nicht. Lenken Sie Ihre Blicke daher auf die Kühler, Garantieleistungen und Beigaben.

KFA<sup>2</sup>, der europäische Auftritt des Herstellers Galaxy, führt mit der GTX 680 EX OC die derzeit leiseste Kepler-Karte. Sie erzeugt beim Spielen schlimmstenfalls 1,4 Sone, allerdings neigt die Custom-Platine zu lauterem Fiepen/Zirpen als die Referenz. An das störende Niveau der HD 7970 GHz-Edition (Referenz-PCB) kommt sie aber nicht heran. Die zweitleiseste und dabei sehr kühle GTX 680 OC steuert MSI bei – ohne Fiepneigung. Die einzige 4-GiByte-Grafikkarte im Testfeld, Palits Jetstream, verzichtet zwar auf eine werkseitige Übertaktung, boostet sich dank niedriger Tem-

## Max Payne 3 (Direct X 11)

**1.920 x 1.080, 4x MSAA + FXAA/16:1 HQ-AF – „Disco“**

|                        |    |               |
|------------------------|----|---------------|
| Radeon HD 7970 GHz Ed. | 50 | 56,7 (+147 %) |
| Radeon HD 7970         | 45 | 50,9 (+121 %) |
| Geforce GTX 680        | 39 | 47,5 (+107 %) |
| Geforce GTX 670        | 38 | 47,1 (+105 %) |
| Radeon HD 7950         | 39 | 45,1 (+96 %)  |
| Geforce GTX 580        | 38 | 45,0 (+96 %)  |
| Radeon HD 7870         | 39 | 43,3 (+88 %)  |
| Geforce GTX 570        | 33 | 38,9 (+69 %)  |
| Radeon HD 7850         | 32 | 36,9 (+60 %)  |
| Radeon HD 6950         | 27 | 33,1 (+44 %)  |
| Radeon HD 6870         | 24 | 29,1 (+27 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti     | 23 | 28,3 (+23 %)  |
| Geforce GTX 560        | 21 | 26,2 (+14 %)  |
| Radeon HD 7770         | 19 | 23,0 (Basis)  |

Bedingt spielbar von 35 – 45 Fps • Flüssig spielbar ab 45 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Wer Max Payne 3 mit Multisample-AA spielen möchte, greift am besten zu einer Radeon HD 7970/7950.

**Min. | Ø Fps**  
▶ Besser

## Metro 2033 (DX11 ohne GPU-Physx)

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

|                        |    |               |
|------------------------|----|---------------|
| Radeon HD 7970 GHz Ed. | 37 | 42,7 (+189 %) |
| Radeon HD 7970         | 36 | 40,5 (+174 %) |
| Geforce GTX 680        | 31 | 35,0 (+136 %) |
| Radeon HD 7950         | 30 | 34,2 (+131 %) |
| Geforce GTX 670        | 29 | 33,3 (+125 %) |
| Geforce GTX 580        | 27 | 31,4 (+112 %) |
| Radeon HD 7870         | 24 | 27,5 (+86 %)  |
| Geforce GTX 570        | 23 | 26,7 (+80 %)  |
| Radeon HD 7850         | 20 | 22,9 (+55 %)  |
| Radeon HD 6950         | 20 | 22,7 (+53 %)  |
| Geforce GTX 560 Ti     | 16 | 18,8 (+27 %)  |
| Geforce GTX 560        | 15 | 18,1 (+22 %)  |
| Radeon HD 7770         | 13 | 14,8 (+0 %)   |
| Radeon HD 6870         | 12 | 14,8 (Basis)  |

Bedingt spielbar von 35 – 45 Fps • Flüssig spielbar ab 45 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2 x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, GF 301.42 (HQ), Cat. 12.6 Beta + CAP1 (HQ) **Bemerkungen:** Metro ist bei maximaler Detailstufe nach wie vor ein „High-End-Killer“ – mehr als 30 Fps gibt's ab 350 Euro.

**Min. | Ø Fps**  
▶ Besser



peraturen in Spielen aber auf mindestens 1.110 MHz und kann so den Referenzkarten davonlaufen. Apropos Referenz: Der Vorteil des DHE-Kühldesigns, eingesetzt auf den Karten von Gainward und Evga, ist, dass es die Abwärme aus dem Gehäuse befördert – richtig leise gelingt das aber keinem Modell.

### Radeon HD 7970 (3 GiByte)

Ein Gigahertz Chiptakt ist bei AMDs Partnern längst Standard: Sowohl Asus als auch Gigabyte, Sapphire und XFX führen ein solches Modell. Die unterschiedlichen Speichertaktraten zwischen 2.750 und 2.900 MHz wirken sich nur auf die Fps-Nachkommastelle in Spielen aus, da die Radeon HD 7970 im Gegensatz zu den Kepler-Karten nicht am Bandbreitenlimit klebt.

Zwei Hersteller im Test griffen der offiziellen HD 7970 GHz Edition vor und erreichen damit im Mittel eine Leistung knapp oberhalb der GeForce GTX 680: Die Vertex 3D X-Edition und MSI Lightning bieten 1.050 bzw. 1.070 MHz Chiptakt – konstant, ohne von der Temperatur abhängig zu sein. Auch die Kühler arbeiten deutlich leiser

als das, was AMD der GHz Edition bereitstellt: Beim Spielen surren die schnellen Karten mit lediglich 1,9 (VTX3D) respektive 2,5 Sone (MSI). Zum Vergleich: Die Platinen mit Referenzkühlung erzeugen ein Rauschen von bis zu 6,0 Sone (Spiele-Last) – ohne werkseitiges Overclocking.

Während die R7970 Lightning mit ihrer aufs Overclocking getrimmten Platine punktet, zeigt die HD 7970 X-Edition einen Makel: Die Platine erzeugt unter Last ein hörbares Fiepen (drei- oder vierstellige Fps-Raten) respektive Zirpen (übliche Fps). Diese Eigenschaft zeigt sich auch bei der Sapphire HD 7970 OC (Dual-X). Das Phänomen unterliegt einer gewissen Serienstreuung, weshalb wir nicht einzelnen Karte Exemplare mit stärkerer oder schwächerer Fiepenneigung gibt – das bestätigen die unterschiedlichen Rückmeldungen erster Käufer in Internet-Foren. In jedem Fall hilft Undervolting gegen das Störgeräusch. In typischen Gaming-Rechnern mit geschlossenem Gehäuse ist es aber kaum wahrnehmbar.

### Geforce GTX 670 (2 GiByte)

Nvidias Geforce GTX 670 belegt im frischen PCGH-Leistungsindex den dritten Platz. Der Abstand zu ihrer großen Schwester ist gering und auch die HD 7970 liegt in Schlagdistanz – im Vergleich mit Referenztaktraten. Die Hersteller lassen es sich aber nicht nehmen, ab Werk frisierte Versionen der GTX 670 anzubieten. Wie bei der GTX 680 ist es auch hier der Hersteller Zotac, der dank des auf 3,3 GHz übertakteten Grafikspeichers die Benchmarks anführt. Faktisch ist die Geforce GTX 670 AMP-Edition im Mittel etwas schneller als eine GTX 680 mit Referenztakt. Und sie hat mit demselben Schönheitsfehler zu kämpfen: Im Leerlauf erzeugen beide Karten unveränderliche 1,2 Sone – das ist zwar nicht laut, in stiller Umgebung aber unnötig deutlich wahrnehmbar.

Rundum gelungen, aber bis Redaktionsschluss kaum lieferbar, ist Asus' GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T): Der Hersteller punktet wie bei der GTX 680 DC2T mit einem hohen Boost-Takt – wir messen mindestens 1.202 MHz beim Spielen –, drei Jahren Garantie-

dauer und vor allem einem perfekt kalibrierten Dual-Slot-Kühler. Im Leerlauf bescheinigt unser Messgerät praktisch unhörbare 0,2 Sone, unter Spielelast schlimmstenfalls 0,9 Sone – leiser ist keine andere High-End-Grafikkarte. Perfekt ist aber auch die Asus-Karte nicht, da die Custom-Platine höhere Verbrauchswerte als bei den anderen Modellen verursacht.

Beachten Sie auch die Grafik-Startseite, auf der wir die MSI N670GTX in der Power-Edition antesten. Die vielversprechende Karte erreichte uns wenige Stunden vor Redaktionsschluss und damit leider zu spät für diese Übersicht. (rv)

## Fazit



### High-End-Grafikkarten

Extrem leistungsstark sind alle Grafikkarten in dieser Preisklasse, bei der Lautstärke klaffen jedoch große Lücken. Die leisesten Exemplare kommen von Asus (GTX 670 Direct Cu II), KFA² (GTX 680 EX OC) und VTX3D (HD 7970 X-Edition). Wie sich die Herstellerdesigns der HD 7970 GHz-Edition schlagen, lesen Sie kommenden Monat.

| <div> <div>GRAFIKKARTEN</div> <div>Auszug aus Testtabelle mit 67 Wertungskriterien</div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                       |
| Produkt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Geforce GTX 680 AMP-Edition                                                                 | Geforce GTX 680 Phantom                                                                        | Geforce GTX 680 EX OC                                                             | Geforce GTX 680 Jetstream 4GB                                                                         |
| Hersteller/Webseite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Zotac (www.zotac.com)                                                                       | Gainward (www.gainward.de)                                                                     | KFA²/Galaxy (www.kfa2.com)                                                        | Palit (www.palit.biz)                                                                                 |
| Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ca. € 570,-/mangelhaft                                                                      | Ca. € 520,-/mangelhaft                                                                         | Ca. € 580,-/mangelhaft                                                            | Ca. € 560,-/mangelhaft                                                                                |
| PCGH-Preisvergleich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | www.pcgh.de/preis/774765                                                                    | www.pcgh.de/preis/757469                                                                       | www.pcgh.de/preis/760611                                                          | www.pcgh.de/preis/761763                                                                              |
| Grafikeinheit; Codename (Fertigung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                              | Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                 | Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                    | Geforce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                        |
| Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.536/128/32                                                                                | 1.536/128/32                                                                                   | 1.536/128/32                                                                      | 1.536/128/32                                                                                          |
| 2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                    | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                       | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                          | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                              |
| 3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.111 (Boost: ~1.176)/3.304 MHz                                                             | 1.084 (Boost: ~1.150)/3.150 MHz (1,16 VGPU)                                                    | 1.111 (Boost: ~1.176)/3.004 MHz                                                   | 1.006 (Boost: ~1.110)/3.004 MHz (1,16 VGPU)                                                           |
| Ausstattung (20 %)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2,63                                                                                        | 2,83                                                                                           | 2,88                                                                              | 2,83                                                                                                  |
| Speichermenge/Anbindung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                      | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                         | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                            | 4.096 MiByte (256 Bit)                                                                                |
| Speicherart/Zugriffszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                   | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                      | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                         | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                             |
| Monitoranschlüsse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                   | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                      | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                          |
| Kühlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Eigendesign, Triple-Slot (!), Vapor Chamber + 4 HP à 6 mm, 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Platte | „Phantom II“, Triple-Slot (!), 5 Heatpipes à 6 mm Durchmesser, 2x 80 mm axial, VRM-/RAM-Platte | Eigendesign, Dual-Slot, Kupferkern + 4 Heatp. à 6 mm, 2 x 85 mm axial, VRM-Kühler | „Jetstream“, Triple-Slot (!), 4 HP (1x 8, 3x 6 mm), 3x Axiallüfter (1x 90, 2x 80 mm), VRM-/RAM-Platte |
| Software/Tools                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Assassin's Creed 3-Game-Pack, Treiber                                                       | Expertool (Tweaker), Treiber-CD                                                                | Treiber                                                                           | Thunder Master (Tweaker), Treiber-CD                                                                  |
| Handbuch; Garantie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre (5 bei Reg.)                                              | Faltblatt (dt.); 2 Jahre                                                                       | Gedruckt (englisch); 2 Jahre                                                      | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                     |
| Kabel, Adapter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DVI-VGA-Adapter, 2 x Strom; Molex-auf-6-Pol                                                 | DVI-VGA, HDMI-DVI, 1 x Strom; 2x8-auf-8-Pol                                                    | 2 x Strom; Molex-auf-6 und 8-Pol, DVI-VGA                                         | DVI-VGA, HDMI-DVI, 1 x Strom; 2x8-auf-8-Pol                                                           |
| Sonstiges                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Referenz-PCB inkl. Stromturm; TDP max. 132 %                                                | Custom-PCB inkl. Stromturm; TDP 150 % möglich                                                  | Custom-PCB ohne Turm; TDP 125 % möglich                                           | PCB auch rückseitig mit RAM bestückt; Stromturm                                                       |
| Eigenschaften (20 %)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,15                                                                                        | 1,89                                                                                           | 1,89                                                                              | 1,87                                                                                                  |
| Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 33/67/75 Grad Celsius                                                                       | 32/80/82 Grad Celsius                                                                          | 32/78/80 Grad Celsius                                                             | 31/79/83 Grad Celsius                                                                                 |
| Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,2 (30 %)/3,3 (41 %)/3,6 (45 %) Sone                                                       | 0,3 (25 %)/3,3 (63 %)/3,9 (68 %) Sone                                                          | 0,5 (30 %)/1,4 (44 %)/1,6 (47 %) Sone                                             | 0,4 (30 %)/3,1 (57 %)/3,9 (63 %) Sone                                                                 |
| Spulenpfeifen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                    | Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                  | Überdurchschnittlich (lastabhängig; Zirpen)                                       | Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                         |
| Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 17/23/20 Watt                                                                               | 15/18/32 Watt                                                                                  | 20/27/23 Watt                                                                     | 17/19/19 Watt                                                                                         |
| Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 154/187 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                       | 162/180 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                          | 158/184 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                             | 163/185 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                 |
| GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nein (1.220)/nein (1.280)/nein (1.335 MHz)                                                  | Nein (1.190)/nein (1.245)/nein (1.300 MHz)                                                     | Nein (1.220)/nein (1.280)/nein (1.335 MHz)                                        | Ja (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)                                                              |
| RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ja (3.635)/nein (3.800)/nein (3.965 MHz)                                                    | Ja (3.465)/nein (3.620)/nein (3.780 MHz)                                                       | Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)                                            | Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)                                                                |
| Spannung per Tool einstellbar?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                     | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                        | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                           | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                               |
| Länge/Breite der Karte; Stromstecker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26,5 (PCB: 25,5)/5,5 cm; 2 x 6-Pol (vert. getürmt)                                          | 25,5/5,0 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vertikal)                                                      | 25,7 (PCB: 25,5)/3,4 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vert.)                                | 27,2 (PCB: 25,5)/5,0 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vert.)                                                    |
| Leistung im PCGH-Index (60 %)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,24                                                                                        | 1,28                                                                                           | 1,31                                                                              | 1,36                                                                                                  |
| <div> <div>FAZIT</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Schnellste GTX 680 derzeit</li> <li>➔ Beigaben &amp; Garantie</li> <li>➔ Im 2D-Betrieb unnötig laut</li> </ul> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                       |
| <div> <div>Wertung: 1,70</div> <div>Wertung: 1,71</div> <div>Wertung: 1,74</div> <div>Wertung: 1,75</div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                       |
| <div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Im 2D-Betrieb unhörbar</li> <li>➔ Um 8 Prozent übertaktet (GPU)</li> <li>➔ Hoher Preis</li> </ul> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Leiseste High-End-Karte derzeit</li> <li>➔ Hoher Kerntakt (+10 Prozent)</li> <li>➔ Fiept/zirpt überdurchschnittlich laut</li> </ul> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ 4 GiByte Grafikspeicher</li> <li>➔ Relativ leise und sparsam</li> <li>➔ Nur Referenztakt</li> </ul> </div> </div> |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                       |

## GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle  
mit 67 Wertungskriterien



| Produkt                                     | N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC                                                                                                                                      | GeForce GTX 680 Superclocked+                                                                                                                         | GTX 680 Direct Cu II TOP (DC2T)                                                                                                                                       | R7970 Lightning                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller/Webseite                         | MSI (www.msi-computer.de)                                                                                                                                       | Evga (eu.evga.com)                                                                                                                                    | Asus (www.asus.de)                                                                                                                                                    | MSI (www.msi-computer.de)                                                                                                                         |
| Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis        | Ca. € 520,-/ausreichend                                                                                                                                         | Ca. € 530,-/ausreichend                                                                                                                               | Ca. € 560,-/mangelhaft                                                                                                                                                | Ca. € 470,-/ausreichend                                                                                                                           |
| PCGH-Preisvergleich                         | www.pcgh.de/preis/758362                                                                                                                                        | www.pcgh.de/preis/756582                                                                                                                              | www.pcgh.de/preis/767446                                                                                                                                              | www.pcgh.de/preis/751143                                                                                                                          |
| Grafikeinheit; Codename (Fertigung)         | GeForce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                                                                                  | GeForce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                                                                        | GeForce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                                                                                        | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                 |
| Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs            | 1.536/128/32                                                                                                                                                    | 1.536/128/32                                                                                                                                          | 1.536/128/32                                                                                                                                                          | 2.048/128/32                                                                                                                                      |
| 2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)             | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                                        | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                              | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                                              | 300/300 MHz (0,850 VGPU)                                                                                                                          |
| 3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)             | 1.058 (Boost: ~1.124 MHz)/3.004 MHz                                                                                                                             | 1.058 (Boost: ~1.124 MHz)/3.106 MHz                                                                                                                   | 1.137 (Boost: ~1.215)/3.004 MHz (1,175 VGPU)                                                                                                                          | 1.070/2.800 MHz (1,170 VGPU)                                                                                                                      |
| Ausstattung (20 %)                          | <b>2,78</b>                                                                                                                                                     | <b>2,78</b>                                                                                                                                           | <b>2,88</b>                                                                                                                                                           | <b>2,65</b>                                                                                                                                       |
| Speichermenge/Anbindung                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                          | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                                | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                            |
| Speicherart/Zugriffszeit                    | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                       | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                             | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                             | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                         |
| Monitoranschlüsse                           | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                                    | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                          | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                                          | 2x DVI (nur Single-Link!), 4x Mini-Displayport                                                                                                    |
| Kühlung                                     | „Twin Frozr III“, Dual-Slot, 5 HP (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte                                                                         | Nvidia-Referenz (DHE) + Backplate, Dual-Slot, Vollbedeckung inkl. 65-Millimeter-Radiallüfter                                                          | „Direct Cu II“, Triple-Slot (!), 5 Heats. à 6 mm, 2x 92-mm-Axiallüfter, VRM-Kühler & Backplate                                                                        | „Twin Frozr IV“, Dual-Slot, 5 HP (2x 8, 3x 6 mm), 2x 90 mm Axiallüfter, VRM-/RAM-/Backplate                                                       |
| Software/Tools                              | Afterburner-Tool, Treiber                                                                                                                                       | Precision X (Tweaker), Treiber                                                                                                                        | Asus-Tools (u. a. GPU Tweak), Treiber                                                                                                                                 | MSI Afterburner (Tuning-Tool), Treiber                                                                                                            |
| Handbuch; Garantie                          | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                                                                                               | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                                                                                     | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                                                                                                     | Faltblatt (deutsch); 3 Jahre                                                                                                                      |
| Kabel, Adapter                              | 2 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter                                                                                                                     | 2 x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter                                                                                                           | Strom: 2x6-auf-8-Pol; SLI-Brücke                                                                                                                                      | Adapter: Mini-DP-DP, HDMI-DVI, 2x Strom                                                                                                           |
| Sonstiges                                   | PCB: Nvidia-Nachbau inkl. Turm, TDP 132 % mgl.                                                                                                                  | Nvidia-PCB inkl. Stromturm, TDP 132 % mgl.                                                                                                            | Custom-PCB ohne Stromturm; TDP 159 % mgl.                                                                                                                             | Dual-BIOS (Normal/LN2), Zero Core; CF-Brücke                                                                                                      |
| Eigenschaften (20 %)                        | <b>1,91</b>                                                                                                                                                     | <b>2,05</b>                                                                                                                                           | <b>2,11</b>                                                                                                                                                           | <b>2,24</b>                                                                                                                                       |
| Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)       | 31/62/65 Grad Celsius                                                                                                                                           | 37/80/81 Grad Celsius                                                                                                                                 | 29/65/67 Grad Celsius                                                                                                                                                 | 33/64/75 Grad Celsius                                                                                                                             |
| Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)      | 0,4 (35 %)/2,6 (49 %)/2,7 (51 %) Sone                                                                                                                           | 0,7 (30 %)/3,4 (59 %)/3,6 (60 %) Sone                                                                                                                 | 1,2 (20 %)/3,2 (34 %)/3,5 (36 %) Sone                                                                                                                                 | 1,0 (30 %)/2,5 (53 %)/6,3 (67 %) Sone                                                                                                             |
| Spulenpfeifen                               | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                                   | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                         | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                                         | Nein – erst mit kräftigem Overvolting                                                                                                             |
| Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring) | 17/24/20 Watt                                                                                                                                                   | 17/19/20 Watt                                                                                                                                         | 29/33/33 Watt                                                                                                                                                         | 22/51/48 Watt                                                                                                                                     |
| Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool          | 152/164 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                           | 154/162 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                 | 188/213 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                                 | 201/298 Watt (PowerTune ist abgeschwächt)                                                                                                         |
| GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)                                                                                                                          | Ja (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)                                                                                                                | Nein (1.250)/nein (1.310)/nein (1.365 MHz)                                                                                                                            | Nein (1.180)/nein (1.230)/nein (1.285 MHz)                                                                                                        |
| RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)                                                                                                                            | Ja (3.415)/ja (3.570)/nein (3.725 MHz)                                                                                                                | Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)                                                                                                                                  | Ja (3.080)/ja (3.220)/ja (3.360 MHz)                                                                                                              |
| Spannung per Tool einstellbar?              | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                                         | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                               | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                                               | Ja (GPU, VRAM, Aux per Afterburner)                                                                                                               |
| Länge/Breite der Karte; Stromstecker        | 25,7 (PCB: 25,5)/3,5 cm; 2x 6-Pol (vert. getürmt)                                                                                                               | 25,5/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal getürmt)                                                                                                             | 30,0 (PCB: 26,7)/5,4 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vert.)                                                                                                                    | 30,2 (PCB 28,0)/3,5 cm; 2x 8-Pol (vertikal)                                                                                                       |
| Leistung im PCGH-Index (60 %)               | <b>1,36</b>                                                                                                                                                     | <b>1,33</b>                                                                                                                                           | <b>1,27</b>                                                                                                                                                           | <b>1,32</b>                                                                                                                                       |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zweitleinste GTX 680</li> <li>➤ Kühler: Trotz Dual-Slot stark</li> <li>➤ Lüfter surren beim OC hochfrequent</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Beste Karte mit Referenzkühlung</li> <li>➤ 3 Jahre Garantie</li> <li>➤ Lautes Rauschen unter Last</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zweitschnellste GTX 680</li> <li>➤ Sehr leistungsfähiger Kühler</li> <li>➤ Lautheit &amp; Verbrauch im 2D-Betrieb</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Um 16 % übertaktet (680-Niveau)</li> <li>➤ Starker Kühler</li> <li>➤ Nur (2x) Single-Link-DVI</li> </ul> |
| <b>FAZIT</b>                                | Wertung: <b>1,75</b>                                                                                                                                            | Wertung: <b>1,76</b>                                                                                                                                  | Wertung: <b>1,76</b>                                                                                                                                                  | Wertung: <b>1,77</b>                                                                                                                              |

## GRAFIKKARTEN

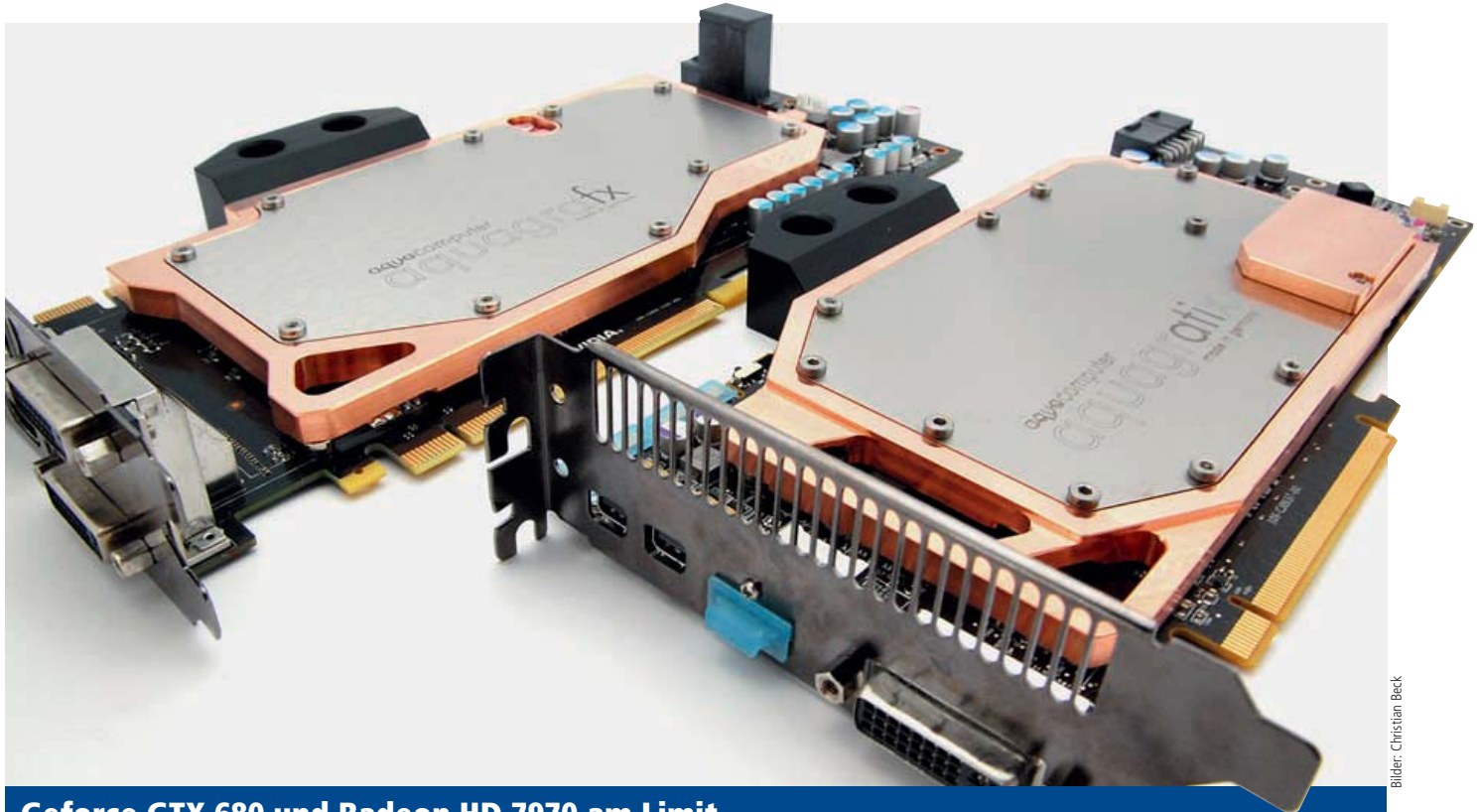
Auszug aus Testtabelle  
mit 67 Wertungskriterien



| Produkt                                     | GTX 680 TGT Ultra Charged                                                                                                                                 | GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T)                                                                                                                                      | GeForce GTX 670 AMP-Edition                                                                                                                           | GeForce GTX 680                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller/Webseite                         | Point of View (www.pointofview-online.com)                                                                                                                | Asus (www.asus.de)                                                                                                                                                   | Zotac (www.zotac.com)                                                                                                                                 | Gainward (www.gainward.de)                                                                                                                                        |
| Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis        | Ca. € 590,-/mangelhaft                                                                                                                                    | Ca. € 440,-/ausreichend                                                                                                                                              | Ca. € 480,-/ausreichend                                                                                                                               | Ca. € 480,-/mangelhaft                                                                                                                                            |
| PCGH-Preisvergleich                         | www.pcgh.de/preis/753833                                                                                                                                  | www.pcgh.de/preis/776592                                                                                                                                             | www.pcgh.de/preis/776848                                                                                                                              | www.pcgh.de/preis/753759                                                                                                                                          |
| Grafikeinheit; Codename (Fertigung)         | GeForce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                                                                            | GeForce GTX 670; GK104 (28 nm)                                                                                                                                       | GeForce GTX 670; GK104 (28 nm)                                                                                                                        | GeForce GTX 680; GK104 (28 nm)                                                                                                                                    |
| Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs            | 1.536/128/32                                                                                                                                              | 1.344/112/32                                                                                                                                                         | 1.344/112/32                                                                                                                                          | 1.536/128/32                                                                                                                                                      |
| 2D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)             | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                                  | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                                             | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                              | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                                          |
| 3D-Takt (GPU/GeForce-ALUs/VRAM)             | 1.111 (Boost: ~1.163)/3.004 MHz (1,050 VGPU)                                                                                                              | 1.058 (Boost: ~1.202)/3.004 MHz                                                                                                                                      | 1.098 (Boost: ~1.176)/3.304 MHz                                                                                                                       | 1.006 + Boost/3.004 MHz (1,150 VGPU)                                                                                                                              |
| Ausstattung (20 %)                          | <b>3,03</b>                                                                                                                                               | <b>2,80</b>                                                                                                                                                          | <b>2,83</b>                                                                                                                                           | <b>2,88</b>                                                                                                                                                       |
| Speichermenge/Anbindung                     | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                    | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                               | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                                            |
| Speicherart/Zugriffszeit                    | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                 | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                            | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                             | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                         |
| Monitoranschlüsse                           | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                              | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                                         | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                          | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                                      |
| Kühlung                                     | „Triple-Fan“, Triple-Slot (!), 5 HP à 6 mm, 3x axial (1x 90, 2x 75 mm), VRM-/RAM-/Backplate                                                               | „Direct Cu II“, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2x 75-mm-Axiallüfter, VRM-Kühler & Backplate                                                                          | Eigendesign, Triple-Slot (!), Vapor Chamber + 4 HP à 6 mm, 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Platte                                                           | Nvidia-Referenz (Direct Heat Exhaust), Dual-Slot, Vollbedeckung inkl. 65-Millimeter-Radiallüfter                                                                  |
| Software/Tools                              | Treiber-CD                                                                                                                                                | GPU Tweak (Tweaker), Treiber                                                                                                                                         | Firestorm (Tweaker), Treiber                                                                                                                          | Expertool (Tweaker), Treiber-CD                                                                                                                                   |
| Handbuch; Garantie                          | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                         | Faltblatt (multilingual); 3 Jahre                                                                                                                                    | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre (5 bei Reg.)                                                                                                        | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                                                 |
| Kabel, Adapter                              | –                                                                                                                                                         | 1 x Strom: Molex-auf-6-Pol                                                                                                                                           | DVI-VGA-Adapter, 2 x Strom: Molex-auf-6-Pol                                                                                                           | DVI-VGA-Adapter, 1 x Strom: Molex-auf-6-Pol                                                                                                                       |
| Sonstiges                                   | Custom-PCB ohne Stromturm; TDP max. 112 %                                                                                                                 | Asus-Custom-PCB; TDP maximal 117 %                                                                                                                                   | GTX-680-PCB inkl. Stromturm; TDP max. 132 %                                                                                                           | Erstmals bei Nvidia 4 LCDs (3 zum Spielen) nutzbar                                                                                                                |
| Eigenschaften (20 %)                        | <b>2,06</b>                                                                                                                                               | <b>1,79</b>                                                                                                                                                          | <b>2,07</b>                                                                                                                                           | <b>2,08</b>                                                                                                                                                       |
| Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)       | 30/78/79 Grad Celsius                                                                                                                                     | 35/74/74 Grad Celsius                                                                                                                                                | 29/64/70 Grad Celsius                                                                                                                                 | 35/79/81 Grad Celsius                                                                                                                                             |
| Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)      | 1,3 (30 %)/4,4 (59 %)/4,3 (59 %) Sone                                                                                                                     | 0,2 (10 %)/0,9 (52 %)/0,8 (53 %) Sone                                                                                                                                | 1,2 (30 %)/2,8 (39 %)/3,1 (43 %) Sone                                                                                                                 | 0,8 (30 %)/3,3 (57 %)/3,9 (61 %) Sone                                                                                                                             |
| Spulenpfeifen                               | Moderat (je nach Last: Zirpen)                                                                                                                            | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                                        | Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)                                                                                                         | Unauffällig (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                                     |
| Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring) | 21/25/24 Watt                                                                                                                                             | 21/28/24 Watt                                                                                                                                                        | 17/22/20 Watt                                                                                                                                         | 17/21/20 Watt                                                                                                                                                     |
| Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool          | 176/177 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                     | 151/152 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                                | 153/175 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                 | 174/193 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                                             |
| GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Nein (1.220)/nein (1.280)/nein (1.335 MHz)                                                                                                                | Nein (1.165)/ja (1.215)/nein (1.270 MHz)                                                                                                                             | Ja (1.210)/nein (1.260)/nein (1.320 MHz)                                                                                                              | Ja (1.105)/ja (1.155)/nein (1.205 MHz)                                                                                                                            |
| RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent) | Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)                                                                                                                    | Ja (3.305)/ja (3.455)/ja (3.605 MHz)                                                                                                                                 | Ja (3.635)/ja (3.800)/nein (3.965 MHz)                                                                                                                | Ja (3.305)/ja (3.455)/nein (3.605 MHz)                                                                                                                            |
| Spannung per Tool einstellbar?              | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                                   | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                                              | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                               | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                                           |
| Länge/Breite der Karte; Stromstecker        | 26,4 (PCB: 25,5)/5,5 cm; 1x 8-Pol/1x 6-Pol (vert.)                                                                                                        | 26,8 (PCB: 23,3)/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                        | 26,5 (PCB: 25,5)/5,5 cm; 2 x 6-Pol (vert. getürmt)                                                                                                    | 25,5/3,5 cm; 2 x 6-Pol (vertikal getürmt)                                                                                                                         |
| Leistung im PCGH-Index (60 %)               | <b>1,27</b>                                                                                                                                               | <b>1,44</b>                                                                                                                                                          | <b>1,37</b>                                                                                                                                           | <b>1,39</b>                                                                                                                                                       |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zweitschnellste GTX 680</li> <li>➤ Kühler stärker als Referenz</li> <li>➤ Minimalistische Ausstattung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perfekt eingestellte Belüftung</li> <li>➤ Sehr schnell dank hohem Boost</li> <li>➤ 2D: Leicht erhöhter Verbrauch</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schnellste GTX 670 (680-Niveau)</li> <li>➤ 5 Jahre Garantie</li> <li>➤ Lüfter im Leerlauf zu laut</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sehr hohe Spieleleistung</li> <li>➤ Hitze entweicht aus dem Gehäuse</li> <li>➤ Kühler hat kaum Luft nach oben</li> </ul> |
| <b>FAZIT</b>                                | Wertung: <b>1,78</b>                                                                                                                                      | Wertung: <b>1,78</b>                                                                                                                                                 | Wertung: <b>1,80</b>                                                                                                                                  | Wertung: <b>1,82</b>                                                                                                                                              |

| <b>GRAFIKKARTEN</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
| <b>Produkt</b>                                                            | Radeon HD 7970 X-Edition                                                                                                                                     | HD 7970 Direct Cu II TOP (DC2T)                                                                                                                           | Radeon HD 7970 OC                                                                                                                                            | R7970 Black Edition Double D.                                                                                                              |
| <b>Hersteller/Webseite</b>                                                | VTX3D; Bezugsquelle: Caseking.de                                                                                                                             | Asus (www.asus.de)                                                                                                                                        | Sapphire (www.sapphiretech.com)                                                                                                                              | XFX (xfxforce.com/de)                                                                                                                      |
| <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                               | Ca. € 410,-/ausreichend                                                                                                                                      | Ca. € 450,-/ausreichend                                                                                                                                   | Ca. € 420,-/ausreichend                                                                                                                                      | Ca. € 440,-/ausreichend                                                                                                                    |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                | www.pcgh.de/preis/735997                                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/729055                                                                                                                                  | www.pcgh.de/preis/735670                                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/723342                                                                                                                   |
| <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                            | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                         | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                            | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                          |
| <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                   | 2.048/128/32                                                                                                                                                 | 2.048/128/32                                                                                                                                              | 2.048/128/32                                                                                                                                                 | 2.048/128/32                                                                                                                               |
| <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 300/300 MHz (0,842 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                           | 300/300 MHz (0,848 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                        | 300/300 MHz (0,846 VGPU)                                                                                                                                     | 300/300 MHz (0,850 VGPU)                                                                                                                   |
| <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 1.050/2.850 MHz (1,113 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                       | 1.000/2.800 MHz (1,164 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                    | 950/2.850 oder 1.000/2.900 MHz (1,17 VGPU)                                                                                                                   | 1.000/2.850 MHz (1,170 VGPU)                                                                                                               |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                 | <b>2,83</b>                                                                                                                                                  | <b>2,88</b>                                                                                                                                               | <b>2,70</b>                                                                                                                                                  | <b>2,76</b>                                                                                                                                |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                            | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                       | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                    | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                       | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                     |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                           | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                    | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                 | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                                    | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                  |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                                  | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                      | 2 x DVI (1 x DL, 1 x SL), 4 x Displayport                                                                                                                 | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                                      | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                    |
| <b>Kühlung</b>                                                            | Eigendesign, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm Durchmesser, 2x 85 mm axial, VRM-Kühler                                                                           | „Direct Cu II“, Triple-Slot (!), 5 Heatp. à 6 mm, 2 x 92 mm axial, VRM-/RAM-Platte, Backplate                                                             | „Dual-X“, Dual-Slot, Kupferkern + 5 Heatp. (2x 8, 3x 6 mm), 2 x 90 mm axial, VRM-/RAM-Kühler                                                                 | „Ghost“, Dual-Slot, Vapor Chamber, 2 x 85 mm axial, VRM-/RAM-Kühler                                                                        |
| <b>Software/Tools</b>                                                     | Treiber-CD                                                                                                                                                   | Asus GPU Tweak, Treiber                                                                                                                                   | Downloads im Sapphire Club, Treiber-CD                                                                                                                       | Treiber-CD                                                                                                                                 |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                                 | Faltblatt (englisch); 2 Jahre                                                                                                                                | Faltblatt (deutsch); 3 Jahre                                                                                                                              | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                                 | Faltblatt (englisch); 2 Jahre                                                                                                              |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                                     | Mini-DP-DP, Mini-DP-DVI, HDMI-DVI, DVI-VGA                                                                                                                   | DVI-HDMI-Adapter, 1x Strom (2x6 auf 8-Pol)                                                                                                                | Mini-DP-DP, Mini-DP-DVI, HDMI-DVI, DVI-VGA                                                                                                                   | HDMI-DVI-Adapterkabel, Crossfire-Brücke                                                                                                    |
| <b>Sonstiges</b>                                                          | Dual-BIOS; Crossfire-Brücke; Zero Core                                                                                                                       | Volt-Messpunkte, Dual-BIOS, Zero-Core-Feature                                                                                                             | Dual-BIOS; HDMI-Kabel, CF-Brücke; Zero Core                                                                                                                  | Dual-BIOS, Zero Core-Feature, Xfx-Slotblende                                                                                               |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                               | <b>2,26</b>                                                                                                                                                  | <b>2,12</b>                                                                                                                                               | <b>2,17</b>                                                                                                                                                  | <b>2,29</b>                                                                                                                                |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                              | 33/68/73 Grad Celsius                                                                                                                                        | 32/65/69 Grad Celsius                                                                                                                                     | 34/61/70 Grad Celsius                                                                                                                                        | 36/77/79 Grad Celsius                                                                                                                      |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                             | 0,5 (20 %) / 1,9 (53 %) / 3,4 (64 %) Sone                                                                                                                    | 1,1 (10 %) / 2,9 (29 %) / 3,8 (33 %) Sone                                                                                                                 | 0,4 (20 %) / 2,2 (50 %) / 3,3 (58 %) Sone                                                                                                                    | 1,3 (20 %) / 3,0 (42 %) / 3,4 (44 %) Sone                                                                                                  |
| <b>Spulenpfefen</b>                                                       | Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)                                                                                                                  | Unauffällig (erst ab hohen viertstelligen Fps)                                                                                                            | Moderat (je nach Last: Zirpen)                                                                                                                               | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                   |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                        | 25/90/83 Watt                                                                                                                                                | 17/42/34 Watt                                                                                                                                             | 21/48/45 Watt                                                                                                                                                | 22/54/65 Watt                                                                                                                              |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                                 | 203/265 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                           | 185/214 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                        | 169/236 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                           | 205/229 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                         |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (1.155)/nein (1.210)/nein (1.260 MHz)                                                                                                                     | Ja (1.100)/nein (1.150)/nein (1.200 MHz)                                                                                                                  | Ja (1.045)/ja (1.090)/nein (1.140 MHz)                                                                                                                       | Ja (1.100)/nein (1.150)/nein (1.200 MHz)                                                                                                   |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (3.135)/ja (3.280)/nein (3.420 MHz)                                                                                                                       | Ja (3.080)/ja (3.220)/ja (3.360 MHz)                                                                                                                      | Ja (3.135)/ja (3.280)/nein (3.420 MHz)                                                                                                                       | Ja (3.135)/ja (3.280)/nein (3.420 MHz)                                                                                                     |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                                     | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                      | Ja (GPU bis 1,3, VRAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                       | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                      | Ja (GPU bis 1,3, VRAM bis 1,7 Volt)                                                                                                        |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                               | 26,7/3,4 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)                                                                                                                       | 27,5/4,9 cm; 2 x 8-Pol (vertikal)                                                                                                                         | 28,4 (PCB 26,7)/4,3 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)                                                                                                            | 26,7/3,5 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)                                                                                                     |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                                      | <b>1,35</b>                                                                                                                                                  | <b>1,40</b>                                                                                                                                               | <b>1,45</b>                                                                                                                                                  | <b>1,40</b>                                                                                                                                |
| <b>FAZIT</b>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Leistung auf GTX-680-Niveau</li> <li>Kühler: Leise und doch stark</li> <li>Leistungsaufnahme Blu-ray/2-LCD</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderate Übertaktung</li> <li>Mächtige Kühlung (OC-Potenzial)</li> <li>Platzbedarf im Gehäuse (3 Slots)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Leiseste HD 7970 (mit BIOS !)</li> <li>Gut gekühlt und sparsam</li> <li>1-GHz-BIOS relativ laut (3,8 Sone)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1 GHz Kerntakt</li> <li>Guter Vapor-Chamber-Kühler</li> <li>Verbrauch mit mehr als 1 LCD</li> </ul> |
|                                                                           | <b>Wertung: 1,83</b>                                                                                                                                         | <b>Wertung: 1,84</b>                                                                                                                                      | <b>Wertung: 1,84</b>                                                                                                                                         | <b>Wertung: 1,85</b>                                                                                                                       |

| <b>GRAFIKKARTEN</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 67 Wertungskriterien |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |
| <b>Produkt</b>                                                            | GV-R7970OC-3GD (Windforce 3x)                                                                                                                     | Geforce GTX 670 Phantom                                                                                                                      | Geforce GTX 670 Jetstream                                                                                                         | Radeon HD 7970 Royal King                                                                                                                              |
| <b>Hersteller/Webseite</b>                                                | Gigabyte (www.gigabyte.de)                                                                                                                        | Gainward (www.gainward.de)                                                                                                                   | Palit (www.palit.biz)                                                                                                             | Club 3D (www.club-3d.com)                                                                                                                              |
| <b>Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                               | Ca. € 430,-/ausreichend                                                                                                                           | Ca. € 380,-/ausreichend                                                                                                                      | Ca. € 380,-/ausreichend                                                                                                           | Ca. € 420,-/ausreichend                                                                                                                                |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                | www.pcgh.de/preis/724074                                                                                                                          | www.pcgh.de/preis/774962                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/776907                                                                                                          | www.pcgh.de/preis/774068                                                                                                                               |
| <b>Grafikeinheit; Codename (Fertigung)</b>                                | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                 | Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)                                                                                                               | Geforce GTX 670; GK104 (28 nm)                                                                                                    | Radeon HD 7970; Tahiti XT (28 nm)                                                                                                                      |
| <b>Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs</b>                                   | 2.048/128/32                                                                                                                                      | 1.344/112/32                                                                                                                                 | 1.344/112/32                                                                                                                      | 2.048/128/32                                                                                                                                           |
| <b>2D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 300/300 MHz (0,848 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                                     | 324/324 MHz (0,987 VGPU)                                                                                                          | 300/300 MHz (0,850 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                     |
| <b>3D-Takt (GPU/Geforce-ALUs/VRAM)</b>                                    | 1.000/2.750 MHz (1,162 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                            | 1.006 (Boost: ~1.150)/3.054 MHz                                                                                                              | 1.006 (Boost: ~1.150)/3.054 MHz                                                                                                   | 975/2.750 MHz (1,174 VGPU, 1,6 VMEM)                                                                                                                   |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                                 | <b>2,86</b>                                                                                                                                       | <b>2,98</b>                                                                                                                                  | <b>2,98</b>                                                                                                                       | <b>3,00</b>                                                                                                                                            |
| <b>Speichermenge/Anbindung</b>                                            | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                            | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                                       | 2.048 MiByte (256 Bit)                                                                                                            | 3.072 MiByte (384 Bit)                                                                                                                                 |
| <b>Speicherart/Zugriffszeit</b>                                           | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                         | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                    | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                         | GDDR5 (Hynix ROC, 6 Gbps)                                                                                                                              |
| <b>Monitoranschlüsse</b>                                                  | 1x DL-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-Displayport                                                                                                           | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                                 | 2 x Dual-Link-DVI, 1 x HDMI, 1 x Displayport                                                                                      | 2x Dual-Link-DVI, 1x HDMI, 2x Mini-DP                                                                                                                  |
| <b>Kühlung</b>                                                            | „Windforce 3x“, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 3 x 75 mm axial, VRM-/RAM-Kühler                                                                   | „Phantom II“, Triple-Slot (!), 3 Heatpipes à 6 mm Durchmesser, 2x 80 mm axial, VRM-Kühlplatte                                                | „Jetstream“, Triple-Slot (!), 4 Heatpipes à 6 mm, 2 x 90-mm-Axiallüfter, VRM-Kühlplatte                                           | „Coolstream“, Dual-Slot, 3 DT-Heatpipes à 8 mm, 2 x 90 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler                                                                 |
| <b>Software/Tools</b>                                                     | Treiber-CD                                                                                                                                        | Expertool (Tweaker), Treiber-CD                                                                                                              | Thunder Master (Tweaker), Treiber-CD                                                                                              | Treiber-CD                                                                                                                                             |
| <b>Handbuch; Garantie</b>                                                 | Faltblatt (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                      | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                            | Faltblatt (multilingual); 2 Jahre                                                                                                 | Flyer (deutsch); 2 Jahre                                                                                                                               |
| <b>Kabel, Adapter</b>                                                     | Strom: Molex-auf-8-Pol, Molex-auf-6-Pol                                                                                                           | DVI-VGA, HDMI-DVI, Strom: Molex-auf-6-Pol                                                                                                    | DVI-VGA, HDMI-DVI, Strom: Molex-auf-6-Pol                                                                                         | Crossfire-Brücke                                                                                                                                       |
| <b>Sonstiges</b>                                                          | Dual-BIOS, Zero-Core-Feature, Crossfire-Brücke                                                                                                    | Platine ohne Stromturm; TDP maximal 128 %                                                                                                    | Platine ohne Stromturm; TDP maximal 128 %                                                                                         | Dual-BIOS (normal und „unlocked“); Zero Core                                                                                                           |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                               | <b>2,23</b>                                                                                                                                       | <b>2,11</b>                                                                                                                                  | <b>2,18</b>                                                                                                                       | <b>2,14</b>                                                                                                                                            |
| <b>Temp. GPU (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                              | 33/64/66 Grad Celsius                                                                                                                             | 34/73/73 Grad Celsius                                                                                                                        | 36/76/77 Grad Celsius                                                                                                             | 32/69/73 Grad Celsius                                                                                                                                  |
| <b>Lautstärke (2D/Bad Company 2/VGA-Tool)</b>                             | 0,9 (33 %) / 2,9 (42 %) / 3,6 (47 %) Sone                                                                                                         | 0,7 (35 %) / 3,4 (63 %) / 3,2 (63 %) Sone                                                                                                    | 0,6 (30 %) / 4,5 (58 %) / 4,3 (59 %) Sone                                                                                         | 0,7 (32 %) / 2,1 (44 %) / 3,0 (50 %) Sone                                                                                                              |
| <b>Spulenpfefen</b>                                                       | Normal (erst ab hohen dreistelligen Fps)                                                                                                          | Moderat (je nach Last: Zirpen)                                                                                                               | Moderat (je nach Last: Zirpen)                                                                                                    | Überdurchschnittlich (je nach Last: Zirpen)                                                                                                            |
| <b>Leistungsaufn. (2D/Blu-ray/Dual-Monitoring)</b>                        | 23/51/48 Watt                                                                                                                                     | 18/24/21 Watt                                                                                                                                | 18/25/21 Watt                                                                                                                     | 18/51/46 Watt                                                                                                                                          |
| <b>Leistungsaufnahme 3D/PCGH VGA-Tool</b>                                 | 192/224 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                | 154/157 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                                        | 154/155 Watt (TDP-Limit: 100 Prozent)                                                                                             | 177/221 Watt (Powertune: Standard)                                                                                                                     |
| <b>GPU-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (1.100)/ja (1.150)/nein (1.200 MHz)                                                                                                            | Nein (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)                                                                                                   | Nein (1.105)/nein (1.155)/nein (1.205 MHz)                                                                                        | Ja (1.070)/ja (1.120)/nein (1.170 MHz)                                                                                                                 |
| <b>RAM-Übertakt. bestanden? (10/15/20 Prozent)</b>                        | Ja (3.025)/ja (3.165)/ja (3.300 MHz)                                                                                                              | Ja (3.360)/ja (3.510)/nein (3.665 MHz)                                                                                                       | Ja (3.360)/ja (3.510)/nein (3.665 MHz)                                                                                            | Ja (3.025)/ja (3.165)/ja (3.300 MHz)                                                                                                                   |
| <b>Spannung per Tool einstellbar?</b>                                     | Ja (GPU bis 1,3, VRAM bis 1,7 Volt)                                                                                                               | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                                      | Ja (GPU bis 1,175 Volt)                                                                                                           | Ja (GPU bis 1,3 Volt, RAM bis 1,7 Volt)                                                                                                                |
| <b>Länge/Breite der Karte; Stromstecker</b>                               | 26,7/3,5 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)                                                                                                            | 24,7 (PCB: 17,3)/5,0 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                                | 24,5 (PCB: 17,3)/4,6 cm; 2 x 6-Pol (vertikal)                                                                                     | 26,4 (PCB 26,1)/3,4 cm; 1x 8-/1x 6-Pol (vertikal)                                                                                                      |
| <b>Leistung im PCGH-Index (60 %)</b>                                      | <b>1,43</b>                                                                                                                                       | <b>1,44</b>                                                                                                                                  | <b>1,44</b>                                                                                                                       | <b>1,48</b>                                                                                                                                            |
| <b>FAZIT</b>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>1 GHz Chiptakt</li> <li>Effizienter Kühler (erst ab F2-BIOS!)</li> <li>Spartanische Ausstattung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderat übertaktet</li> <li>Kühler stärker als Nvidia-Referenz</li> <li>Zirp-/Fiep-Neigung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderat übertaktet</li> <li>Relativ günstig</li> <li>Laute Belüftung unter Last</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Leiser &amp; starker Kühler</li> <li>Gute Verbrauchswerte</li> <li>Keine VRM- &amp; RAM-Kühlelemente</li> </ul> |
|                                                                           | <b>Wertung: 1,87</b>                                                                                                                              | <b>Wertung: 1,88</b>                                                                                                                         | <b>Wertung: 1,90</b>                                                                                                              | <b>Wertung: 1,91</b>                                                                                                                                   |



Bilder: Christian Beck

## Geforce GTX 680 und Radeon HD 7970 am Limit

# Wakü meets OC

Wie schnell Nvidias Geforce GTX 680 und AMDs Radeon HD 7970 mit Übertaktung sein können, haben wir gezeigt – nun legen wir nach und übertakten die Karten mit Wasserkühlung bis ans Limit.

Die beiden pfeilschnellen Single-GPU-Grafikkarten von AMD und Nvidia haben wir in einem separaten Test bereits voll ausgefahren (siehe PCGH 06/2012, Seite 54 ff.). Für den besagten Artikel beschränkten wir uns allerdings auf den Einsatz einer starken Luftkühlung – entweder per Referenzdesign oder Nachrüstprodukt. Werfen Sie einen Blick auf die Heft-DVD, wo wir Ihnen den Artikel nochmals in Form eines PDFs hinterlegt haben.

Wir kamen zu dem Ergebnis, dass eine kräftige Kühlung für das erfolgreiche Übertakten beider Grafikkarten bereits die halbe Miete ist. Ob sich mit einer nochmals verbesserten Kühlung in Form eines Wasserkühlers mehr Takt erreichen lässt, ob sich das Übertakten im Grenzbereich auszahlt und welchen Einfluss dies auf das Fps-Watt-Verhältnis hat (sprich die Effizienz), klären wir auf den folgenden Seiten.

### Testmethodik

Ausgehend vom Standardluftkühler ermitteln wir folgende drei Leistungsstufen: Standardfrequenzen, leichtes und starkes Übertakten. Beim Übertakten erhöhen wir dabei nur die Taktraten auf die maximal stabilen Werte. Im Folgenden legen wir dann auch Hand an weitere Stellschrauben wie die GPU-Spannung – dazu aber später mehr. Nach dem Umbau auf den Wasserkühler ziehen wir mit identischen Einstellungen den Vergleich zur Luftkühlung und prüfen zusätzlich die maximale Übertaktung, bei der wir alles aus den Grafikbeschleunigern herausholen: erneut die Standardfrequenzen, starkes sowie maximales Übertakten.

Die Leistung der beiden Testproben ermitteln wir anhand von drei grafisch fordernden Spielen und zwei synthetischen Benchmarks. Die Spiele schaffen zugleich

die Grundlage für die praxisnahe Ermittlung der Leistungsaufnahme des gesamten Testsystems. Aus Fps und Watt bilden wir anschließend das bekannte Fps-Watt-Verhältnis, welches die Effizienz der Grafikkarte beschreibt – je höher, desto besser.

### Testsystem

Neben einem übertakteten Core i7-3930K auf einem Rampage IV Extreme bei 4,8 GHz statten wir das System mit einer leistungsstarken Wasserkühlung aus, welche Prozessor und die Grafikkarte durch einen großen Tripleradiator samt schnell drehenden Lüftern kühlt.

### Grundlagen: HD 7970 OC

Das Übertakten der Tahiti-GPU erfolgt nach bewährtem Schema: Sie haben über Programme, etwa MSIs Afterburner, die Kontrolle über GPU- und Speichertakt sowie die GPU- und Speicherspannung –

also ausreichend Weichen, um eine erfolgreiche Leistungssteigerung zu erzielen. Etwas neuer ist der PowerTune-Wert, der die maximale Verbrauchsgrenze der Radeon HD 7970 im Rahmen der TDP regelt.

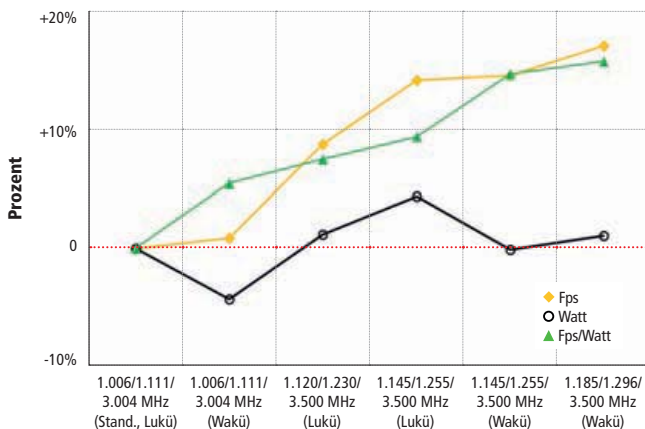
Ab Werk darf der Pixelbeschleuniger dabei 210 Watt konsumieren. Aber auch hier geben Ihnen die Tools die Möglichkeit an die Hand, den Wert auf bis zu 120 Prozent zu erhöhen, was rein rechnerisch einer Leistungsaufnahme von 252 Watt gleichkommt.

### Etwas Besonderes: GTX 680

Als treuer Leser kennen Sie es bereits: Mit dem GPU-Boost ist auf Kepler-Platinen stets ein Störfaktor aktiv. Er sorgt dafür, dass sich die GPU in Abhängigkeit der Auslastung, Temperatur und TDP dynamisch übertakten lässt. Unser Exemplar legt unter Einhaltung der Rahmenbedingungen bestenfalls einen

## Geforce GTX 680: Overclocking im Detail

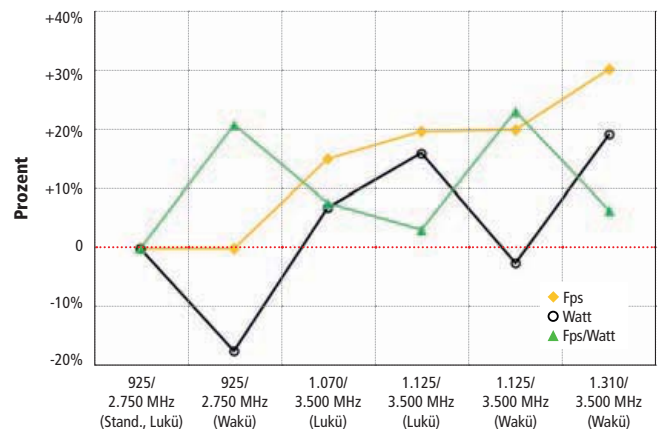
Gemittelte Fps und Watt aus BF3, Crysis 2, Crysis Warhead und Heaven 3.0



**System:** Geforce GTX 680, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 (HQ) **Bemerkungen:** Die GTX 680 wird alleine durch die Wasserkühlung sparsamer und schneller, selbst mit drastischer Übertaktung bleibt sie dank der Wakü ähnlich sparsam wie mit Luftkühlung.

## Radeon HD 7970: Übertaktung beleuchtet

Gemittelte Fps und Watt aus BF3, Crysis 2, Crysis Warhead und Heaven 3.0



**System:** Radeon HD 7970, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 (HQ) **Bemerkungen:** Die HD 7970 reagiert extrem auf niedrige Temperaturen, nichtsdestotrotz resultiert sehr starkes Overclocking in einer massiv gestiegenen Leistungsaufnahme.

GPU Boost von 104,5 MHz an. Dies bedeutet, dass sich die Geforce GTX 680 bereits in den Standardeinstellungen vom GPU-Grundtakt von 1.006 auf 1.111 MHz übertaktet. Die Spannung des 28-nm-Chips ändert sich dabei von 0,987 auf maximal 1,175 Volt – gleichzeitig auch das Maximum, welches Sie aktuell manuell einstellen können. Der Speicher wird dauerhaft mit 3.004 MHz betrieben und verzichtet auf variable Taktraten. Mit Evgas Precision X nehmen wir Einfluss auf die Taktraten und den ebenfalls variablen TDP-Wert (maximal 132 Prozent entsprechen 263 Watt) und tasten uns an das Limit heran.

### Wasser marsch!

Um die beiden Kühlkörper auf Fremdkörper zu überprüfen, öffnen wir diese und inspizieren das Innere – ein Schritt, den Sie bei jedem Wasserkühler vor der Erstmontage durchführen sollten, um Verunreinigungen vom Wasserkreislauf fernzuhalten. Die Montage geht im Anschluss bei beiden Kühlern leicht von der Hand. Aquacomputer sieht für GPU und Speicherchips den Einsatz von Wärmeleitpaste vor und liefert für die Spannungswandler eine ausreichende Menge Wärmeleitpads.

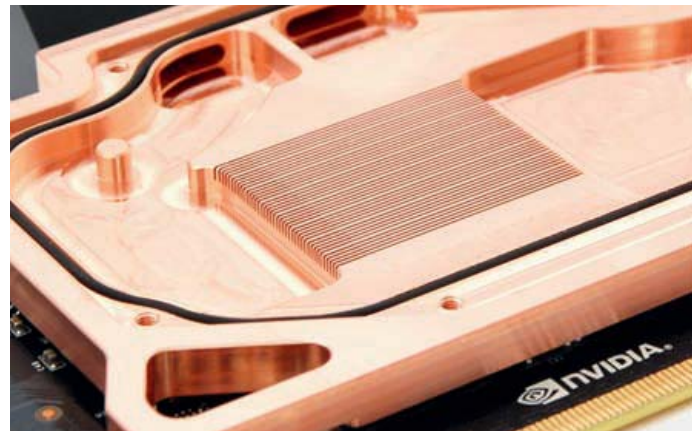
Sind die rückseitigen Schrauben erst einmal über Kreuz und gleichmäßig festgezogen, bieten beide Kühlkörper dank Abstandshalter eine sehr gute Passgenauigkeit ohne Durchbiegen der Platine – eine anschließende Demontage zur Kontrolle der Abdrücke der

Wärmeleitpaste bestätigt dies. Wir binden die Grafikkarte in den Wasserkreislauf ein und kontrollieren umgehend nach dem ersten Start die GPU-Temperaturen.

### Übertaktungsversuche

Eins vorab: Wir richten den Fokus auf die Übertaktbarkeit des Grafikchips und lassen den Speichertakt außen vor. Sobald wir den Grafikchip übertakten, betreiben wir den Speicher bei beiden Karten pauschal mit 3.500 MHz – hier sind jedoch teils höhere Taktraten möglich, insbesondere wenn man bei der Radeon HD 7970 auch die gefährliche Option zur Änderung der Speicherspannung einsetzt.

Das Übertakten der GTX 680 gestaltet sich angesichts der GPU-Boost-Funktion etwas schwieriger. So ist es nur mittels eines Offset-Wertes (Versatz) möglich, die Grafikkarte zu übertakten – dieser wird auf die Grundfrequenz addiert. Der variable GPU-Boost bleibt dabei dauerhaft aktiv. Wir erreichen ohne Anpassung des TDP-Limits bereits mit Luftkühlung Spitzenwerte von bis zu 1,23 GHz für die GPU. Da die Spannung dabei 1,175 Volt beträgt, können wir auch mit stärkerer Kühlung und gesteigertem TDP-Limit nicht mehr viel ausrichten. Mit Wasserkühlung und maximalem TDP-Limit reicht es immerhin noch für eine Verbesserung auf 1,30 GHz Chiptakt. Für die Geforce GTX 680 ermitteln wir folgende Einstellungen als stabil (Schema: Kühlung; TDP in Prozent; Basis-/Boost-/Speichertakt in MHz):



Aquacomputer platziert beim Aquagraphics für die Geforce GTX 680 oberhalb des Grafikchips eine massive, aber sehr filigrane Kanalstruktur.

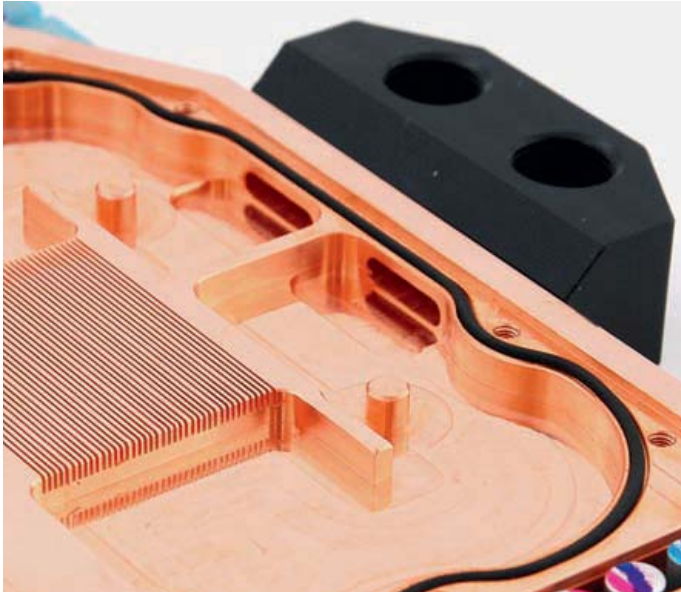
### Eine Frage der Phasen

**Neben der GPU selbst ist auch eine stabile Spannungsversorgung sowie deren Aufbau entscheidend für hohe Overclocking-Resultate.**

Sobald wir unserer HD 7970 in den Tests die Kombination aus hohem Takt und einer GPU-Spannung von über 1,275 Volt zumuten, schaltet diese unter Volllast unmittelbar das gesamte Testsystem komplett ab. Wir forschten nach und stellten an der PCB-Rückseite unbedenkliche Temperaturen fest – der leistungsfähigen Wasserkühlung sei Dank. Offenbar zieht aber die Spannungsversorgung des Pixelbeschleunigers infolge hoher Stromspitzen die Notbremse. Wie für das Referenz-PCBs der HD 7970 üblich, setzt unsere Karte auf fünf Phasen für die Versorgung der GPU. Das Referenz-PCB bietet aber Platz für eine sechste Phase, die gerade bei starkem Übertakten zu Vorteilen durch Entlastung der übrigen Phasen führen kann. Dies haben die Hersteller erkannt und stellen vereinzelt OC-Modelle mit voller Phasenbestückung aus. Hierzu zählen Sapphires HD 7970 Dual-X OC-Edition oder die VTX3D HD 7970 X-Edition. Planen Sie, eine wassergekühlte HD 7970 ans Limit zu übertakten, greifen Sie bei der Anschaffung gezielt zu einer dieser beiden Radeon-Karten.



Bild: Jan Reichelt



Auch der Aquagratix für die Radeon HD 7970 setzt die Kanalstruktur oberhalb der GPU ein und wird über ein Delrin-Anschlussterminal seitlich kontaktiert.

- Lukü; 100 % @ 1.006/1.111/3.004
- Wakü; 100 % @ 1.006/1.111/3.004
- Lukü; 100 % @ 1.126/1.230/3.500
- Lukü; 120 % @ 1.151/1.255/3.500
- Wakü; 120 % @ 1.151/1.255/3.500
- Wakü; 132 % @ 1.191/1.296/3.500

Neben dem Vergleich der Standardwerte suchen wir in Verbindung mit dem Standardkühler auch bei der Radeon HD 7970 die maximal möglichen Taktfrequenzen innerhalb der TDP-Grenze. Anschließend erhöhen wir TDP-Limit und GPU-Spannung um rund zehn Prozent. Hierfür reicht die automatische Lüftersteuerung aber schon nicht mehr aus, es kommt reproduzierbar zu Abstürzen unter starker Last. Erst mit ohrenbetäubenden 75 Prozent Drehzahl können wir einen stabilen Betrieb sicherstellen. Im letzten Schritt führen wir das TDP-Limit mit 120 Prozent an

Maximum und erhöhen die Spannung ebenfalls auf den maximal möglichen Wert – hier ist der Betrieb ausschließlich mit einem Wasserkühler zu empfehlen. Aus den Stabilitätstests resultieren 1,31 GHz für die GPU – das sind 42 Prozent mehr Taktfrequenz. Es ergeben sich folgende Einstellungen für unsere Benchmarks (Schema: Kühlung; TDP in Prozent; Spannung in Volt, GPU-/Speichertakt in MHz):

- Lukü; 100 % - 1,05 V @ 925/2.750
- Wakü; 100 % - 1,05 V @ 925/2.750
- Lukü; 100 % - 1,05 V @ 1.079/3.500
- Lukü; 110 % - 1,15 V @ 1.125/3.500
- Wakü; 110 % - 1,15 V @ 1.125/3.500
- Wakü; 120 % - 1,28 V @ 1.310/3.500

### Leistungsanalyse HD 7970

Wenig überraschend: Mit identischen Taktraten ist die Radeon HD 7970 unabhängig von der Kühl-

## 3D Mark 11 (GTX 680): Bestes Resultat

### 3D Mark 11 (Extreme-Preset, 1080p)

|                              |       |               |
|------------------------------|-------|---------------|
| 1.185/1.296/3.500 MHz (WaKü) | 3.537 | 3.878 (+18 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (WaKü) | 3.448 | 3.786 (+16 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (LuKü) | 3.417 | 3.751 (+14 %) |
| 1.120/1.230/3.500 MHz (WaKü) | 3.243 | 3.578 (+9 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (WaKü) | 3.031 | 3.336 (+2 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (LuKü) | 2.975 | 3.279 (Basis) |

**System:** GeForce GTX 680, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, GeForce 301.42 (HQ) **Bemerkungen:** Die Übertaktung der GPU sowie des Speichers schlägt voll durch, die Karte wird immerhin 18 Prozent schneller.

**Punkte Graph. Score**  
► Besser

## 3D Mark 11 (HD 7970): Ein Drittel schneller

### 3D Mark 11 (Extreme-Preset, 1080p)

|                        |       |               |
|------------------------|-------|---------------|
| 1.310/3.500 MHz (WaKü) | 3.442 | 3.783 (+34 %) |
| 1.125/3.500 MHz (WaKü) | 3.064 | 3.384 (+20 %) |
| 1.125/3.500 MHz (LuKü) | 3.029 | 3.349 (+19 %) |
| 1.070/3.500 MHz (WaKü) | 2.825 | 3.121 (+11 %) |
| 925/2.750 MHz (WaKü)   | 2.540 | 2.819 (+0 %)  |
| 925/2.750 MHz (LuKü)   | 2.537 | 2.816 (Basis) |

**System:** Radeon HD 7970, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 (HQ) **Bemerkungen:** Je nach Grad der Übertaktung erreicht die Karte bis zu 34 Prozent mehr Leistung und holt damit die GTX 680 ein.

**Punkte Graph. Score**  
► Besser

## Battlefield 3 (GTX 680): Spürbar flotter

### „Operation Swordbreaker“ – 1.920 x 1.080, max. DX11, 4x MSAA/16:1 AF

|                              |    |              |
|------------------------------|----|--------------|
| 1.185/1.296/3.500 MHz (WaKü) | 58 | 65,5 (+17 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (WaKü) | 56 | 64,4 (+15 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (LuKü) | 56 | 64,1 (+14 %) |
| 1.120/1.230/3.500 MHz (WaKü) | 53 | 59,6 (+6 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (WaKü) | 50 | 56,5 (+1 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (LuKü) | 50 | 56,2 (Basis) |

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

**System:** GeForce GTX 680, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, GeForce 301.42 (HQ) **Bemerkungen:** Dank mehr Takt ist die GTX 680 in der Lage, fast konstant 60 (Min-)Fps zu liefern; gut für Vertical Sync.

**Min. Ø Fps**  
► Besser

## Battlefield 3 (HD 7970): 35 Prozent oben auf

### „Operation Swordbreaker“ – 1.920 x 1.080, max. DX11, 4x MSAA/16:1 AF

|                        |    |              |
|------------------------|----|--------------|
| 1.310/3.500 MHz (WaKü) | 58 | 62,5 (+35 %) |
| 1.125/3.500 MHz (WaKü) | 52 | 55,8 (+20 %) |
| 1.125/3.500 MHz (LuKü) | 51 | 55,7 (+20 %) |
| 1.070/3.500 MHz (WaKü) | 50 | 53,6 (+16 %) |
| 925/2.750 MHz (WaKü)   | 44 | 46,5 (+0 %)  |
| 925/2.750 MHz (LuKü)   | 44 | 46,4 (Basis) |

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

**System:** Radeon HD 7970, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 (HQ) **Bemerkungen:** Auch hier gilt, dass die Radeon durch Overclocking viel Boden gut macht und zur Geforce aufschließen kann.

**Min. Ø Fps**  
► Besser

## Crysis 2 (GTX 680): Bis zu 17 Prozent schneller

### „Lebender Toter“ – 1.920 x 1.080, maximale DX11-Details, Hi-Res-Tex

|                              |    |              |
|------------------------------|----|--------------|
| 1.185/1.296/3.500 MHz (WaKü) | 54 | 60,4 (+17 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (WaKü) | 54 | 59,2 (+15 %) |
| 1.145/1.255/3.500 MHz (LuKü) | 54 | 59,0 (+15 %) |
| 1.120/1.230/3.500 MHz (WaKü) | 48 | 56,0 (+9 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (WaKü) | 46 | 52,2 (+1 %)  |
| 1.006/1.111/3.004 MHz (LuKü) | 46 | 51,5 (Basis) |

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

**System:** GeForce GTX 680, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, GeForce 301.42 (HQ) **Bemerkungen:** Auch hier erreicht die übertaktete GeForce GTX 680 fast durchweg 60 Fps, das Spielgefühl ist ergo sehr gut.

**Min. Ø Fps**  
► Besser

## Crysis 2 (HD 7970): Mäßiges Resultat

### „Lebender Toter“ – 1.920 x 1.080, maximale DX11-Details, Hi-Res-Tex

|                        |    |              |
|------------------------|----|--------------|
| 1.310/3.500 MHz (WaKü) | 58 | 61,2 (+28 %) |
| 1.125/3.500 MHz (WaKü) | 51 | 57,4 (+20 %) |
| 1.125/3.500 MHz (LuKü) | 51 | 57,2 (+20 %) |
| 1.070/3.500 MHz (WaKü) | 49 | 56,0 (+17 %) |
| 925/2.750 MHz (WaKü)   | 42 | 48,2 (+1 %)  |
| 925/2.750 MHz (LuKü)   | 42 | 47,8 (Basis) |

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

**System:** Radeon HD 7970, Core i7-3930K @ 4,8 GHz, Intel X79, 8 GiByte DDR3-2400, SMT an; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.4 (HQ) **Bemerkungen:** Crysis 2 liegt der Radeon HD 7970, dafür bringt OC nicht so viel wie im 3D Mark 11 oder Battlefield 3.

**Min. Ø Fps**  
► Besser



methode gleich flink und bietet bereits mit Luftkühlung Potenzial für knapp zehn Prozent mehr Fps. Absolut locken mit maximaler Übertaktung und Wasserkühlung aber bis zu 34 Prozent mehr Leistung. Das bedeutet beispielsweise im Actiontitel *Battlefield 3* starke 63 statt 46 Fps – eine Leistungssteigerung, die Sie nicht nur auf dem Papier merken und eventuell in weitere bildqualitätsverbessernde Optionen investieren können. Die Leistungssteigerung zieht sich dabei ohne Ausnahmen wie ein roter Faden durch unsere Benchmarks.

### Leistungsanalyse GTX 680

Mit dem Luftkühler reicht es bereits für bis zu 14 Prozent mehr Fps. Et was enttäuschend fällt dagegen die maximale Übertaktung mit Wasserkühlung aus, welche mit rund 17 Prozent Leistungssteigerung im Schatten der Radeon-Karte steht. Dieser Umstand ist sicherlich dem GPU-Boost-Feature geschuldet, welches die Grafikkarte bereits ohne Benutzereingriffe kräftig übertak-tet. Vergessen Sie überdies nicht, dass die GTX 680 bereits etwas mehr Fps mit ins Rennen bringt und sich beide Karten mit maximaler Übertaktung bei den absoluten Fps nicht viel schenken.

### Tiefe Temperaturen

Die Wasserkühlung hat einen be-deutenden Einfluss auf die Leis-tungsaufnahme der Grafikkbeschleuniger. Dies hängt unmittelbar mit Leckströmen im Grafikchip zusammen, welche mit einer niedrigeren Temperatur abnehmen und so für eine geringere Leistungsaufnahme sorgen. In unseren Tests konnten wir die Temperaturen mit den Was-serkühlern bei beiden GPUs um rund 40 Grad Celsius verbessern.

Bei der Geforce GTX 680 beein-flussen die niedrigen Temperatu-ren den GPU Boost: So drosselt die Platine die maximale Boost-Frequenz zur Einhaltung der Leis-tungsaufnahme mit Luftkühlung gelegentlich, wohingegen mit Was-serkühlung die maximale Turbo-frequenz dauerhaft anliegt. Dies hat natürlich auch Einfluss auf die Bild-raten unserer Benchmarks, welche sich bei identischen Einstellungen zumindest um rund ein Prozent verbessern.

### Spannend: Fps per Watt

Beide Pixelbeschleuniger zeigen beim Fps-Watt-Verhältnis in Abhän-

gigkeit der Übertaktung vollkom-men unterschiedliche Verläufe. Bekanntermaßen wird die Radeon HD 7970 insbesondere mit dem Anheben der GPU-Spannung zur Energieschleuder. Unsere Tests ze-gen aber, dass Sie diesem Effekt mit einem Wasserkühler deutlich entgegenwirken können. Übertakten Sie die Karte bis ans Limit, nimmt die Leistungsaufnahme aber auch mit der Wasserkühlung stark zu.

Dank deutlich gesteigerter Bild-raten rechnet das Tahiti-XT-Board aber immer noch um Prozent effizienter als mit Standardtaktraten und Referenzkühlung. Bauen Sie die Karte auf Wasserkühlung um und belassen es dagegen bei Stan-darttaktraten oder übertakten die Karte nur mäßig, winken bei der Effizienz durchaus respektable Ver-besserungen von über 20 Prozent. Mehr Details verrät Ihnen das Dia-gramm auf der zweiten Seite. Fazit: Mit Wasserkühlung dürfen Sie sich auch bei der Radeon HD 7970 an einer moderaten Spannungserhö-hung versuchen, ohne gleich die Energie-Effizienz der genutzten Grafikkarte zu ruinieren.

Für die Geforce GTX 680 werfen Sie einen Blick auf das Diagramm daneben. Hier wird schnell ersicht-lich, dass die Geforce GTX 680 es zwar nicht schafft, ihre Effizienz betragsmäßig in ähnlich hohen Re-gionen zu verbessern, ihr es aber durchaus gelingt, eine durchgehen-de Verbesserung zu erzielen. Ganz gleich, ob die Temperaturen sinken oder höhere Taktraten eingestellt werden. Fazit: Nutzen Sie das ge-bebene Übertaktungspotenzial voll aus, denn die Karte verbessert ihr Fps-Watt-Verhältnis um bis zu 17 Prozent bei nahezu gleichbleiben-der Leistungsaufnahme. (cb)

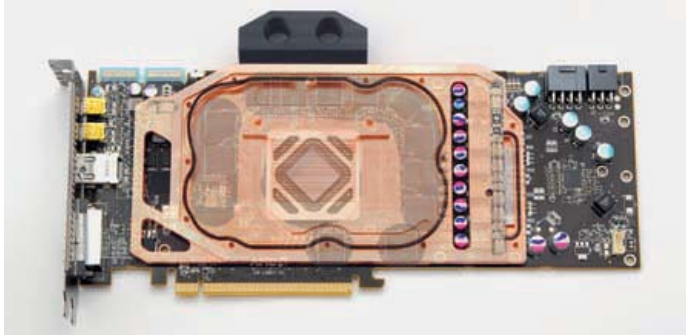
### Fazit

### Hardware

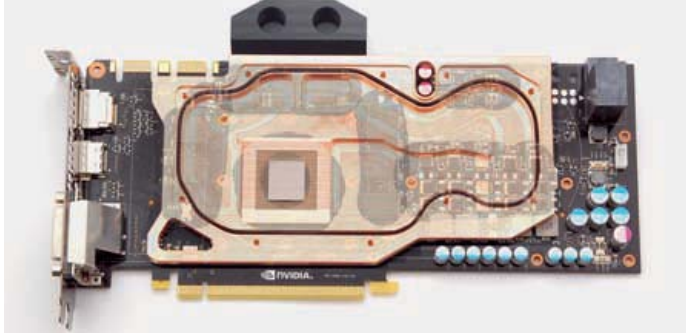
#### Overclocking mit Wasserkühlung

Planen Sie den Einsatz eines wasser-gekühlten Pixelbeschleunigers, achten Sie bereits bei der Anschaffung auf Kompatibilität und wählen eine Grafik-karte im Referenzdesign aus. Die GTX 680 profitiert beim maximalen Takt kaum von der verbesserten Kühlung. Die HD 7970 bietet dagegen nicht nur das größere OC-Potenzial, sondern wird in Kombination mit einem Wasser-kühler auch bedeutend sparsamer. Dies verbessert insbesondere auch das Fps-Watt-Verhältnis, sprich die Effizienz.

Aquagratix für HD 7970



Aquagrafx für GTX 680



Die Durchblendung zeigt, dass beide Kühlblöcke einen Wasserstrom über alle relevan-ten Bauteile (GPU, Speicherchips und Spannungswandler) führen.

### Weitere Messwerte im Überblick

|                                          | Geforce GTX 680 | Radeon HD 7970  |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Stromverb. (Crysis 2), Standard + Lukü * | 412 Watt        | 447 Watt        |
| Stromverb. (Crysis 2), max. OC + Wakü *  | 423 Watt        | 548 Watt        |
| Temperatur (Crysis 2), Standard + Lukü   | 77 Grad Celsius | 73 Grad Celsius |
| Temperatur (Crysis 2), max. OC + Wakü    | 37 Grad Celsius | 43 Grad Celsius |
| Heaven 3.0, Standard/max. OC **          | 58 Fps / 68 Fps | 49 Fps / 67 Fps |
| Crysis Warhead, Standard/max. OC **      | 46 Fps / 54 Fps | 46 Fps / 57 Fps |

\* Angabe für das komplette System \*\* Durchschnittliche Bilder pro Sekunde

### DIE KÜHLER IM ÜBERBLICK



| Produkt             | Aquagratix für HD 7970                                                                                              | Aquagrafx für GTX 680                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller          | Aqua Computer                                                                                                       | Aqua Computer                                                                                                  |
| Webseite            | www.aquacomputer.de                                                                                                 | www.aquacomputer.de                                                                                            |
| Preis               | Ca. € 85,-                                                                                                          | Ca. € 85,-                                                                                                     |
| PCGH-Preisvergleich | www.pcgh.de/preis/765443                                                                                            | www.pcgh.de/preis/765446                                                                                       |
| Anschlüsse          | 4 x G1/4 Zoll (beidseitig)                                                                                          | 4 x G1/4 Zoll (beidseitig)                                                                                     |
| Material            | Kupfer, Edelstahl, Delrin                                                                                           | Kupfer, Edelstahl, Delrin                                                                                      |
| Kühlstruktur        | Kanalkühler mit Feinstruktur                                                                                        | Kanalkühler mit Feinstruktur                                                                                   |
| Verarbeitung        | Sehr gut                                                                                                            | Sehr gut                                                                                                       |
| Lieferumfang        | Kühler ohne Anschlüsse, Wärmeleitpad, Schrauben, Verschlussstopfen                                                  | Kühler ohne Anschlüsse, Wärmeleitpad, Schrauben, Torx-Schraubendreher (T6), Verschlussstopfen                  |
| Montage             | Einfach: Kreuzschraubendreher, Wärmeleitpaste notwendig                                                             | Einfach: Kreuzschraubendreher, Wärmeleitpaste notwendig                                                        |
| Passgenauigkeit     | Sehr gut                                                                                                            | Sehr gut                                                                                                       |
| Bemerkungen         | Kühlt auch Spannungswandler, Backplate optional                                                                     | Kühlt auch Spannungswandler, Backplate optional                                                                |
|                     | <div> <div>Exzellente Kühlleistung</div> <div>Hochwertige Verarbeitung</div> <div>Wärmeleitpaste fehlt</div> </div> | <div> <div>Superbe Temperaturen</div> <div>Sehr wertiges Material</div> <div>Wärmeleitpaste fehlt</div> </div> |
|                     | ★★★★★                                                                                                               | ★★★★★                                                                                                          |

**NEU**

4. PCGH-Edition

**Intel Core i7-3610QM**

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

**Original Windows 7 Home Premium x64**

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

**Geforce GTX 670M**

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

**Schnelle Samsung-SSD**

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



# PCGH-Notebook

## MEDION® ERAZER® X6821

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

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

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

Disclaimer: Verringerte Leistung im Akkubetrieb

\* Zzgl. Versandkosten in Höhe von € 7,95



Bild: EyeWire

## Overclocking-Duell der Preistipps: HD 7950 gegen GTX 670

# Dame schlägt König

GTX 680 und HD 7970 sind die schnellsten Grafikkarten. Doch die Zweitmodelle GTX 670 und HD 7950 sind preislich wesentlich attraktiver – was lässt sich aus ihnen noch per OC herausholen?

Mehr Leistung für lau – wer wünscht sich das nicht? Mit Hilfe von Übertakten können unter anderem Prozessor und Grafikkarte beschleunigt werden, ohne dass weitere Kosten entstehen; abgesehen vom Stromverbrauch. In unserem Overclocking-Duell der GeForce GTX 670 gegen die Radeon HD 7950 finden wir heraus, in welchem der jeweils zweitschnellsten Modelle mehr Potenzial steckt, das nur darauf wartet, von Ihnen abgerufen zu werden.

Da jede Grafikkarte unterschiedliche stabile Werte beim Übertakten erreicht, erhöhen wir jeweils den Referenztakt in 100-MHz-Schritten, getrennt für Speicher und GPU. Abschließend ermitteln wir noch einen gemeinsamen Wert für die Gesamtübertaktung, sodass Sie ausreichende Anhaltspunkte für die Übertaktung Ihrer eigenen Grafikkarte haben sollten.

### Eine Warnung vorab

Manuelle Änderungen an Takraten und insbesondere Spannungen können Ihre PC-Komponenten deutlich beschleunigen und so zu mehr Leistung unter anderem in Spielen verhelfen. Ärgerlicherweise gibt es aber Nebenwirkungen wie eine erhöhte Leistungsaufnahme – und somit Wärmeentwicklung – sowie das Risiko von Bildfehlern oder Abstürzen bei zu hohem Takt; nicht zuletzt riskieren Sie auch Herstellergarantie sowie Gewährleistungsansprüche. Schließlich kann Overclocking auch süchtig machen: von der Anschaffung besserer Lüfter über Wasserkühler bis hin zu extremen Kühlmethoden wie flüssigem Stickstoff. Seien Sie hiermit gewarnt!

### Overclocking-Grundlagen

Übertakten bedeutet einen Betrieb außerhalb der Spezifikationen, welche die Hersteller garantieren,

und ist damit bis zu einem gewissen Grad Glückssache – selbst zwei scheinbar identische Grafikkarten des gleichen Herstellers können durchaus abweichende Resultate beim stabilen Maximaltakt erzielen. Positiven Einfluss auf das OC-Ergebnis hat in der Regel eine niedrige Chip-Temperatur. Eine gute Kühlung kann bei sparsamen GPUs und entsprechender Spannungsversorgung gerade im Grenzbereich den Unterschied zwischen Abstürzen und erfolgreichem OC-Betrieb ausmachen. Der zweite Pluspunkt für OC ist die Möglichkeit zur Spannungsanpassung. Hier trumpft besonders die „Dame“ im Portfolio von AMD auf, denn im Vergleich zum Topmodell, der HD 7970 inklusive GHz-Edition, kommt die 7950 ab Werk in der Regel mit deutlich niedrigerer Spannung von oft unter 1,0 Volt in die Händlerregale. Dank spezieller Overclocking-Tools wie Sapphires

Trixx oder MSIs Afterburner haben wagemutige Naturen hier Spielraum nach oben und können bis zu 30 Prozent Spannungserhöhung einstellen. Bei der GeForce ist das Ganze nicht ganz so einfach – hier funkt zudem die GPU-Boost genannte, dynamische Übertaktung dazwischen. Weitere Details zum OC der beiden Karten folgen weiter hinten im Text. Wir haben uns auf zwei Modelle beschränkt, die in unseren Tests die bisher besten OC-Eigenschaften aufwiesen und noch verfügbar waren.

Dabei handelt es sich aufseiten der Radeon um die HD 7950 OC von Sapphire, die mit Doppellüfter und fetten Heatpipes die Wärme von der GPU abführt. Bei der GeForce haben wir uns Gainwards GeForce GTX 670 Phantom mit ebenfalls gegenüber dem Referenzdesign verbesserter Kühlung herausgepickt – Zotacs GTX 670 AMP war zum



## Metro 2033: ein Viertel Zuwachs

### Geforce GTX 670: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.215/3.604 MHz 35 39,5 (+27 %)

### Geforce GTX 670: GPU-Übertaktung bei konstant 3.004 MHz Speichertakt

+300 MHz GPU-Takt 31 35,8 (+15 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 28 34,4 (+11 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 28 32,5 (+5 %)

### Geforce GTX 670: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 915 MHz GPU-Takt

+600 MHz Speichertakt 28 33,5 (+8 %)  
 +400 MHz Speichertakt 27 32,9 (+6 %)  
 +200 MHz Speichertakt 27 32,6 (+5 %)

### Geforce GTX 670: Standard-Betrieb

915/3.004 MHz 27 31,0 (Basis)

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Geforce 304.48 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080 mit maximalen DX11-Details (kein PhysX!), 4x MSAA und 16:1 AF

**Min. FPS**  
**Ø Fps**  
 ► Besser

## Battlefield 3: 25 % mehr Fps durch OC

### Geforce GTX 670: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.215/3.604 MHz 52 56,7 (+25 %)

### Geforce GTX 670: GPU-Übertaktung bei konstant 3.004 MHz Speichertakt

+300 MHz GPU-Takt 49 53,4 (+18 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 46 50,7 (+12 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 44 48,1 (+6 %)

### Geforce GTX 670: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 915 MHz GPU-Takt

+600 MHz Speichertakt 42 46,6 (+3 %)  
 +400 MHz Speichertakt 42 46,4 (+2 %)  
 +200 MHz Speichertakt 42 46,4 (+2 %)

### Geforce GTX 670: Standard-Betrieb

915/3.004 MHz 41 45,3 (Basis)

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Geforce 304.48 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080 mit maximalen DX11-Details, 4x MSAA+FXAA und 16:1 AF

**Min. FPS**  
**Ø Fps**  
 ► Besser

Testzeitpunkt leider nicht greifbar. Um das OC-Ergebnis nicht unnötig zu verringern, haben wir die automatische Lüftersteuerung deaktiviert und manuell auf 75 % fixiert. Im offenen Testaufbau blieben dank der leistungsfähigen Kühlvorrichtungen die Temperaturen dabei trotz teils deutlicher Spannungserhöhung unterhalb von 75 Grad Celsius.

## OC-Kandidat 1: Die GTX 670

Vergleichsweise schwierig ist das Übertakten mit der Geforce GTX 670. Hier funkt zunächst der variable Turbo namens GPU-Boost dazwischen, welcher abhängig von Temperatur und per Mikrochip gemessener Leistungsaufnahme die Taktraten selbstständig über die Basisfrequenz erhöht. Beim Übertakten kann diese eigentlich nützliche Funktion stören, deshalb schalten wir diese mithilfe eines Tricks vorerst ab. Dazu erstellen wir eine Stapelverarbeitungsdatei mit einigen Nvidia-Inspector-Befehlen, die in unserem Beispiel (s. Bildkasten rechts) den Powerstate für 3D-Last auf „P2“ fixieren, erkennbar am „\*“ hinter der Angabe des aktuellen Lastzustandes (hier: \*P8 = fixiert, zurzeit liegt P8 an). Per Spannungs- und Frequenz-Offset erhöhen wir dann Taktspielraum und Spannung. In der Stapelverarbeitungsdatei tasten wir uns anschließend über die so fixierten Takte an das stabil erzielbare Maximum heran.

Wir haben uns für eine relativ hohe Maximalspannung entschieden, da schon der GPU-Boost auf bis zu 1,175 Volt übertaktet. Da in unse-

rem Falle die Spannung jedoch konstant anliegt, erhöht sich hierdurch natürlich auch die Wärmeabgabe und damit die Geräuscentwicklung. Haben Sie ein zufriedenstellendes OV-Niveau erreicht, sollten Sie versuchen, die mit „setVoltageOffset“ angegebene Maximalspannung wieder auf einen noch stabil laufenden Wert zu reduzieren. Wir beginnen mit dem von Nvidia garantierten Minimaltakt, der Baseclock von 915 MHz, und tasten uns in 100-MHz-Schritten über 1.006, 1.110 und 1.214 MHz aufwärts. Über 1.215 MHz ist Schluss, auch der Versuch, mit einem halben Hunderterschritt bei 1.267 MHz GPU-Takt endet erfolglos. In Sachen Grafikspeicher sind ebenfalls drei Schritte stabil möglich – hier allerdings in 200er-Stufen, da wir die GDDR5-Write-Clocks angeben. Insgesamt also ein Plus von knapp 33 Prozent bei der GPU und 26 Prozent beim Speichertakt.

Ein Problem, das sporadisch bei unseren Tests mit fixierten Takten auftrat, ist eine Art Cold-Bug. Beträgt die GPU-Temperatur 43 Grad Celsius oder weniger, taktet sich der GTX-670-Chip trotz 3D-Last herunter, sodass nur ein Bruchteil der eigentlichen Performance erreicht wird. Während bei normalem Luftkühlungsbetrieb hier kein Risiko besteht, da die Temperaturen sowieso höher klettern, könnten Wakü-Nutzer hier eine zu niedrige Performance erzielen.

## OC-Kandidat 2: Die HD 7950

Die HD 7950 ist bereits seit Ende Januar auf dem Markt und hat es dank ihres guten Preis-Leistungs-

## Skyrim: 30 % Leistungszuwachs

### Geforce GTX 670: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.215/3.604 MHz 53 63,8 (+30 %)

### Geforce GTX 670: GPU-Übertaktung bei konstant 3.004 MHz Speichertakt

+300 MHz GPU-Takt 51 61,4 (+25 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 48 57,4 (+17 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 44 52,8 (+8 %)

### Geforce GTX 670: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 915 MHz GPU-Takt

+600 MHz Speichertakt 42 49,9 (+2 %)  
 +400 MHz Speichertakt 42 49,8 (+1 %)  
 +200 MHz Speichertakt 42 49,8 (+1 %)

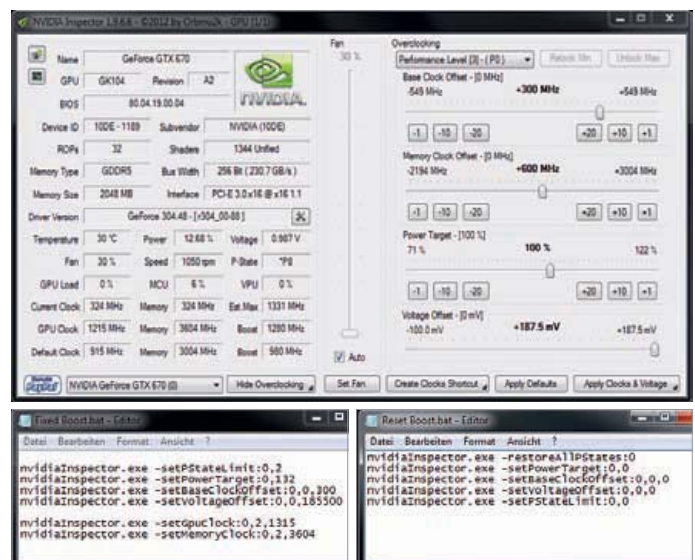
### Geforce GTX 670: Standard-Betrieb

915/3.004 MHz 41 49,1 (Basis)

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

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Geforce 304.48 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080, Detailstufe „sehr hoch“ (kein FXAA, 4x Supersample-AA und 16:1 AF)

**Min. FPS**  
**Ø Fps**  
 ► Besser



Mithilfe zweier kleiner Stapelverarbeitungsdateien hebeln wir den GPU-Boost aus, sodass konstant anliegende OC-Taktraten möglich sind. Seien Sie jedoch besonders vorsichtig beim Anheben der GPU-Spannung.



Das OSD aktivieren Sie im gleichnamigen Reiter – dorthin gelangen Sie nach einem Klick auf „Settings“ im Afterburner. Unter Monitoring wählen Sie, was angezeigt wird.

## Battlefield 3: 46% mehr Leistung möglich

### Radeon HD 7950: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.250/3.300 MHz 53 | 55,5 (+46 %)

### Radeon HD 7950: GPU-Übertaktung bei konstant 2.500 MHz Speichertakt

+450 MHz GPU-Takt 49 | 51,8 (+36 %)  
 +400 MHz GPU-Takt 47 | 50,9 (+34 %)  
 +300 MHz GPU-Takt 46 | 48,3 (+27 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 43 | 45,2 (+19 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 39 | 41,8 (+10 %)

### Radeon HD 7950: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 800 MHz GPU-Takt

+800 MHz Speichertakt 36 | 38,6 (+1 %)  
 +600 MHz Speichertakt 36 | 38,4 (+1 %)  
 +400 MHz Speichertakt 36 | 38,2 (+0 %)  
 +200 MHz Speichertakt 36 | 38,2 (+0 %)

### Radeon HD 7950: Standard-Betrieb

800/2.500 MHz 36 | 38,1 (Basis)

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080 mit maximalen DX11-Details, 4x MSAA+FXAA und 16:1 AF

**Min.** **Ø Fps**  
 ► Besser

verhältnisses zu einiger Beliebtheit gebracht. Gegenüber der Radeon HD 7970, dem König von AMD, sind bei ihr vier der 32 Compute-Units abgeschaltet worden, das satte 384 Bit breite Speichersubsystem samt der 32 Raster-Endstufen blieb unangetastet. Zudem wurden die Taktfrequenzen gesenkt: Anstelle von 925/2.750 MHz für GPU und Speicher sind noch 800/2.500 MHz zu verzeichnen. Beim Speicher geben wir die Write-Clocks an; einige Tools wie GPU-Z lesen die Command-Clock aus, welche halb so hoch ausfällt. Da AMD die Radeon-HD-7900-Karten mit einer Powertune genannten Drossel ausstattet, ist es vor dem Übertakten zunächst nötig, deren Limit zu erhöhen. Höchstens 20 Prozent zusätzlicher Leistungsaufnahme sind so bei unserem Testmuster per Treiber oder Tool möglich.

Zur Takterhöhung vertrauen wir auf MSIs Afterburner. Sollte Ihre Karte die höchsten dort wählbaren Frequenzen problemlos packen, gibt es einen Trick: Um die möglichen Taktraten zu maximieren, öffnen Sie im Afterburner-Verzeichnis die Datei MSIAfterburner.cfg mit dem Editor und suchen den Abschnitt „[ATIADLHAL]“. Dort fügen Sie hinter dem Gleichheitszeichen von „EnableUnofficialOverclocking Mode“ eine 1 und nach dem von „UnofficialOverclockingEULA“ folgenden Text ein:

I confirm that I am aware of unofficial overclocking limitations and

fully understand that MSI will not provide me any support on it

Fortan sind deutlich höhere Frequenzen für Grafikchip und -speicher möglich, die in unserem Falle inklusive Spannungserhöhung auf 1,26 Volt stabile 1.250 MHz für den GPU-Takt sowie 3.300 MHz für den GDDR5-RAM betrogen. Das ist ein sattes 56-Prozent-Plus für die GPU und immerhin stolze 32 Prozent beim Speicher.

Bis dahin sollten Sie sich jedoch nur in kleinen Schritten von 10 bis 20 MHz bei den Taktraten und maximal 0,05-Volt-Stufen bei der GPU-Spannung vorwagen. Bei den Stabilitätstests in Spielen gilt es, die GPU- und Wandler-Temperaturen genau im Auge zu behalten – dafür bietet sich zum Beispiel die Einblend-Funktion (On-Screen Display, OSD) des Afterburners an (s. Bildkasten links). (cs)

## Fazit

Hardware

### OC-Check GTX 670 und HD 7950

Klarer Sieger dieses Duells ist die HD 7950 – in ihr schlummern mehr verborgene Reserven als in Nvidias „Dame“, dem zweithöchsten Chip der Rangfolge. Bis zu 51 % Mehrleistung sind in Skyrim beim Einsatz von Supersample-AA möglich, auch Battlefield 3 gewinnt bis zu 46 % hinzu – die GeForce knabbert an der 30-Prozent-Marke – und übertrifft so eine HD 7970. Für beide gilt, dass die Übertaktung des Chips wesentlich mehr Leistung freisetzt als das reine Erhöhen der Speicherfrequenz.

## Skyrim: über 50% Fps-Gewinn bei HD 7950

### Radeon HD 7950: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.250/3.300 MHz 47 | 54,6 (+51 %)

### Radeon HD 7950: GPU-Übertaktung bei konstant 2.500 MHz Speichertakt

+450 MHz GPU-Takt 47 | 53,6 (+48 %)  
 +400 MHz GPU-Takt 45 | 51,6 (+43 %)  
 +300 MHz GPU-Takt 42 | 48,1 (+33 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 38 | 44,3 (+23 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 34 | 40,3 (+12 %)

### Radeon HD 7950: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 800 MHz GPU-Takt

+800 MHz Speichertakt 31 | 36,4 (+1 %)  
 +600 MHz Speichertakt 31 | 36,3 (+1 %)  
 +400 MHz Speichertakt 31 | 36,2 (+0 %)  
 +200 MHz Speichertakt 31 | 36,2 (+0 %)

### Radeon HD 7950: Standard-Betrieb

800/2.500 MHz 31 | 36,1 (Basis)

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080, Detailstufe „sehr hoch“ (kein FXAA, 4x Supersample-AA und 16:1 AF)

**Min.** **Ø Fps**  
 ► Besser

## Metro 2033: bis zu 40% höhere Fps

### Radeon HD 7950: Kombinierte Übertaktung von GPU und Grafikspeicher

1.250/3.300 MHz 41 | 47,9 (+40 %)

### Radeon HD 7950: GPU-Übertaktung bei konstant 2.500 MHz Speichertakt

+450 MHz GPU-Takt 38 | 43,4 (+27 %)  
 +400 MHz GPU-Takt 38 | 42,5 (+24 %)  
 +300 MHz GPU-Takt 35 | 40,5 (+18 %)  
 +200 MHz GPU-Takt 33 | 38,4 (+12 %)  
 +100 MHz GPU-Takt 32 | 36,8 (+7 %)

### Radeon HD 7950: Grafikspeicher-Übertaktung bei konstant 800 MHz GPU-Takt

+800 MHz Speichertakt 31 | 36,5 (+6 %)  
 +600 MHz Speichertakt 31 | 35,4 (+3 %)  
 +400 MHz Speichertakt 31 | 35,1 (+2 %)  
 +200 MHz Speichertakt 30 | 34,9 (+2 %)

### Radeon HD 7950: Standard-Betrieb

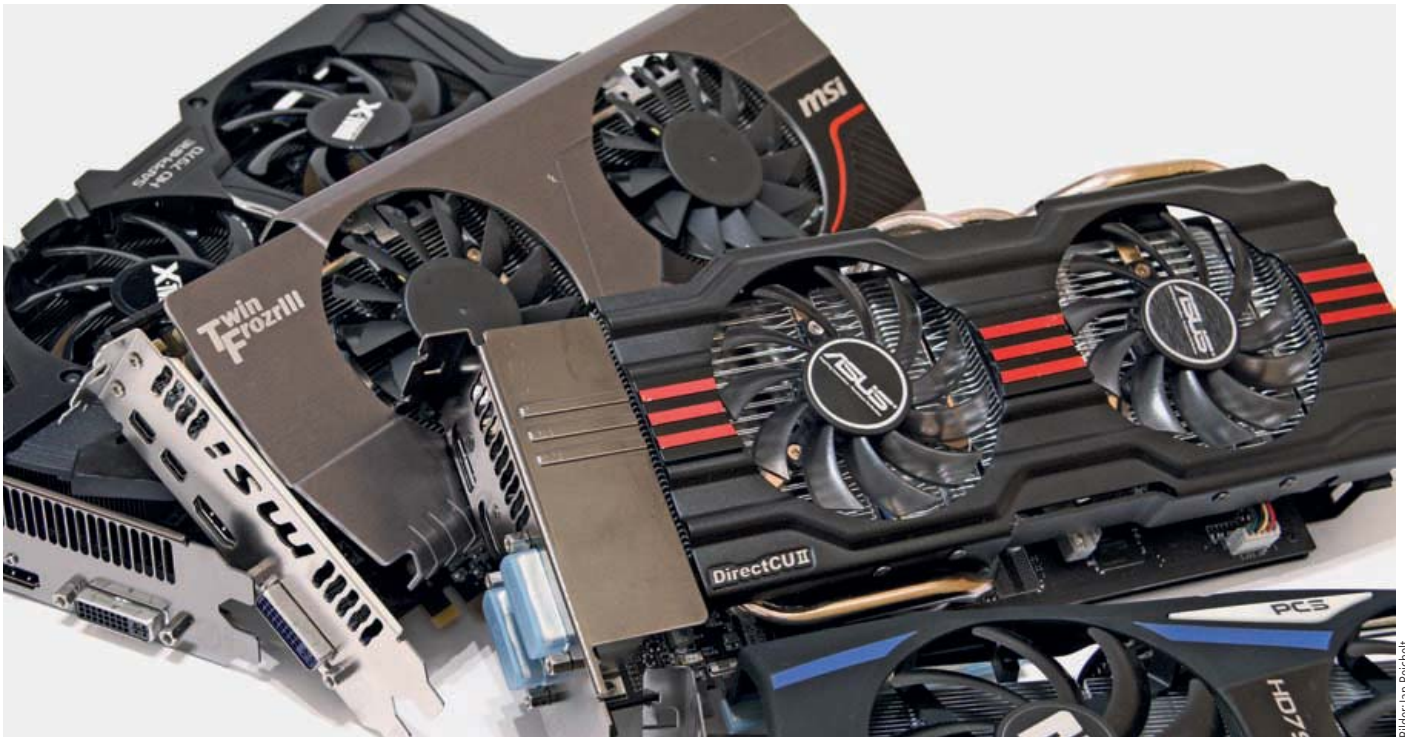
800/2.500 MHz 31 | 34,3 (Basis)

Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

**System:** Core i7-3770K @ 4,5 GHz, Z77, 2x 4 GiB DDR3-1866; Win 7 x64 SP1, Cat. 12.7 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Benchmarks in 1.920 x 1.080 mit maximalen DX11-Details (kein PhysX!), 4x MSAA und 16:1 AF

**Min.** **Ø Fps**  
 ► Besser





Bilder: Jan Reichert

## Grafikkarten: Höhere Leistung durch Overclocking

# 33 Overclocking-Kniffe

In einem weiteren Teil der Reihe PCGH 33 geben wir die wichtigsten Tipps zum Thema GPU-Overclocking. Mit unseren Kniffen entlocken Sie Ihrer Grafikkarte garantiert mehr Leistung.

Egal ob Nvidia- oder AMD-Grafikkarten, durch Overclocking lässt sich jedem Modell eine höhere Leistung entlocken. Doch nicht immer klappt es einwandfrei, die Grafikkarte ans Limit zu bringen. Sei es eine zu niedrige Spannung, ein lahrender Treiber oder eine nicht ausreichende Kühlung: Es gilt, ein paar Hürden zu nehmen. Auf den folgenden Seiten haben wir Ihnen 33 Tipps zusammengestellt, damit Ihre Grafikkarte einen zweiten Frühling erlebt.

### **Tipp 01 Aktuelle Treiber installieren**

Bevor Sie Ihre Grafikkarte übertakten, sollten Sie den neuesten Grafiktreiber (auf der Heft-DVD) installieren. Ein solcher beseitigt Kompatibilitätsprobleme und kann die Leistung in Spielen dank stetiger Optimierung steigern. Das Overclocking-Potenzial nimmt dadurch jedoch nicht zu. Wenn sich der Chip Ihrer Radeon HD 7970 mit 1,2 Volt beispielsweise auf

1.150 MHz übertakten lässt, ändert der Treiber daran nichts.

### **Tipp 02 Basis-Taktraten auslesen**

Zu Beginn sollten Sie die Basis-Taktraten Ihrer Grafikkarte prüfen. Am schnellsten geht das mit dem kompakten Tool GPU-Z (aktuelle Version auf der DVD). Verfügen Sie beispielsweise über eine ab Werk übertaktete Karte, fällt das Overclocking-Potenzial im Vergleich zu Modellen mit Referenztakt geringer aus. Die Basis-Taktraten sind ausschlaggebend, um später den Zuwachs zu berechnen. Auch lässt sich so – abhängig von der anliegenden Spannung – abschätzen, wie weit sich Ihre Karte eventuell noch übertakten lässt.

### **Tipp 03 Basis-Spannung(en) auslesen**

Anschließend überprüfen Sie die Basis-Spannungen, am besten mithilfe eines Overclocking-Tools des jeweiligen Herstellers – später werden wir Ihnen einige vorstellen.

Die Prüfung der Basis-Spannungen ist wichtig, da einige Hersteller die Spannungen ab Werk erhöhen. Ein Beispiel dafür ist die Radeon HD 7950 PCS+ von Powercolor. Die meisten nicht ab Werk übertakteten HD-7950-Karten werden mit einer Spannung von 0,993 Volt ausgeliefert. Powercolor übertaktet die Karte ab Werk auf 900/2.500 MHz und erhöht die Spannung drastisch auf 1,090 Volt. Das vermittelt den Eindruck, als ließe sich die Karte mit der Standardspannung wesentlich besser übertakten als andere Herstellerkarten. Durch die Prüfung der Basis-Spannungen lassen sich Overclocking-Ergebnisse leichter relativieren.

### **Tipp 04 Keine Ergebnis-Garantie**

Grundsätzlich gilt, dass keine Garantie auf bestimmte Overclocking-Ergebnisse existiert. Jede Karte verhält sich anders und erreicht dadurch andere Ergebnisse. Die von uns erreichten Werte inner-

halb unserer Tests sollten daher nur als Richt-, nicht als Pflichtwerte aufgefasst werden. Wenn Sie zehnmals dieselbe Karte kaufen, können besonders gute und besonders schlechte Modelle dabei sein, die unsere Ergebnisse nicht erreichen. Im Umkehrschluss gilt, dass Sie auch bessere Resultate erzielen können. Hier spielt die Güte der GPU – und somit auch Glück – eine große Rolle. Obacht: Sie verlieren jegliche Garantieansprüche, wenn Sie die Grafikkarte außerhalb der Spezifikationen betreiben.

### **Tipp 05 OC-Tools: MSI Afterburner**

Als erster Hersteller überhaupt bot MSI mit Afterburner („Nachbrenner“) ein Tool an, mit welchem nicht nur die Grafikkarte übertakten werden konnte, sondern sich auch die Spannungen verändern ließen. Das Programm baut dabei zu großen Teilen auf dem von früher bekannten Rivatuner auf. Nennen Sie eine Grafikkarte von MSI



Ihr Eigen, ist der Afterburner die erste Wahl. Neben der Möglichkeit, die Grafikkarte zu übertakten, bietet er auch viele Möglichkeiten, die Lüftersteuerung anzupassen. Der Afterburner ist übrigens nicht nur für MSI-Grafikkarten zu empfehlen, sondern für Modelle aller Hersteller. Die Möglichkeit, Spezialspannungen (wie Aux) zu verändern, ist aber MSI-Designs wie der Power Edition, Hawk oder Lightning vorbehalten. Karten im Referenzdesign – egal von welchem Hersteller – werden trotzdem unterstützt.

#### Tipp 06 OC-Tools: Sapphire Trixx

Auch Sapphire bietet mit Trixx ein hauseigenes Overclocking-Tool für Grafikkarten an. Da Sapphire aber nur Modelle mit AMD-Chips produziert, eignet sich Trixx auch nur für solche Karten. Wie beim MSI Afterburner ermöglicht es Trixx, die GPU-Spannung zu verändern. Neben der Möglichkeit, die Grafikkarte zu übertakten, lässt sich auch die Lüftersteuerung anpassen. Trixx ist primär für Karten von Sapphire zu empfehlen: Da es bei wenigen Sapphire-Grafikkarten mittels MSI Afterburner nicht möglich ist, die Spannung zu verändern, bleibt Trixx hier die einzige Alternative. Ein offensichtlicher Nachteil von Trixx: Das User-Interface von MSIs Afterburner liefert deutlich mehr Information auf einen Blick.

#### Tipp 07 OC-Tools: Asus GPU Tweak

Der dritte Hersteller mit einem hauseigenen Overclocking-Tool ist Asus mit seinem GPU Tweak. Wie bei den zuvor vorgestellten Programmen lassen sich auch mittels GPU Tweak die Taktraten und die Spannungen verändern. Außerdem lässt sich mittels Asus GPU Tweak eine temperaturabhängige Lüftersteuerung erstellen. Gerade Besitzer von Asus-Grafikkarten, die nicht dem Referenzdesign entsprechen, werden kaum um GPU Tweak herumkommen – zu diesen zählt unter anderem die Matrix-Reihe. Alle anderen arbeiten jedoch tadellos mit MSIs Afterburner zusammen. Ein Vorteil von GPU Tweak gegenüber den anderen Tools ist, dass sich die Spannung je nach Grafikkarte etwas weiter erhöhen lässt und so noch zusätzliche Overclocking-Reserven freigelegt werden – eine gute Kühlung vorausgesetzt.

#### Tipp 08 OC-Tools: Evga Precision X

Passend zum Start von Nvidias GeForce-GTX-600-Serie präsentierte

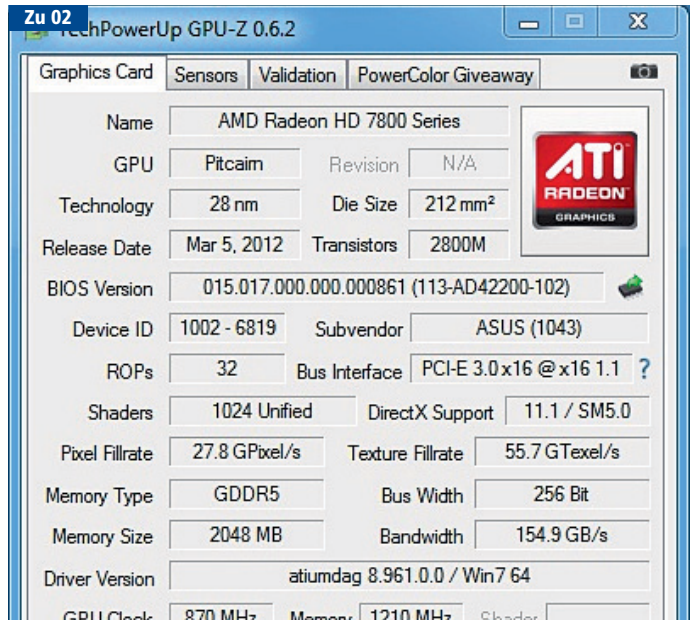
auch Evga ein neues Overclocking-Tool. Was die wenigsten erwartet haben, ist, dass sich Evga Precision X innerhalb kürzester Zeit zum beliebtesten und besten Overclocking-Tool für Grafikkarten der Kepler-Reihe (GTX 600) mauserte. Wie üblich lässt sich neben den Taktraten auch die Spannung einstellen. Auch das mit der GeForce-GTX-600-Serie eingeführte Power Target (TDP) lässt sich mittels Evga Precision X steigern oder senken. Der einzige Nachteil an Precision X ist, dass man sich für den Download bei Evga registrieren muss.

#### Tipp 09 OC-Vorbereitungen

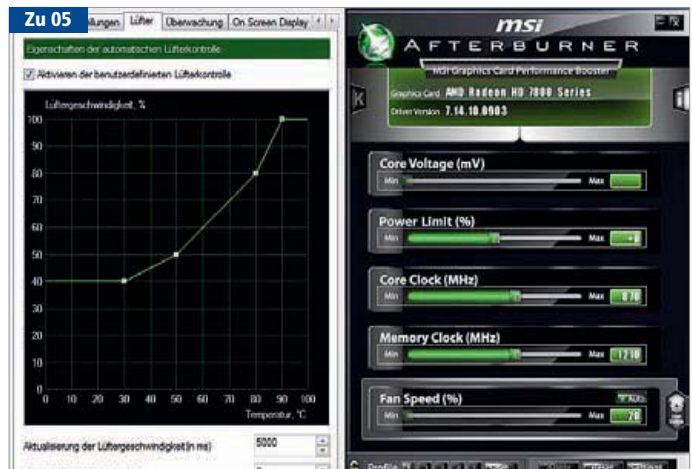
Bevor Sie mit dem Übertakten loslegen, sollten Sie sowohl die Taktraten als auch die anliegenden Spannungen überprüfen. Darüber hinaus sollten Sie auf Ihrem System wie bereits beschrieben den neuesten Treiber installiert haben. Nur so ist sichergestellt, dass die Grafikkarte ihr volles Potenzial entfaltet. Schlussendlich müssen Sie sich für ein von uns vorgestelltes Overclocking-Tool entscheiden. Für aktuelle Radeon-Grafikkarten von AMD ist der MSI Afterburner unserer Meinung nach das ausgereifteste Tool. Gleiches gilt für GeForce-Grafikkarten einschließlich der GTX-500-Serie. Besitzen Sie eine Grafikkarte des Typs GeForce GTX 680, GTX 670 oder gar GTX 690, dann greifen Sie besser zu Evgas Precision X. Sobald alle Vorbereitungen getroffen sind, können Sie mit dem Overclocking loslegen.

#### Tipp 10 Lüftersteuerung anpassen

Übertakten Sie Ihre Grafikkarte ohne Eingriffe bei den Spannungen, können Sie die Lüftersteuerung ohne Bedenken auf „Automatisch“ belassen. Spielen Sie jedoch mit dem Gedanken, nicht nur die Taktraten, sondern auch die Spannung zu steigern, dann sollten Sie die Lüftersteuerung auf jeden Fall den steigenden Anforderungen anpassen. Tun Sie das nicht, kann es vorkommen, dass die Automatik zu träge auf den Temperaturanstieg reagiert und Ihre Grafikkarte abstürzt. Sie haben zwei Möglichkeiten: Entweder Sie entscheiden sich für eine feste Drehzahl, die über dem Maximalwert der automatischen Lüftersteuerung liegt, oder Sie erstellen selbst ein temperaturabhängiges Profil. Die meisten Hersteller-Tools bieten die Möglichkeit, einer bestimmten Temperatur eine spezifische Lüfterdrehzahl zuzuweisen.



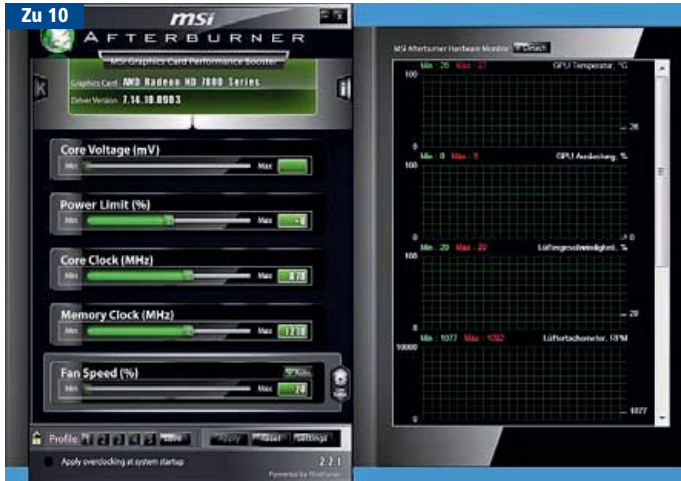
GPU-Z ist eines der wichtigsten GPU-Kontrollwerkzeuge. Bevor Sie anfangen, Ihre Grafikkarte zu übertakten, sollten Sie die Basis-Taktraten überprüfen.



MSIs Afterburner-Tool (auf der Heft-DVD) ermöglicht es, eine temperaturabhängige Drehzahl-Kurve zu erstellen. Die Punkte (siehe Bild) sind frei verschiebbar.



EVGA Precision X ist mit das beste und übersichtlichste Tool, wenn es darum geht, aktuelle GeForce-Grafikkarten der GTX-600-Serie zu übertakten.



**Zu 10** MSI Afterburner ist mit Abstand das beste Overclocking-Tool für Radeon-Grafikkarten. Neben der Spannung kann auch das Power Limit angehoben werden.



**Zu 13** Zur aktiven Kühlung der Speicherbausteine rüsten wir die Grafikkarten in unseren Tests manchmal mit einem zusätzlichen 120-Millimeter-Lüfter aus. So überhitzen keine Bauteile und das Taktpotenzial nimmt leicht zu.

Letzteres ist klar zu empfehlen, auch wenn es etwas aufwendiger in der Einrichtung ist. Allerdings wird das temperaturabhängige Profil für jede Karte unterschiedlich angepasst. Ausschlaggebend dafür sind die anliegenden Temperaturen und die Leistungsfähigkeit des installierten Kühlers.

#### Tipps 11 Kühlung ist das A und O

Wird neben den Taktraten auch noch die Spannung erhöht, ist es selbstverständlich, dass die von der Grafikkarte abgegebene Wärme ansteigt. Gerade bei Grafikkarten im Referenzdesign kommt es hier zunächst zu Lärm und schlimmstenfalls zu einem Absturz. Abhilfe schafft nur eine verbesserte Kühlung. Neben der Möglichkeit, Ihre Karte mit einem neuen Kühler auszurüsten, könnten Sie auch zu einer Karte im Hersteller-Design greifen, die bereits über einen alternativen Kühler verfügt. Die besten Modelle kühlen wir in unseren regelmäßigen Marktübersichten – werfen Sie am besten einen Blick auf unseren Megatest in dieser Ausgabe. Gegenüber den einfachen Referenzkühlern bieten die Custom-Kühler der Hersteller meist größere Reserven, damit Sie trotz der Übertaktung keinen Hörsturz erleiden. Haben Sie eine Karte im Referenzdesign

gekauft, könnten Sie diese mit einem sogenannten Aftermarket-Kühler ausrüsten. Diese sind normalerweise noch leistungsfähiger als Herstellerdesigns. Einziger Nachteil von Aftermarket-Kühlern wie dem Alpenföhn Peter oder Arctics Accelero-Xtreme-Reihe ist, dass beim Umbau die Garantie auf die Grafikkarte erlischt – aber nicht bei allen Herstellern.

#### Tipps 12 VRM-Kühlung optimieren

Einige Hersteller verzichten bei ihren Eigendesigns auf einen separaten Kühlkörper für die Spannungswandler (Voltage Regulation Modules, kurz VRMs). Ob auf diesen aus Kostengründen verzichtet wird oder ob er einfach nicht nötig ist, sei dahingestellt. Fakt ist, dass die Spannungswandler aktueller Grafikkarten sehr heiß werden und daher zum Wohle der Lebensdauer und für bestmögliche OC-Resultate gekühlt werden sollten. Verfügen die Spannungswandler Ihrer Grafikkarte über keinen Kühlkörper, können Sie sie entweder durch einen Extralüfter mit Frischluft versorgen oder Sie bringen selbstklebende Kühler an. Diese nehmen die Abwärme der Spannungswandler auf und leiten sie rasch an die Umgebungsluft weiter.

#### Tipps 13 VRAM-Kühlung optimieren

Auch ein zusätzlicher Kühler für die Speicherchips fehlt bei manchen Herstellern. Hier ist es wie bei den Spannungswandlern empfehlenswert, einen zusätzlichen Lüfter zu verwenden oder Kühlkörper anzubringen. Da die Speicherbausteine nicht ganz so warm werden wie die Spannungswandler, genügt oft eine erhöhte Drehzahl – abhängig vom verwendeten Grafikkarten-Kühler. Gerade bei starkem Overclocking des Grafikspeichers sollten Sie die Kühlung optimieren.

#### Tipps 14 Full-Cover-Wasserkühlung für noch bessere Ergebnisse

Eine Möglichkeit, die Kühlung der Grafikkarte drastisch zu verbessern, ist die Montage eines Full-Cover-Wasserkühlers. Hierzu wird natürlich ein Wasserkühlkreislauf vorausgesetzt. Der Vorteil eines Full-Cover-Wasserkühlers liegt auf der Hand: Neben der GPU werden auch die Speicherbausteine und die Spannungswandler gekühlt. Bei einer leistungsfähigen Waku liegen die Temperaturen der Bauteile deutlich unter denen mit guter Luftkühlung. Im Umkehrschluss

## Übertaktungspotenzial von aktuellen Grafikkarten im Überblick

|                            | Standardtakt<br>GPU/Fermi-ALUs/VRAM | OC-Takt (Durchschnitt)<br>GPU/Fermi-ALUs/VRAM | OC-Takt mit erhöhter<br>Spannung (Durchschnitt) |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nvidia GeForce</b>      |                                     |                                               |                                                 |
| GeForce GTX 690 (Dual-GPU) | 915/3.004 MHz                       | 1.000/3.300 MHz                               | 1.050/3.300 MHz                                 |
| GeForce GTX 680            | 1.006/3.004 MHz                     | 1.100/3.400 MHz                               | 1.250/3.600 MHz                                 |
| GeForce GTX 670            | 915/3.004 MHz                       | 1.000/3.400 MHz                               | 1.100/3.600 MHz                                 |
| GeForce GTX 590            | 607/1.215/1.707 MHz                 | 730/1.440/1.900 MHz                           | 800/1.600/1.900 MHz                             |
| GeForce GTX 580            | 772/1.544/2.004 MHz                 | 850/1.700/2.300 MHz                           | 950/1.900/2.400 MHz                             |
| GeForce GTX 570            | 732/1.464/1.900 MHz                 | 800/1.600/2.300 MHz                           | 930/1.860/2.300 MHz                             |
| GeForce GTX 560 Ti         | 822/1.644/2.004 MHz                 | 940/1.880/2.200 MHz                           | 940/1.880/2.200 MHz                             |
| GeForce GTX 560            | 810/1.620/2.004 MHz                 | 950/1.900/2.450 MHz                           | 1.025/2.050/2.450 MHz                           |
| GeForce GTX 550 Ti         | 900/1.800/2.052 MHz                 | 1.000/2.000/2.350                             | 1.045/2.090/2.350 MHz                           |
| GeForce GTX 480            | 701/1.401/1.848 MHz                 | 800/1.600/1.950 MHz                           | 850/1.700/2.100 MHz                             |
| GeForce GTX 470            | 608/1.215/1.674 MHz                 | 750/1.500/1.800 MHz                           | 800/1.600/1.850 MHz                             |
| GeForce GTX 460            | 675/1.350/1.800 MHz                 | 850/1.700/2.200 MHz                           | 930/1.860/2.300 MHz                             |
| <b>AMD Radeon</b>          |                                     |                                               |                                                 |
| Radeon HD 7970             | 925/2.750 MHz                       | 1.100/3.400 MHz                               | 1.225/3.600 MHz                                 |
| Radeon HD 7950             | 800/2.500 MHz                       | 950/3.000 MHz                                 | 1.150/3.200 MHz                                 |
| Radeon HD 7870             | 1.000/2.400 MHz                     | 1.150/2.900 MHz                               | 1.250/3.000 MHz                                 |
| Radeon HD 7850             | 860/2.400 MHz                       | 1.000/2.900 MHz                               | 1.100/3.000 MHz                                 |
| Radeon HD 7770             | 1.000/2.250 MHz                     | 1.100/2.600 MHz                               | 1.200/2.800 MHz                                 |
| Radeon HD 6990 (Dual-GPU)  | 800/2.500 MHz                       | 870/2.900 MHz                                 | 940/2.900 MHz                                   |
| Radeon HD 6970             | 880/2.750 MHz                       | 950/2.950 MHz                                 | 1.000/2.950 MHz                                 |
| Radeon HD 6950             | 800/2.500 MHz                       | 900/2.800 MHz                                 | 980/2.800 MHz                                   |
| Radeon HD 6870             | 900/2.100 MHz                       | 970/2.400 MHz                                 | 1.000/2.400 MHz                                 |
| Radeon HD 6850             | 775/2.000 MHz                       | 900/2.400 MHz                                 | 1.000/2.400 MHz                                 |
| Radeon HD 6790             | 840/2.100 MHz                       | 950/2.400 MHz                                 | 1.020/2.400 MHz                                 |
| Radeon HD 5970             | 725/2.000 MHz                       | 830/2.400 MHz                                 | 900/2.500 MHz                                   |
| Radeon HD 5870             | 850/2.400 MHz                       | 920/2.600 MHz                                 | 970/2.700 MHz                                   |
| Radeon HD 5850             | 725/2.000 MHz                       | 850/2.500 MHz                                 | 950/2.600 MHz                                   |



können durch die niedrigeren Temperaturen bessere Overclocking-Ergebnisse erreicht werden. Allerdings geht auch bei der Montage des Full-Cover-Wasserkühlers in den meisten Fällen die Garantie der Grafikkarte verloren. Hier sollten Sie abwägen, ob sich die Montage wirklich lohnt.

#### **Tipp 15 Schritt für Schritt**

Wie beim Übertakten des Prozessors gilt bei Grafikkarten, dass Sie sich Schritt für Schritt ans Limit tasten. Es hilft nicht, wenn Sie die Taktraten blind um 100 MHz steigern – das Absturzrisiko ist groß. Gehen Sie lieber in kleinen Schritten von 10 bis 25 MHz vor und prüfen Sie die Einstellungen nach jeder Änderung auf Stabilität. So stellen Sie sicher, dass die Karte die Taktsteigerung ohne Probleme verkraftet. Bermerken Sie, dass die Änderung nicht stabil läuft, gehen Sie auf die Werte zurück, bei denen die Karte noch stabil läuft. Ein Langzeittest klärt endgültig, ob die Karte wirklich mit den Einstellungen läuft.

#### **Tipp 16 GPU-OC mit mehr Saft**

Zusätzlich zu den Taktraten lassen sich seit einigen GPU-Generationen auch die Spannungen der Grafikkarte per Software ändern. Gerade für Overclocker ist dies ein willkommenes Feature, da sich den Karten so noch mehr Leistung entlocken lässt. Bevor Sie allerdings die Spannung erhöhen, sollten Sie zunächst die maximalen Taktraten ohne Spannungserhöhung austesten. Sobald diese ermittelt sind, können Sie die Spannung steigern. Grundsätzlich gilt hier, dass eine Steigerung von 10 Prozent relativ unbedenklich ist. Sobald Sie die Spannung des Grafikprozessors erhöht haben, steigern Sie die Taktrate erneut in kleinen Schritten, um so die neue maximal mögliche Taktrate auszuloten. Bei Bedarf können Sie eine weitere Spannungserhöhung durchführen. Hierbei sollten Sie aber auf jeden Fall die Temperaturen beachten und die Kühlung verbessern, indem Sie beispielsweise die Lüfter hochregeln.

#### **Tipp 17 VRAM-Voltage-Tweak**

Neben der Möglichkeit, die Spannung für den Grafikprozessor zu ändern, bieten einige

Karten seit kurzer Zeit auch die Möglichkeit, die Spannung für den Grafikspeicher zu ändern. Allerdings sollten Sie hier wirklich behutsam vorgehen und den Speicher beispielsweise durch einen zusätzlichen Lüfter mit Frischluft versorgen. Beim Übertakten des Grafikspeichers samt Spannungserhöhung gilt die gleiche Vorgehensweise wie beim Grafikprozessor: Finden Sie zuerst die maximale Taktrate ohne zusätzliche Spannungserhöhung, ehe Sie diese erhöhen. Allerdings ist die Auswahl an Karten, bei denen sich die Speicherspannung erhöhen lässt, noch überschaubar. Bis auf wenige Ausnahmen ist diese Eigenschaft aktuell nur Grafikkarten der Radeon-HD-7000-Serie vorbehalten. Schauen Sie einfach nach – bieten gängige OC-Tools keine Möglichkeit zur Spannungserhöhung, fällt diese Option für Sie weg.

#### **Tipp 18 Geforce: Höhere Leistung durch erweitertes Power Target**

Neuere Grafikkarten wie die Geforce-GTX-600-Serie (Kepler) werden durch das sogenannte Power Target (maximaler Verbrauch) in der Leistungsaufnahme gedrosselt. Mit Overclocking-Tools wie Evga Precision X lässt sich das Power Target und somit auch die maximale Leistungsaufnahme anheben. Das ist hilfreich, denn durch die Anpassung des Power Targets erhält die Karte einen größeren Spielraum bei der maximalen Leistungsaufnahme und kann so bei Bedarf die Boost-Taktrate steigern. Übertakten Sie Ihre Geforce GTX 690/680/670 mit einer zusätzlichen Spannungserhöhung, sollten Sie ebenfalls das Power Target hochregeln, da die Karte sonst ausgebremst wird. Ein Plus von 20 Prozent ist auch mit einfacher Kühlung realisierbar.

#### **Tipp 19 Radeon: Höhere Leistung durch erweitertes Power Limit**

Auch aktuelle AMD-Grafikkarten werden bei der Leistungsaufnahme überwacht. Hier heißt das Zauberwort allerdings Power Limit. Dieses legt fest, wie hoch die maximale Leistungsaufnahme der Grafikkarte sein darf. Mittels Overclocking-Tools wie MSI Afterburner ist es möglich, das Power Limit um maximal 20 Prozent zu erhöhen. Gerade wenn

**Zu 25**


Unigine Heaven eignet sich als idealer Stabilitätstest. Sowohl die GPU als auch der Grafikspeicher werden bei maximalen Details (Tessellation) stark belastet.

**Zu 28**


Bessere Kühlung ab Werk: Grafikkarten mit starken Custom-Kühl-Designs lassen sich besser übertakten als schwach gekühlte Exemplare. Im Bild: Sapphires HD 7970 OC.

**Zu 30**


Ideale Overclocking-Opfer: Sowohl die Radeon HD 7950 als auch die GeForce GTX 670 eignen sich bestens, um ihnen manuell Beine zu machen.

Sie Ihre Grafikkarte in Kombination mit einer Spannungserhöhung übertakten, ist es ratsam, das Limit zu erhöhen. Wie bei GeForce-Grafikkarten stellen 20 Prozent selbst für Karten mit Referenzkühlung kein Problem dar – das kann jedoch sehr laut werden.

#### **Tipp 20 Mit OC-Profilen arbeiten**

Beim Austesten der Limits kann es sinnvoll sein, mit Overclocking-Profilen zu arbeiten. MSIs Afterburner bietet die Möglichkeit, insgesamt fünf unterschiedliche Profile zu speichern. So können Sie die unterschiedlichen Taktraten einfacher vergleichen und den Performance-Vorteil analysieren – oder Sie legen für mehrere Spiele unterschiedliche Taktraten und Spannungen fest, denn nicht immer muss die Karte mit Vollgas laufen.

#### **Tipp 21 OC-Settings beim Start laden**

Damit Sie die ermittelten Werte nicht bei jedem Systemstart neu einstellen müssen, empfiehlt es sich, die Werte durch ein Overclocking-Tool wie MSI Afterburner direkt beim Systemstart anwenden zu lassen. Hierzu muss im Afterburner nach dem Festlegen der gewünschten Taktraten und Spannungen die Option „Apply Overclocking at system Startup“ angewählt werden. Nach dem nächsten Neustart lädt das Programm die Einstellungen automatisch beim Boot.

#### **Tipp 22 Dual-BIOS nutzen**

Verfügt Ihre Grafikkarte über zwei BIOS-Bausteine, können Sie ein BIOS mit eigens angepassten Einstellungen beispielem („flashen“). Bei Grafikkarten der Reihen Radeon HD 6900 und 7900 ist dieses Feature Standard; eines der zwei BIOSe lässt sich modifizieren, das andere ist schreibgeschützt. Mithilfe eines BIOS-Editors lassen sich zum Beispiel die Spannungen, die Taktraten und die Lüftersteuerung überarbeiten. Ein modifiziertes BIOS erspart Ihnen die Nutzung eines Overclocking-Tools, welches die Einstellungen bei jedem Systemstart anwenden muss. Aber auch Grafikkarten mit nur einem BIOS lassen sich anpassen. Hier ist das Risiko allerdings deutlich größer: Im Ernstfall sehen Sie nichts mehr und müssen das BIOS im Blindflug zurückflashen.

#### **Tipp 23 OC im Crossfire abstimmen**

Haben Sie vor, zwei Grafikkarten im Crossfire-Modus zu betreiben, müs-

sen beide Karten im Vorfeld einzeln ausgetestet werden. Werden sie anschließend zusammen betrieben, können Sie nur die Ergebnisse des schlechteren Exemplars nutzen. Meistens treten bei der Verwendung von übertakteten Karten im Crossfire-Betrieb Probleme auf. Die Taktraten, mit denen beide Karten problemlos zusammenarbeiten, liegen meist deutlich unter den Ergebnissen der schlechteren Karte. Sie sollten auf jeden Fall die Takt-Synchronisierung in den OC-Tools anlassen, da es bei unterschiedlich getakteten Karten im Crossfire zu starkem Mikroruckeln kommt.

#### **Tipp 24 OC im SLI-Betrieb abstimmen**

Wie beim Crossfire-Betrieb müssen die Grafikkarten vor der Verwendung im SLI-Modus einzeln ausgetestet werden. GeForce-Grafikkarten lassen sich erfahrungsgemäß im SLI-Betrieb aber wesentlich problemfreier übertakten. Nutzen Sie beispielsweise zwei Karten, ist die Chance, dass beide mit den Werten der schlechteren Karte laufen, größer als bei zwei Radeon-Grafikkarten im Crossfire-Betrieb.

#### **Tipp 25 Erste Stabilitätstests**

Um zu überprüfen, ob die Grafikkarte mit den eingestellten Werten stabil läuft, empfiehlt sich ein kurzer Stabilitätstest mittels 3DMark 11 oder Unigine Heaven. Beide Benchmarks belasten die Grafikkarte ausreichend, um schon nach kurzer Zeit zu sagen, ob die Taktraten nutzbar sind. Stürzen die Benchmarks direkt ab, sind die anliegenden Werte deutlich zu hoch. Durchläuft die Karte die Tests ohne Probleme, können Sie die Taktraten erneut leicht steigern. Um sicherzugehen, dass die Karte mit den erreichten Werten wirklich stabil läuft, hilft nur ein Langzeittest.

#### **Tipp 26 Ernsthafte Stresstests**

Um sicherzugehen, dass die ermittelten Werte für stundenlangen Spielbetrieb geeignet sind, sollten Sie die Grafikkarte mehrere Minuten lang mit dem 3D Mark 11, Unigine Heaven und fordernden Spielen wie *Battlefield 3* oder *Crysis 2* malträtieren. Erst wenn alle Tests mit mehreren Durchläufen ohne Grafikfehler und Abstürze absolviert wurden, können die Taktraten als stabil angesehen werden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass andere oder kommende Spiele instabil laufen, weshalb Sie besser einen Puffer (weniger Takt) einplanen.



#### **Tipp 27 Temperatur-Überwachung**

Damit die Grafikkarte nicht aufgrund zu hoher Temperaturen Bildfehler produziert, sollten Sie im verwendeten Overclocking-Tool die Temperaturüberwachung aktivieren. So werden die Temperaturwerte im Hintergrund mitgeschrieben, auch wenn ein Benchmark ausgeführt wird. Nach Abschluss des Benchmarks können Sie die Temperaturwerte überprüfen und gegebenenfalls die Lüftersteuerung anpassen.

#### **Tipp 28 Niedrige Temperatur für bessere Overclocking-Ergebnisse**

Obwohl sich fast alle Grafikkarten durch höhere Spannungen besser übertakten lassen, zeigen aktuelle Radeon-HD-7000-Karten ein Phänomen: Je niedriger die Temperaturen ausfallen, desto besser lassen sich die Karten ohne Grafikfehler übertakten. Steigt die maximale Temperatur aufgrund geringerer Drehzahlen beispielsweise nur um fünf bis zehn Grad an, kann es passieren, dass die Karte nicht mehr stabil läuft. Hier sollten Sie die Temperaturüberwachung und die anliegende Drehzahl genau im Auge behalten.

#### **Tipp 29 „Pre-Overclocked“-Karten für bessere Ergebnisse?**

Ein Mythos, der sich geraumer Zeit hält, ist jener, dass sich ab Werk übertaktete Grafikkarten höher treiben lassen als Karten ohne werkseitiges Overclocking. Grundsätzlich ist an dieser Aussage nichts dran. Wie gut sich eine Grafikkarte übertakten lässt, hängt allein von der Güte der GPU ab. Auch wenn Hersteller GPUs selektieren können, deutlich bessere Overclocking-Ergebnisse werden damit aber nicht erzielt. Ausreißer nach unten oder oben sind in jedem Segment und bei jedem Modell anzutreffen.

#### **Tipp 30 Ideale OC-Karten**

Zwar lässt sich jede Grafikkarte übertakten, einige davon eignen sich jedoch besonders gut dazu. Sowohl die Radeon HD 7950 als auch die GeForce GTX 670 zeichnen sich durch ihr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis aus – zumindest im High-End-Segment. Mit Overclocking rennen die beiden ihren großen und teureren Geschwistern

GeForce GTX 680 und Radeon HD 7970 davon – in einer HD 7950 steckt ein Taktplus von bis zu 50 Prozent! Auch die HD-7800-Reihe lässt sich überdurchschnittlich gut tunen, hier warten bis zu 30 Prozent Leistung auf ihre Freisetzung.

#### **Tipp 31 Spannungsversorgung**

Hersteller wie MSI oder Asus spendieren Karten im Custom-Design meist eine überarbeitete Spannungsversorgung. Auch wenn dies von vielen Herstellern als Overclocking-fördernd umworben wird, ist eine verstärkte Spannungsversorgung nur bedingt hilfreich. Wie bereits erwähnt, ist schlussendlich die GPU-Qualität entscheidend. Der Vorteil durch die überarbeitete Spannungsversorgung beträgt je nach Karte 20 bis 40 MHz. Ob der Aufpreis für eine solche Karte gerechtfertigt ist, muss jeder Käufer selbst entscheiden.

#### **Tipp 32 Spezielle OC-Karten: Spannungen direkt auslesen**

Einige Hersteller geben ihren Grafikkarten sogenannte „Voltage-Read-Points“ mit auf den Weg, mit denen es möglich ist, die real anliegenden Spannungen mithilfe eines Multimeters auszulesen. Gerade für Übertakter, die das Letzte aus ihrer Grafikkarte herausholen möchten, ist dies ein praktisches Feature. Durch auf der Grafikkarte verlötete Spannungsmesspunkte lassen sich die mittels einer Software ausgelesenen Spannungen einfach vergleichen.

#### **Tipp 33 Asus Rampage IV Extreme: Voltage-Tuning übers BIOS**

Extreme Tuning-Möglichkeiten hält das Asus Rampage IV Extreme bereit. Übertakter, die sich nicht davor scheuen, die Garantie aufs Spiel zu setzen, können ihrer Grafikkarte optionale Kabel anlöten, über die die Spannung hardwareseitig verändert wird. Das BIOS des Asus Rampage IV Extreme enthält Einstellmöglichkeiten, über die beispielsweise die GPU-Spannung oder die des Grafikspeichers verändert werden kann. Eine solche Voltage Modification (kurz Voltmod) ist allerdings nur wirklichen Profis zu empfehlen – „normale“ Overclocker sollten wegen des geringeren Risikos bei Softmods (Tools) bleiben. (jr)

# Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten

www.pcgameshardware.de/cpu



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

## Kommentar

**Während bei Intel die Kluft zwischen Server- und Desktop-Chips größer wird, verringert AMD sie.**

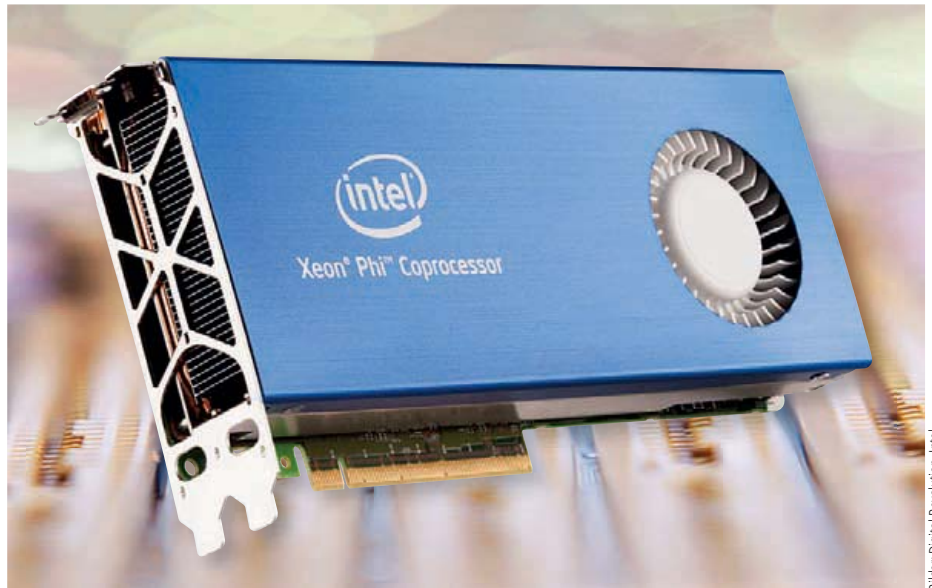
Seit dem Sockel 775 bietet Intel im mittleren Preissegment maximal vier CPU-Kerne an. Das war beim Core 2 Quad so, bei den Lynnfields für Sockel 1156, bei Sandy sowie Ivy Bridge DT für den Sockel 1155 ebenfalls und bei Haswell DT (nächstes Jahr) plus dessen Shrink Broadwell DT (2014) für den Sockel 1150 wird es nicht anders sein. Im Server-Bereich hingegen arbeitet man mit bis zu vier Sockeln pro Board, die CPUs bieten acht (Sandy Bridge EX) bis zehn Kerne (Westmere EX) und mit Haswell EX sollen es gar 14 werden. Allerdings: Intel plant mit den „Centerton“-Atoms erstmals diese Chips in den aufstrebenden Microserver-Markt zu bringen.

AMD hingegen setzt im Falle der FX- sowie Opteron-4200-Prozessoren praktisch die gleichen CPUs für Desktops wie Server ein, die Opteron 6200 bietet zwei Chips in einem Package. Diesem Prinzip bleibt man die nächsten Jahre im oberen Leistungssegment treu – darunter rangieren die APUs und genau diese will AMD auch für Server veröffentlichen. Die Grafikeinheit des „Kaveri“-Chips kann auf den Adressraum der CPU zugreifen, ideal für abwechselnde oder gemeinsame Berechnungen. AMD muss (und kann) zudem nicht so viele Masken fertigen wie Intel, weswegen dieser Schritt ebenso wie der Kauf von Seamicro in die richtige Richtung geht.



## AMD Cash Back

Wer im Zeitraum vom 11. Juni bis zum 31. August einen A-Serie- oder FX-Prozessor kauft und bis zum 18. September ein Formular an AMD schickt, der erhält 10, 15 oder 20 Euro zurück – je nach Anzahl der Kerne. Neben dem FX-8150, FX-8120, FX-6200, FX-6100, FX-4170 und FX-4100 sind auch der A8-3870K sowie der A6-3670K Teil der Aktion. Weitere Informationen finden Sie unter [www.amd-promotions.com/processors/de/claim.asp](http://www.amd-promotions.com/processors/de/claim.asp).



Bilder: Digital Revolution, Intel

## Xeon Phi: Larrabee für Supercomputer

**Einst sprach Intel von Larrabee, dann wurde daraus das MIC-Projekt (Many Integrated Cores) und nun steht mit Xeon Phi eine HPC-Karte bereit.**

HPC steht für „High Performance Computing“, dahinter verbergen sich Supercomputer mit Tausenden von Prozessoren und Grafikkarten. Die neuen Xeon-Phi-Modelle, bisher unter dem Codenamen „Knights Corner“ bekannt, treiben das „Discovery“-System an – insgesamt 140 dieser PCI-E-Karten sowie die gleiche Anzahl an Achtkern-Xeon-E5-2670-Prozessoren erreichen eine Leistung, welche dem Großrechner Platz 150 der weltweiten Supercomputer sichert. Jeder Xeon Phi erreicht laut Intel im Linpack-Benchmark bei doppelter Genauigkeit ein Tera-FLOP Rechenleistung. Möglich wird dies durch derzeit 54 vereinfachte x86-Prozes-

sor-Kerne, zwei weitere übernehmen andere Aufgaben oder sind zugunsten der Chipausbeute deaktiviert. Der Vollausbau wird mit 62 respektive 64 Kernen antreten, die Taktfrequenzen sind unbekannt (liegen aber aktuell rechnerisch bei 1,1 GHz). Jede Xeon-Phi-Karte verfügt über einen 6-plus-8-Pol-Stromanschluss und acht Gi-Byte GDDR5-Speicher. Der Chip wird in Intels aktuellem 22-Nanometer-Verfahren gefertigt.

Die Auslieferung der Karten soll gegen Ende des Jahres erfolgen, zu den Kunden zählt unter anderem der Supercomputer-Hersteller Cray. Dessen „Stampede“-Rechner soll 2013 dank Phi-Karten die Peta-FLOP-Grenze durchbrechen; weitere Abnehmer sind Dell, IBM, Hewlett-Packard, Bull, Inspur, SGI und NEC. Für Desktop-Rechner oder gar Spiele eignet sich der Xeon Phi nicht. (ms)

## CPU- und APU-Roadmap \*

### Erstes Halbjahr 2012

- **Intel Ivy Bridge DT:** Die Core i3 kommen im Juli
- **AMD Brazos 2.0:** Im Juni aktualisierte AMD die Einstiegs-Plattform samt den DX11-APUs

### Zweites Halbjahr 2012

- **AMD Vishera:** Der „FX Next“ für den Sockel AM3+
- **AMD Trinity:** Die Desktop-APUs samt DX11-Grafikeinheit erscheinen im dritten Quartal im Endkundenmarkt

### 2013

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

\* Angaben beruhen auf Fakten oder Schätzungen der Redaktion!

# AMD: Ausblick auf 2013

Das kommende Jahr könnte für AMD den endgültigen Erfolg der Accelerated Processing Units bedeuten – Kaveri, Kabini und Temash heißen die Chips.

Als Nachfolger für die Trinity-Chips soll Kaveri im Bereich von 15 statt A17 bis wie gehabt 35 Watt antreten. Dank Steamroller-CPU-Modulen und einer auf der „Graphics Core Next“-Architektur basierenden Grafikeinheit mit mehr Leistung und Möglichkeiten – auch aufgrund eines gemeinsamen Adressraums für CPU und iGPU. Diesen ermöglicht die Heterogeneous System Architecture (HSA). Kabini nutzt die GCN-Technik samt Jaguar-Kernen und positioniert sich oberhalb von Temash. Dieser fällt mit bis zu 5,9 Watt sehr sparsam aus und soll vor allem Tablets befeuern. (ms)

|                                                                                              |                                                   |                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>"Kaveri"</b><br>15w to 35w BGA<br>4 "Steamroller" cores<br>AMD Radeon™ HD Graphics        | <b>Performance &amp; Premium Ultrathin</b>        | Screen Size: 13.3" to 15.6"<br>Z-height: <21mm         |
| <b>"Kabini"</b><br>9w to ~25w BGA<br>4 "Jaguar" cores<br>AMD Radeon™ HD Graphics             | <b>Essential &amp; Price Disruptive Ultrathin</b> | Screen Size: 11.6" to 16.6"<br>Z-height: >18mm to 24mm |
| <b>"Temash" FT3 BGA</b><br>3.6w to 5.9w<br>Up to 4 "Jaguar" cores<br>AMD Radeon™ HD Graphics | <b>Tablet &amp; Non-Traditional FF</b>            | Screen Size: 10" to 11"<br>Z-height: 10mm              |

## Trinity für Desktop kommt

Nachdem AMD im Mai 2012 die mobilen Trinity-Versionen vorstellte, arbeiten die OEMs an Komplett-PCs, Endkunden werden ab August beliefert.

Während Sie diese Zeilen lesen, erscheinen täglich neue Notebooks und sogenannte Ultrathin-Geräte mit AMDs mobilen Trinity-Chips. Im Falle der Desktop-APUs hält sich der Hersteller jedoch bisher zurück, die offizielle Aussage auf der Computex (Taipeh) im Juni lautete „später in diesem Jahr“. Diverse Mainboard-Hersteller zeigten jedoch Sockel-FM2-Platinen, meist mit einem lauffähigen Sample bestückt. Im Herbst, wenn in den USA die „back to school“-Zeit beginnt, soll die Auslieferung der Trinity-Modelle starten.

Bisher offiziell bestätigt hat AMD nur die A10- und A8-Varianten, die technischen Daten der APUs klingen vielversprechend. (ms)



| Modell    | Kerne | Takt    | Turbo   | L2    | Grafik   | Speicher  | TDP   |
|-----------|-------|---------|---------|-------|----------|-----------|-------|
| A10-5800K | 4     | 3,8 GHz | 4,2 GHz | 4 MiB | HD 7660D | DDR3-1866 | 100 W |
| A10-5700  | 4     | 3,4 GHz | 4,0 GHz | 4 MiB | HD 7660D | DDR3-1866 | 65 W  |
| A8-5600K  | 4     | 3,6 GHz | 3,9 GHz | 4 MiB | HD 7560D | DDR3-1866 | 100 W |
| A8-5500   | 4     | 3,2 GHz | 3,7 GHz | 4 MiB | HD 7560D | DDR3-1866 | 65 W  |
| A6-5400K  | 2     | 3,6 GHz | 3,8 GHz | 1 MiB | HD 7540D | DDR3-1866 | 65 W  |
| A4-5300   | 2     | unbek.  | unbek.  | 1 MiB | HD 7480D | DDR3-1600 | 65 W  |

## PCGH-Leistungsindex CPUs

BESSER ► | Normierte Leistung

|                                                                                              |                                                                                                                                                       |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Core i7-3960X</b><br>(3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 15 MiB L3)<br>Preis: € 890,-              | Anno: 47,1<br>BF3: 74,0<br>Dirt: 96,0<br>Shogun: 29,5<br>SC2: 43,2<br>Sky: 93,6<br>CB11.5: 11,10 / 1,58<br>Paint: 8,4<br>Truecrypt: 318<br>x264: 57,7 | 100 %  |
| <b>Core i7-3930K</b><br>(3,30 GHz, 6 x 256 KiB L2, 12 MiB L3)<br>Preis: € 500,-              | Anno: 44,9<br>BF3: 73,8<br>Dirt: 95,5<br>Shogun: 29,4<br>SC2: 43,0<br>Sky: 93,1<br>CB11.5: 10,79 / 1,57<br>Paint: 8,6<br>Truecrypt: 308<br>x264: 56,1 | 98,3 % |
| <b>Core i7-3770K</b><br>(3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 300,-               | Anno: 48,5<br>BF3: 75,5<br>Dirt: 96,8<br>Shogun: 29,6<br>SC2: 45,7<br>Sky: 93,0<br>CB11.5: 7,52 / 1,66<br>Paint: 11,5<br>Truecrypt: 227<br>x264: 41,2 | 90,7 % |
| <b>Core i7-3820</b><br>(3,60 GHz, 4 x 256 KiB L2, 10 MiB L3)<br>Preis: € 260,-               | Anno: 44,2<br>BF3: 75,6<br>Dirt: 97,1<br>Shogun: 28,1<br>SC2: 42,9<br>Sky: 92,8<br>CB11.5: 7,51 / 1,56<br>Paint: 11,4<br>Truecrypt: 216<br>x264: 39,7 | 87,9 % |
| <b>Xeon E3-1230 v2</b><br>(3,30 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 210,-             | Anno: 45,9<br>BF3: 75,3<br>Dirt: 92,1<br>Shogun: 27,2<br>SC2: 42,1<br>Sky: 88,8<br>CB11.5: 7,09 / 1,56<br>Paint: 12,1<br>Truecrypt: 214<br>x264: 38,9 | 85,9 % |
| <b>Core i7-2700K</b><br>(3,50 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 280,-               | Anno: 42,4<br>BF3: 75,2<br>Dirt: 96,7<br>Shogun: 27,0<br>SC2: 40,9<br>Sky: 87,1<br>CB11.5: 7,05 / 1,56<br>Paint: 12,4<br>Truecrypt: 200<br>x264: 37,3 | 84,4 % |
| <b>Core i5-3570K</b><br>(3,40 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3)<br>Preis: € 210,-               | Anno: 47,0<br>BF3: 75,1<br>Dirt: 93,8<br>Shogun: 29,2<br>SC2: 43,9<br>Sky: 89,4<br>CB11.5: 6,01 / 1,60<br>Paint: 13,9<br>Truecrypt: 170<br>x264: 33,7 | 83,6 % |
| <b>Core i5-2500K</b><br>(3,30 GHz, 4 x 256 KiB L2, 6 MiB L3)<br>Preis: € 190,-               | Anno: 39,1<br>BF3: 74,5<br>Dirt: 85,9<br>Shogun: 26,7<br>SC2: 38,9<br>Sky: 82,1<br>CB11.5: 5,37 / 1,50<br>Paint: 15,7<br>Truecrypt: 141<br>x264: 28,9 | 75,6 % |
| <b>FX-8150</b><br>(3,60 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 180,-                     | Anno: 24,9<br>BF3: 64,2<br>Dirt: 68,6<br>Shogun: 14,2<br>SC2: 25,7<br>Sky: 53,3<br>CB11.5: 5,95 / 1,02<br>Paint: 14,4<br>Truecrypt: 221<br>x264: 36,9 | 62,3 % |
| <b>Core i7-920</b><br>(2,67 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: nicht lieferbar         | Anno: 28,1<br>BF3: 70,5<br>Dirt: 88,0<br>Shogun: 16,8<br>SC2: 27,7<br>Sky: 61,1<br>CB11.5: 4,76 / 0,99<br>Paint: 17,3<br>Truecrypt: 117<br>x264: 26,2 | 60,7 % |
| <b>Phenom II X6 1100T</b><br>(3,30 GHz, 6 x 512 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: nicht lieferbar  | Anno: 22,1<br>BF3: 60,4<br>Dirt: 77,2<br>Shogun: 15,2<br>SC2: 24,5<br>Sky: 51,5<br>CB11.5: 5,82 / 1,11<br>Paint: 17,1<br>Truecrypt: 173<br>x264: 32,5 | 59,5 % |
| <b>Core i5-760</b><br>(2,80 GHz, 4 x 256 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 180,-                 | Anno: 28,1<br>BF3: 69,7<br>Dirt: 82,6<br>Shogun: 17,3<br>SC2: 29,2<br>Sky: 62,1<br>CB11.5: 3,87 / 1,10<br>Paint: 21,0<br>Truecrypt: 96<br>x264: 22,6  | 58,7 % |
| <b>Phenom II X4 980 BE</b><br>(3,70 GHz, 4 x 512 KiB L2, 6 MiB L3)<br>Preis: nicht lieferbar | Anno: 26,4<br>BF3: 62,9<br>Dirt: 79,7<br>Shogun: 16,8<br>SC2: 24,8<br>Sky: 58,3<br>CB11.5: 4,32 / 1,11<br>Paint: 22,1<br>Truecrypt: 129<br>x264: 24,7 | 57,3 % |
| <b>FX-8120</b><br>(3,10 GHz, 4 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 140,-                   | Anno: 23,3<br>BF3: 66,7<br>Dirt: 68,2<br>Shogun: 13,3<br>SC2: 23,2<br>Sky: 49,0<br>CB11.5: 5,05 / 0,96<br>Paint: 16,8<br>Truecrypt: 184<br>x264: 31,4 | 57,2 % |
| <b>FX-6200</b><br>(3,80 GHz, 3 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 140,-                   | Anno: 24,7<br>BF3: 66,7<br>Dirt: 67,2<br>Shogun: 14,1<br>SC2: 25,6<br>Sky: 52,9<br>CB11.5: 4,64 / 1,00<br>Paint: 19,8<br>Truecrypt: 169<br>x264: 29,7 | 57,0 % |
| <b>FX-4170</b><br>(4,20 GHz, 2 x 2,048 KiB L2, 8 MiB L3)<br>Preis: € 120,-                   | Anno: 25,1<br>BF3: 66,0<br>Dirt: 67,4<br>Shogun: 15,0<br>SC2: 27,3<br>Sky: 57,8<br>CB11.5: 3,42 / 1,03<br>Paint: 23,3<br>Truecrypt: 126<br>x264: 22,8 | 54,4 % |
| <b>Phenom II X6 1055T</b><br>(2,80 GHz, 6 x 512 KiB L2, 6 MiB L3)<br>Preis: nicht lieferbar  | Anno: 20,0<br>BF3: 55,8<br>Dirt: 71,2<br>Shogun: 14,1<br>SC2: 22,6<br>Sky: 45,5<br>CB11.5: 4,94 / 0,99<br>Paint: 19,8<br>Truecrypt: 147<br>x264: 28,0 | 53,1 % |

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

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

## Die zweite Revision auf Ivy-Bridge-Basis im Test

# Spartipp: Xeon E3

Nach den regulären Ivy-Bridge-Modellen spendiert Intel auch den Xeon-E3-Modellen für den Sockel 1155 die neue Architektur – PCGH testet den Xeon E3-1230 mit vier Kernen und SMT-Fähigkeit.



### PROZESSOREN

Auszug aus Testtabelle  
mit 55 Wertungskriterien



|                                                                                                                                                                       |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Prozessor                                                                                                                                                             | Xeon E3-1230 v2                                                        |
| Hersteller                                                                                                                                                            | Intel, <a href="http://www.intel.de">www.intel.de</a>                  |
| PCGH-Preisvergleich                                                                                                                                                   | <a href="http://www.pcgh.de/preis/781378">www.pcgh.de/preis/781378</a> |
| Preis/Preis-Leistungsverhältnis                                                                                                                                       | Ca. € 210,-/Gut                                                        |
| Codename, Stepping                                                                                                                                                    | Ivy Bridge DT, E1                                                      |
| Offizieller Sockel                                                                                                                                                    | LGA 1155                                                               |
| Basistakt (Turbotakt)                                                                                                                                                 | 3,3 GHz (bis zu 3,7 GHz)                                               |
| Ausstattung (20 %)                                                                                                                                                    | 2,15                                                                   |
| Grafikeinheit                                                                                                                                                         | Nicht vorhanden                                                        |
| L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)                                                                                                                               | 32 KiByte/32 KiByte, Trace                                             |
| L2-Cache (je Kern/Modul)                                                                                                                                              | 256 KiByte                                                             |
| L3-Cache (insgesamt)                                                                                                                                                  | 8 MiByte                                                               |
| Stromsparfunktionen                                                                                                                                                   | Ja, inklusive Powergating (C6)                                         |
| Befehlssatz-Erweiterungen                                                                                                                                             | SSE bis 4.2, AVX, AES                                                  |
| 64-Bit-Fähigkeit, Virtualisierung                                                                                                                                     | Vorhanden, vorhanden                                                   |
| SMT, IOMMU                                                                                                                                                            | Vorhanden, nicht vorhanden                                             |
| Sonstige Ausstattung                                                                                                                                                  | Kühler (Aluminium, Kupfer-Kern)                                        |
| Eigenschaften (20 %)                                                                                                                                                  | 2,48                                                                   |
| Anzahl CPU-Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt                                                                                                                              | 4, wie Kerntakt                                                        |
| Offener Multiplikator                                                                                                                                                 | Nein                                                                   |
| Übertaktung per Referenztakt?                                                                                                                                         | Ja, stark eingeschränkt                                                |
| Speicher-Unterstützung/-Kanäle                                                                                                                                        | DDR3-1600, zwei                                                        |
| ECC-Unterstützung, TDP laut Hersteller                                                                                                                                | Nicht vorhanden, 69 Watt                                               |
| Integrierte PCI-Express-Lanes                                                                                                                                         | 16 x PCI-Express 3.0                                                   |
| Transistoren, Fertigungsverfahren, Die-Size                                                                                                                           | 1.400 Millionen, 22 nm, 160 mm²                                        |
| Leistung (60 %)                                                                                                                                                       | 1,98                                                                   |
| Spieleleistung (normiert, lt. Index)                                                                                                                                  | 94,8 Prozent                                                           |
| Anwendungsleistung (normiert, lt. Index)                                                                                                                              | 72,4 Prozent                                                           |
| Leistungsaufnahme Leerlauf/Last *                                                                                                                                     | 41 Watt, 97 Watt                                                       |
| <b>FAZIT</b><br>Für 210 Euro sehr hohe Anwendungsleistung<br>Sparsam und auch in Spielen sehr flott<br>Keine Grafikeinheit, nicht übertaktbar<br><b>Wertung: 2,11</b> |                                                                        |

Wie treue Leser wissen, testeten wir im vergangenen Jahr den Xeon E3-1230 auf Basis der Sandy-Bridge-Architektur. Dank mehr als drei Gigahertz und aufgrund vom Simultaneous Multithreading (SMT) war dieser Chip eine preiswerte Alternative zum Core i7-2600K, in Anwendungen hingegen schneller als der beliebte und gleich teure Core i5-2500K.

Ende April 2012 entließ Intel bekanntlich die Ivy-Bridge-Generation in den Handel, welche prinzipiell Sockel- und Chipsatz-kompatibel mit ihrem Vorgänger ist (wenngleich auch hier gilt: keine Regel ohne Ausnahme). Was also lag näher, als auch die Xeon-E3-Serie für den Sockel 1155 neu aufzulegen?

### Xeon E3, die zweite

Offenbar gefiel Intel die letzte E3-Serie so gut, dass sich der Hersteller nicht einmal die Mühe machte, neue Namen zu vergeben – Sie erkennen die Versionen mit Ivy- statt Sandy-Bridge-Innenleben daher am schlichten „v2“-Zusatz. Alle Modelle, abgesehen von E3-1235, erhielten ein entsprechendes Update, welches sich wie folgt äußert: Durch die Bank steigt der Basistakt um 100 MHz und auch der Turbo darf

nun mehr Takt anlegen; dennoch sinkt bei allen Prozessoren die TDP. Bedingt durch die 22-Nanometer-Fertigung sind es zumeist 69 oder 77 statt 95 Watt; VT-d ist aktiv.

Das Flaggschiff ist der fast 900 US-Dollar teure E3-1290 v2, welcher 200 MHz flotter rechnet als der Core i7-3770K, dafür aber auf eine integrierte Grafikeinheit verzichtet. Diese ist zwar bei allen Xeons mit auf dem Die, jedoch deaktiviert. Sofern Sie aber eine dedizierte Grafikkarte verwenden, ist dies ohnehin der Fall, weswegen sich die TDP-Angaben nur bedingt vergleichen lassen. Drei E3-Modelle nutzen die HD Graphics P4000, welche sich nur in Details von der HD 4000 der Desktop-Chips unterscheidet – so spricht Intel davon, dass die P4000 etwa kein Wireless Display unterstützt, dafür aber mit bis zu 1.250 statt 1.150 MHz taktet.

Ein Exot ist der Xeon E3-1220L v2, ein Zweikerner mit SMT und ohne Grafikeinheit. Obwohl er mit 2.200 bis 3.400 MHz rennt, beläuft sich die TDP auf nur 17 Watt – so viel wie ein ULV-Chip (Ultra Low Voltage) für Ultrabooks. Das Anwendungsgebiet sind sehr kleine und extrem effiziente Server.

## Skyrim: Hohe Spieleleistung für 200 Euro

PCGH-Benchmark „Weißlauf“ – 1.080p, max. Details, Hi-Res-Tex, kein AA/AF

|                                      |    |      |
|--------------------------------------|----|------|
| Ci7-3930K (6C/12T - 3,20 GHz)        | 79 | 93,1 |
| Ci7-3770K (4C/8T - 3,50 GHz)         | 79 | 93,0 |
| Ci5-3570K (4C/4T - 3,40 GHz)         | 76 | 89,4 |
| E3-1230 V2 (4C/8T - 3,30 GHz)        | 77 | 88,8 |
| Ci5-2500K (4C/4T - 3,30 GHz)         | 69 | 82,1 |
| Ci5-760 (4C/4T - 2,80 GHz)           | 52 | 62,1 |
| FX-8150 (4M/8T - 3,60 GHz)           | 46 | 53,3 |
| Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)    | 44 | 51,5 |
| Ph. II X4 960T BE (4C/4T - 3,00 GHz) | 43 | 50,3 |
| C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)         | 40 | 47,0 |

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

System: Geforce GTX 580 @ 900/1.800/2.300 MHz, Intel Z77/X79/P67/X58/P55/P45, AMD 970/A75, 6/8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Auch in Spielen überzeugt der Xeon durch viele Fps.

Min. | Ø Fps  
Besser

# Sharkoon Nightfall

## PCGH-Edition

### Bezugsquelle:

Das Gehäuse ist für 54,90 Euro bei Alternate erhältlich. PCGH-PCs mit diesem Gehäuse sind ebenfalls verfügbar.

### Zubehör:

Per Mainboard-Adapter ist Front-USB-3.0 möglich.



Das Sharkoon Nightfall gibt es jetzt auch in einer PCGH-Edition mit geschlossenen Seitenwänden, Silent-Lüfter und natürlich USB 3.0.

Die Redakteure der Zeitschrift PC Games Hardware haben zusammen mit dem Hersteller Sharkoon das Nightfall-Gehäuse weiter optimiert und als PCGH-Edition auf den Markt gebracht. Neben USB 3.0 (optional per Mainboard-Adapter) verfügt das Sondermodell über geschlossene Seitenwände, um die Optik weiter aufzuwerten sowie den Lärmpegel zu reduzieren und die Stabilität zu erhöhen. Der 120-mm-Frontlüfter wurde durch einen Sharkoon Silent Eagle 800 PCGH-Edition ersetzt, der auch zu einer niedrigeren Geräuschkulisse beiträgt. Trotz der edlen Aluminium-optik und der PCGH-Optimierungen ist das Gehäuse mit 54,90 Euro sehr preiswert und nicht teurer als die Standardversion. Das Sharkoon Nightfall PCGH-Edition kann ab sofort bei Alternate bestellt werden. (dw)

| Produkt                  | Nightfall PCGH-Edition                                                 |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Hersteller               | Sharkoon                                                               |
| Händler/Preis            | Alternate/€ 54,90                                                      |
| Erweiterte Infos         | <a href="http://www.pcgh.de/go/nightfall">www.pcgh.de/go/nightfall</a> |
| Material                 | Stahl                                                                  |
| Montageplätze            | 5 x (5,25 Zoll), 5 x (3,25 Zoll)                                       |
| Lüfterplätze             | 1 x 120 mm Front (vorhanden), 1 x 120 mm Heck (frei)                   |
| Platz für Grafikkarte(n) | 28 cm                                                                  |
| Frontanschlüsse          | 1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, Kopfhörer, Mikrofon                          |
| Gewicht                  | 6 Kilogramm                                                            |
| Farbe                    | Schwarz (innen + außen)                                                |
| Formfaktor               | ATX                                                                    |
| Abmessungen (B x H x T)  | 202 x 440 x 455 Zentimeter                                             |

## PCGH-Edition

Mehr Infos unter: [pcgh.de/go/nightfall](http://pcgh.de/go/nightfall)

**PC Games**  
**Hardware**  
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

## Unser Tipp: Der E3-1230 v2

Der unserer Ansicht nach spannendste Chip aus dem E3-Portfolio ist der E3-1230 v2: Mit einem Listenpreis von 215 US-Dollar und einem Straßenpreis von etwa 210 Euro (Stand 13.06.) kostet er weniger als der Core i5-3570K und nur etwa zwei Drittel des Core i7-3770K.

Mit 3,3 über 3,5 (alle Kerne) bis 3,7 GHz (ein Kern) sowie vier Rechenherzen mit vollen 8 MiByte L3-Cache und SMT zur Abarbeitung von acht Threads steht er dem i7-Flaggschiff für den Sockel 1155 jedoch nur um 200 MHz nach, zum erwähnten i5 fehlen ihm gar nur 100 MHz. Unser Sample des Xeon E3-1230 v2 wurde uns freundlicherweise von Cyberport zur Verfügung gestellt, eine Grafikeinheit ist nicht vorhanden.

## Kompatibilität und OC

Wenngleich der E3-1230 v2 in den meisten Mainboard-Listen ebenso wie seine Xeon-Geschwister nicht auftaucht, so müssen Sie sich mit einem aktuellen UEFI selten sorgen – dennoch sollten Sie die Kompatibilität vorab prüfen: Die Chips starten meist und werden anstandslos erkannt; auch Intels DZ77GA-70K läuft mit dem E3 (UEFI 0039).

Im Gegensatz zu allen K-losen Prozessoren für den Sockel 1155 ist eine Übertaktung mittels des Turbos nicht möglich – während sich ein Core i5-3550 auf allen Kernen auf bis zu 3,9 GHz treiben lässt, ist der Xeon E3-1230 v2 nur in der Lage, die von Intel spezifizierten 3.500 MHz zu erreichen. Selbst innerhalb des Turbo-Rahmens erlaubt der Hersteller keine Konfiguration, sprich: Ein Xeon E3 läuft durchweg nur „out of the box“.

## Die Xeon E3 v2 im Überblick plus Vergleich zu Core i7/i5

| Modell           | Kerne   | Basistakt | Turbo (ein Kern) | L3-Cache | Grafikeinheit | TDP     | Listenpreis (tray) |
|------------------|---------|-----------|------------------|----------|---------------|---------|--------------------|
| Core i7-3770K    | 4 + SMT | 3,5 GHz   | 3,9 GHz          | 8 MiByte | HD 4000       | 77 Watt | 332 US-Dollar      |
| Core i5-3570K    | 4       | 3,4 GHz   | 3,8 GHz          | 6 MiByte | HD 4000       | 77 Watt | 225 US-Dollar      |
| Xeon E3-1290 v2  | 4 + SMT | 3,7 GHz   | 4,1 GHz          | 8 MiByte | -             | 87 Watt | 885 US-Dollar      |
| Xeon E3-1280 v2  | 4 + SMT | 3,6 GHz   | 4,0 GHz          | 8 MiByte | -             | 69 Watt | 612 US-Dollar      |
| Xeon E3-1275 v2  | 4 + SMT | 3,5 GHz   | 3,9 GHz          | 8 MiByte | P4000         | 77 Watt | 339 US-Dollar      |
| Xeon E3-1270 v2  | 4 + SMT | 3,5 GHz   | 3,9 GHz          | 8 MiByte | -             | 69 Watt | 328 US-Dollar      |
| Xeon E3-1265L v2 | 4 + SMT | 2,5 GHz   | 3,5 GHz          | 8 MiByte | HD 2500       | 45 Watt | 294 US-Dollar      |
| Xeon E3-1245 v2  | 4 + SMT | 3,4 GHz   | 3,8 GHz          | 8 MiByte | P4000         | 77 Watt | 266 US-Dollar      |
| Xeon E3-1240 v2  | 4 + SMT | 3,4 GHz   | 3,8 GHz          | 8 MiByte | -             | 69 Watt | 250 US-Dollar      |
| Xeon E3-1230 v2  | 4 + SMT | 3,3 GHz   | 3,7 GHz          | 8 MiByte | -             | 69 Watt | 215 US-Dollar      |
| Xeon E3-1225 v2  | 4       | 3,2 GHz   | 3,6 GHz          | 8 MiByte | P4000         | 77 Watt | 209 US-Dollar      |
| Xeon E3-1220L v2 | 2 + SMT | 2,2 GHz   | 3,4 GHz          | 3 MiByte | -             | 17 Watt | 189 US-Dollar      |
| Xeon E3-1220 v2  | 4       | 3,1 GHz   | 3,5 GHz          | 8 MiByte | -             | 69 Watt | 189 US-Dollar      |

## Leistung in Anwendungen

Tuning-Freunden wird das natürlich nicht gefallen, wer aber seine 210 Euro bewusst in einen solchen Chip investieren möchte, erhält einen hohen Gegenwert: Unsere Benchmarks zeigen, dass der E3-1230 v2 mal eben die Anwendungsleistung eines Core i7-2700K überbietet und damit nur leicht hinter einem Core i7-3770K rangiert – im Mittel ist der E3 damit rund 12 Prozent flotter als der gleich teure Core i5-3570K.

Inbesondere dann, wenn SMT von Vorteil ist (etwa beim Rendering), wächst der Vorsprung auf knapp 20 Prozent an. Reine Singlethread-Applikationen liegen dem Core i5 zwar besser, die Differenz ist mit unter drei Prozent in der Praxis jedoch schlicht zu vernachlässigen.

## Auch ein Spiele-Freund

Bedingt durch die nur 100 MHz geringeren Frequenzen (verglichen mit dem Core i5-3570K) liefert der Xeon E3-1230 v2 auch im Gaming-Sektor eine tadellose Leistung ab,

im Bereich von 200 Euro ist er damit neben dem i5 der schnellste Prozessor am Markt. Egal ob *Battlefield 3*, *Starcraft 2*, *Skyrim* oder *Shogun 2* – der Chip stemmt alle Titel mit flüssigen Bildraten; Luft für Spiele-Modifikationen und Tweaks ist massig vorhanden.

Sofern Sie jedoch ein Auge auf ein Multi-GPU-Setup werfen, raten wir zu einem K-Prozessor, da nur dieser samt einer Übertaktung in der Lage ist, etwa ein Gespann aus zwei GeForce GTX 680 oder einem HD-7970-Doppel wirklich auszureizen. Zusammengefasst bietet der Xeon E3-1230 v2 in seinem Preisbereich im Mittel die höchste Leistung, weder der Core i5-3570K noch irgendein AMD-Prozessor halten hier mit.

## Sparsam, aber keine iGPU

Hinsichtlich des Strombedarfs erwartet uns keine Überraschung: Der E3 benötigt bei identischem Mainboard im Leerlauf so viel Energie wie jede andere Ivy-Bridge-CPU auch und ist damit sehr sparsam – mit einer passenden Platine liegt

ein AMD-System hier gleichauf. Unter Volllast genehmigt sich der E3-Rechner nur 97 Watt, womit seine Effizienz in Anwendungen als exzellent einzustufen ist. Wenn Sie viel Videomaterial konvertieren, ist der Chip ergo eine gute Wahl.

Wie bereits erwähnt, ist die nicht vorhandene integrierte Grafikeinheit ein Nachteil. Sie benötigen also exzellent eine dedizierte Karte, um ein Bild auf den Schirm zu bekommen. Wen das nicht stört, der erhält mit dem Xeon E3-1230v2 eine durchweg gelungene CPU. (ms)

## Fazit



### Xeon E3 v2

Wenngleich auf den professionellen Bereich zugeschnitten, sind Modelle wie der E3-1230 v2 auch für Spieler interessant – einerseits wegen der Leistung, andererseits wegen des Preises. Die größeren Varianten schrecken durch ihre Anschaffungskosten ab, E3-Chips wie der 1220L v2 sind für HTPC-Besitzer aber durchaus einen Blick wert.

## Konvertierung: Xeon auf dem dritten Platz

### x264 HD, Test # 2 (alle vier Durchläufe gemittelt)

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Ci7-3930K (6C/12T - 3,20 GHz)        | 56,1 |
| Ci7-3770K (4C/8T - 3,50 GHz)         | 41,2 |
| E3-1230 V2 (4C/8T - 3,30 GHz)        | 38,9 |
| FX-8150 (4M/8T - 3,60 GHz)           | 36,9 |
| Ci5-3570K (4C/4T - 3,40 GHz)         | 33,7 |
| Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,3 GHz)    | 32,5 |
| Ci5-2500K (4C/4T - 3,30 GHz)         | 28,9 |
| Ci5-760 (4C/4T - 2,80 GHz)           | 22,6 |
| Ph. II X4 960T BE (4C/4T - 3,00 GHz) | 20,3 |
| C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)         | 19,5 |

**System:** GeForce GTX 580 @ 900/1.800/2.300 MHz, Intel Z77/X79/P67/X58/P55/P45, AMD 970/A75, 6/8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Dank SMT erreicht der Xeon einen Platz auf dem Treppchen.

Ø Fps  
Besser

## Leistungsaufnahme: Xeon sehr sparsam

### Platimax 600 Watt (80 Plus Platin), gesamtes System, x264 HD als Voll-Last

|                                      |    |     |
|--------------------------------------|----|-----|
| Ci5-3570K (4C/4T - 3,40 GHz)         | 39 | 92  |
| E3-1230 V2 (4C/8T - 3,30 GHz)        | 41 | 97  |
| Ci5-2500K (4C/4T - 3,30 GHz)         | 42 | 101 |
| Ci5-760 (4C/4T - 2,80 GHz)           | 36 | 101 |
| Ci7-3770K (4C/8T - 3,50 GHz)         | 41 | 105 |
| C2Q Q9550 (4C/4T - 2,83 GHz)         | 45 | 108 |
| Ph. II X4 960T BE (4C/4T - 3,00 GHz) | 45 | 123 |
| Ci7-3930K (6C/12T - 3,20 GHz)        | 45 | 183 |
| Ph. II X6 1100T (6C/6T - 3,30 GHz)   | 52 | 190 |
| FX-8150 (4M/8T - 3,60 GHz)           | 43 | 194 |

**System:** Geforce GT 430 (7 Watt im Leerlauf), Intel Z77/X79/P67/P55/P45, AMD 970/A75, 6/8 GiByte DDR3, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1 mit FX-Hotfixes, Geforce 295.51 (Q) **Bemerkungen:** Trotz vier Kernen plus SMT bleibt das Xeon-System unter 100 Watt.

Watt  
2D Last  
Besser

# WERBUNG





Tolle Benchmark-Ergebnisse ohne Kompromisse

# Der Rekord-PC

Dual-Sockel-Systeme sind nur etwas für professionelle Anwender? Auf keinen Fall, denn dafür machen sie viel zu viel Spaß! Wir stürzen uns mit 16 Kernen in die Benchmark-Schlacht ...

In aktuellen Spiele-PCs sind oft Prozessoren mit vier Kernen verbaut, da sie ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bieten und Spiele selten von zusätzlichen Kernen profitieren. Ein Sockel-2011-System mit zwei Sockeln kommt auf bis zu 16 Kerne, bietet also eine deutlich höhere Rohleistung. Wie wir bereits in Ausgabe 05/2012 gezeigt haben (Artikel liegt auf der Heft-DVD vor), profitieren davon aber meist nur Anwendungen stark, Spiele jedoch erwartungsgemäß kaum.

## Höher, schneller, weiter

In diesem Artikel konzentrieren wir uns daher darauf, ohne Rücksicht auf die Praxisnähe möglichst gute Benchmark-Ergebnisse mit zwei Achtkern-Prozessoren zu erzielen. Dazu setzen wir auf Benchmarks, für die bei Hwbot eine Vielzahl von Vergleichsergebnissen existieren. Bei Hwbot.org handelt es sich um eine Website, bei der Übertakter

aus aller Welt ihre Ergebnisse hochladen können und in Teams und unterschiedlichen Ligen gegeneinander antreten.

## Eine Frage der Plattform

Die schnellste Spiele-CPU ist zwar derzeit ein Core i7-3770K für den Sockel 1155, unter Berücksichtigung der Anwendungsleistung ist aber ein Core i7-3960X für den Sockel 2011 der flotteste Prozessor. Beim Xeon E5-2687W handelt es sich um einen Chip, der eben-

falls auf Sandy Bridge basiert, aber zwei zusätzliche Kerne und Dual-Sockel-Tauglichkeit vorweist. Dies lässt sich Intel zwar mit über 1.600 Euro pro CPU teuer bezahlen, Enthusiasten erhalten damit aber das Nonplusultra. Natürlich gibt es Prozessoren mit mehr Kernen und Server-Platinen mit mehr als zwei Sockeln: die Alternativen schwächeln allerdings durch niedrige Taktraten und eine zum Teil deutlich geringere Pro-MHz-Leistung, was dazu führt, dass sie in Programmen, die

nicht exzellent mit vielen Kernen skalieren, oft chancenlos gegen ein Sockel-2011-System mit zwei Xeon-E5-2687W-Chips sind.

## Chip-Durcheinander

Mit dem X79 gibt es lediglich einen Chip für Sockel-2011-Mainboards, die ausschließlich mit einem Prozessor betrieben werden. Die Dual-Sockel-Platinen verfügen allerdings nicht über den X79, sondern über einen Chip aus Intels C600-Serie. Die interessantesten Modelle heißen C602 (Asus Z9PE-D16, Asus Z9PE-D8 WS) und C606 (Evga Classified SR-X). Beim C602 ist die SCU (Storage Control Unit) auf 4 SATA-Anschlüsse beschränkt, 2 x SAS onboard bietet daher nur das Classified SR-X. Der C606 bietet passend zur SAS-Unterstützung PCIe-Uplink, was mehr Leistung bei der Verwendung sehr schneller Speicherlösungen verspricht, da der PCH zusätzlich zur DMI-Schnitt-

## Video auf Heft-DVD



Wir stellen das Setup mit zwei Achtkern-Prozessoren vor und demonstrieren, welche OC-Funktionen das UEFI-Menü bietet und wie die bereits hohe Rechenleistung noch gesteigert werden kann, um den ersten Platz in der Hwbot-Rangliste des Benchmarks Wprime zu erzielen.



stelle über vier PCI-E-Lanes mit der CPU kommunizieren kann.

## Kühlung und Energie

Im Gegensatz zu einem normalen System muss man bei einem Dual-CPU-System etwas mehr darauf achten, welche CPU-Kühler man verwendet. Das liegt vor allem am Platz, den die Kühler auf der Platine benötigen. Plant man die Nutzung von drei oder vier Grafikkarten, wird das Platzproblem nochmals weiter verschärft. Wir nutzen auf unserem System zwei Mal den True Spirit 140 von Thermalright. Der Kühler ist relativ breit, was man dadurch ausgleichen kann, dass man einen PCI-E-Slot verwendet, der weiter unten liegt. Das gilt jedoch nur bei einer Grafikkarte. Da wir jedoch das System mit 3-Way-SLI betreiben wollten, war das keine Option, sodass wir die Kühler um 90 Grad gedreht im Vergleich zur normalen Position einbauen mussten. Das liegt aber auch daran, dass wir einige Triple-Slot-Grafikkarten nutzten. Bei Verwendung von Grafikkarten mit Dual-Slot-Kühlern wäre auch ohne Weiteres Quad-SLI möglich. Da sich die RAM-Slots sehr nah am Sockel befinden, sollten RAM-Module mit möglichst niedrigem Kühlkörper verwendet werden, damit diese nicht die Heatpipes der CPU-Kühler berühren oder gar die Montage desselben unmöglich machen.

Betrachtet man die reine Kühlleistung, so stellt die Dual-Xeon-Plattform keine allzu großen Ansprüche an die CPU-Kühler. Die Prozessoren haben eine TDP von 150 Watt, die von jedem guten CPU-Kühler bewältigt werden kann. Geachtet werden muss aber auf die Unterstützung des Sockels 2011. Als recht warm erwies sich der PCH (Platform Controller Hub) C602, der sich beim Asus Z9PE-D8 WS seitlich der PCI-E-Steckplätze befindet. Der Chip ist mit einem kompakten Kühlkörper ausgestattet und hat eine TDP von 8 Watt. Zum Vergleich: Der Z77-PCH bringt es auf 6,7 Watt TDP. Trotz der etwas stärkeren Erwärmung des Kühlkörpers im Vergleich zu Single-Sockel-Boards mit etwas genügsameren PCH herrscht keine Überhitzungsgefahr, zumal eine Heatpipe für eine rasche Wärmeabfuhr sorgt. Wir haben das System im offenen Aufbau betrieben, bei der Unterbringung im Gehäuse ist aber ein gutes Kühlkonzept Pflicht, um die

Abwärme der zusätzlichen CPU problemlos abführen zu können.

Spezielle Anforderungen stellt so eine Plattform auch an die Energieversorgung. Während die meisten handelsüblichen Gaming-Systeme mit einem 500-Watt-Netzteil anstandslos betrieben werden können, schluckt unser System schon dann 400 bis 450 Watt, wenn nur beide CPUs ausgelastet sind. Mit drei Grafikkarten messen wir im 3D Mark 11 eine Leistungsaufnahme von knapp 800 Watt. In einem Worst-Case-Szenario kann der Verbrauch nochmals ansteigen. Für unser System gehen wir auf Nummer sicher und versorgen das Setup über ein 1.000-Watt- und ein 1.200-Watt-Netzteil, die wir mittels eines Adapters gekoppelt haben.

## Overclocking: Geht was?

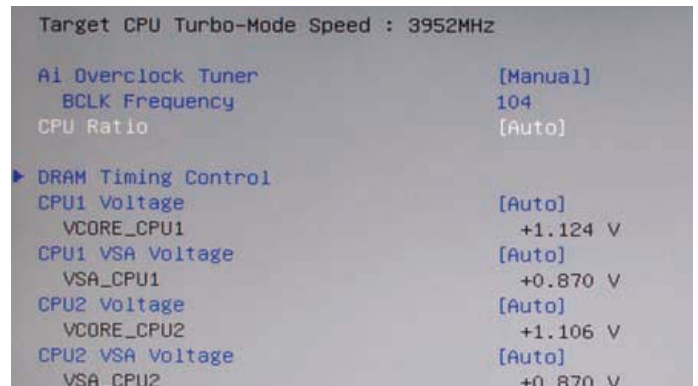
Das Asus Z9PE-D8 WS ist zwar ein Workstation- beziehungsweise Server-Mainboard, bietet aber dennoch eine Reihe von Einstellmöglichkeiten, um mehr Leistung aus dem System herauszuholen. So lässt sich beispielsweise der Referenztakt in 1-MHz-Schritten justieren und die Spannungswerte für die CPU-Kerne und den System-Agent-Bereich im Prozessor können auf bis zu 1,520 Volt angehoben werden. Die RAM-Spannung darf auf maximal 1,90 Volt gesteigert werden und lässt sich für je zwei nebeneinanderliegende Steckplätze konfigurieren – so lassen sich bei Bedarf auch unterschiedliche Riegel mit der optimalen Spannung betreiben.

Leider ändern diese Optionen nichts an der Tatsache, dass alle aktuellen Intel-Systeme sich über den Referenztakt nur um wenige Prozent übertakten lassen. Während bei Sockel-2011-Mainboards mit einem CPU-Sockel und dem X79-Chip aber Strap-Stufen für 125, 166 und sogar praxisferne 250 MHz zur Verfügung stehen, müssen Nutzer eines Dual-Sockel-Systems mit rund 100 MHz auskommen. Dies ist besonders deshalb schade, da Intel keinen einzigen Sockel-2011-Prozessor für Dual-Sockel-Systeme anbietet, der mit einem nach oben offenen Multiplikator ausgestattet ist. Woran liegt das? Der naheliegende Grund ist natürlich, dass sich solche Setups an professionelle Anwender richten und die Xeon-Modellreihe nicht für Übertakter gedacht ist.

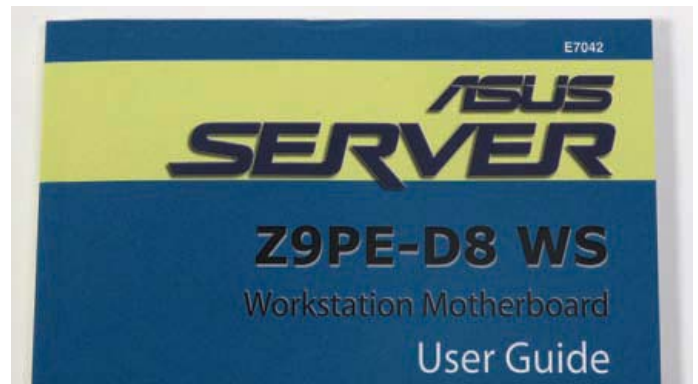
## Bauteile für den Rekord-PC: Ein teures Vergnügen

| Komponente          | Name                                              | Preis (ca.)      |
|---------------------|---------------------------------------------------|------------------|
| Prozessor           | 2 x Xeon E5-2687W                                 | € 3.280,-        |
| Prozessorkühler     | 2 x Thermalright True Spirit 140                  | € 80,-           |
| Hauptplatine        | Asus Z9PE-D8 WS                                   | € 460,-          |
| Arbeitsspeicher     | 8 x 4 GiByte DDR3-1600                            | € 160,-          |
| Grafikkarte         | 4 x Geforce GTX 680                               | € 1.920,-*       |
| Netzteil 1          | Cooler Master Silent Pro Gold (1.000 W)           | € 180,-**        |
| Netzteil 2          | Corsair Professional Series Gold AX1200 (1.200 W) | € 230,-**        |
| <b>Gesamtkosten</b> |                                                   | <b>€ 6.310,-</b> |

\* Da uns für den Artikel nicht genügend Dual-Slot-Modelle zur Verfügung standen, haben wir nur drei Stück verwendet. \*\* Es ist nicht zwingend erforderlich, zwei Netzteile zu nutzen. Die im 3D Mark 11 mit drei GTX-680-Grafikkarten gemessene Leistungsaufnahme beträgt rund 800 Watt.



Die Spannungen mussten wir für die maximalen Taktraten nicht ändern, da sich der Referenztakt bei dem Sockel-2011-System um lediglich 4 MHz anheben lässt.



Lassen Sie sich vom „Server“-Aufdruck nicht täuschen: Die OC-Funktionen würden auch für Xeon-CPU mit freiem Multiplikator und Luft-/Wasserkühlung ausreichen.

## Kleine Zielgruppe

Francois Piednoel, der bei Intel als Senior Performance Analyst tätig ist, hat im Xtremesystems-Forum auf Nachfrage aus der Community noch einige weitere Gründe für diese Produktpolitik genannt: Bevor Intel eine Overclocking-CPU herausgibt, werden intern aufwendige Tests durchgeführt. Der Hersteller analysiert zum Beispiel die zu erwartende Lebensdauer bei Übertaktung. Dual-Sockel-Plattformen stellen laut Piednoel eine besondere Herausforderung dar und verteuern die Qua-

litätssicherung deutlich. Der Senior Performance Analyst hat diesen Prozess bei der Skulltrail-Plattform mitverfolgen können, als Intel mit dem Core 2 Extreme QX9775 für den Sockel 771 eine Übertakter-CPU für derartige Systeme entwickelt hat. Das heißt also: Die Zielgruppe für einen vergleichbaren Prozessor für den Sockel 2011 ist zu klein, um ein solches Produkt zu entwickeln. Falls eine solche CPU doch noch kommen sollte, dann sicher als teure Extreme-Edition und nicht als relativ günstiges K-Modell.



## Asus Z9PE-D8 WS: Ordentlich ausgestattetes Dual-Sockel-Mainboard für 460 Euro

### An/Aus- und Reset-Knopf <sup>1</sup>

Das Z9PE-D8 WS ist (wie auch das Classified SR-X) mit Tasten zum (Neu-)Starten und Ausschalten des Systems ausgestattet. Für PC-Tuner entfällt damit das Überbrücken der zuständigen Kontakte bzw. der Einbau ins Gehäuse.

### Acht RAM-Steckplätze <sup>2</sup>

Pro CPU stehen vier Slots zur Verfügung, die für Quad Channel komplett belegt sein müssen. Insgesamt lassen sich 64 GiByte DDR3-RAM verbauen. Beim Einsatz von teureren Registered-Sticks lassen sich sogar 256 GiByte Arbeitsspeicher verwenden.

### EZ Plug <sup>3</sup>

Falls besonders energiehungrige Komponenten zum Einsatz kommen, steht ein zusätzlicher Stromanschluss für 4-polige Molex-Stecker zur Verfügung. Die Verwendung ist optional, das System läuft auch ohne Extra-Energie.

### Stromversorgung <sup>4</sup>

Nicht optional, sondern Pflicht ist das Belegen aller drei ATX-Stromanschlüsse auf dem Mainboard. Neben einem 24-poligen Anschluss gibt es zwei Gegenstücke für 8-Pol-Stecker, die für High-End-Netzteile inzwischen Standard sind.

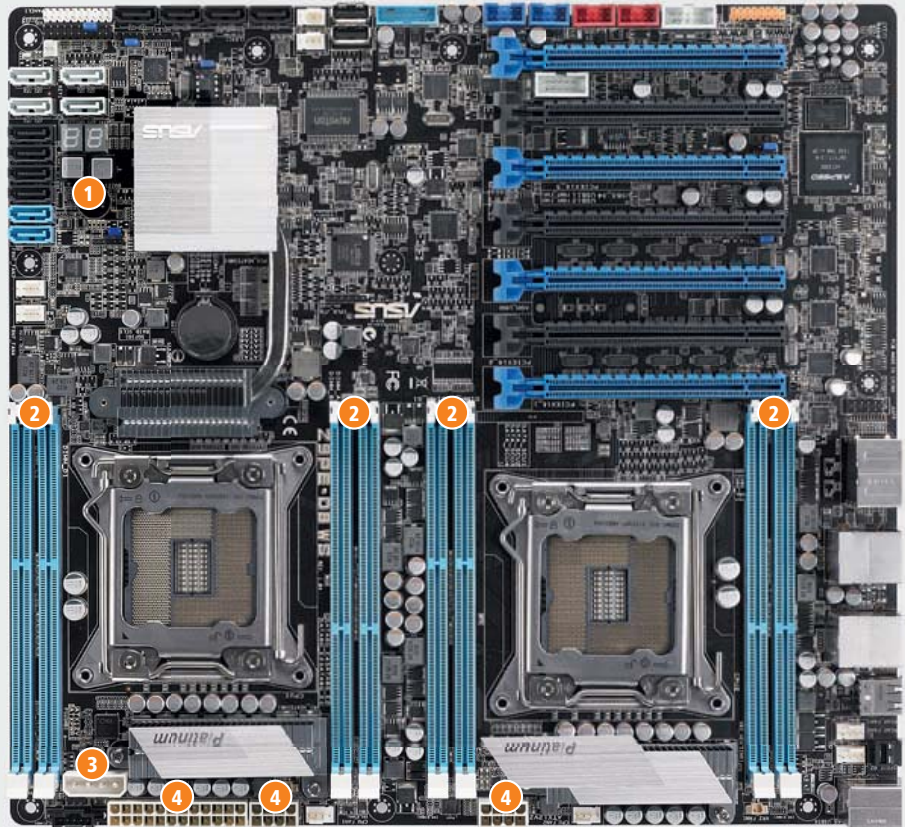
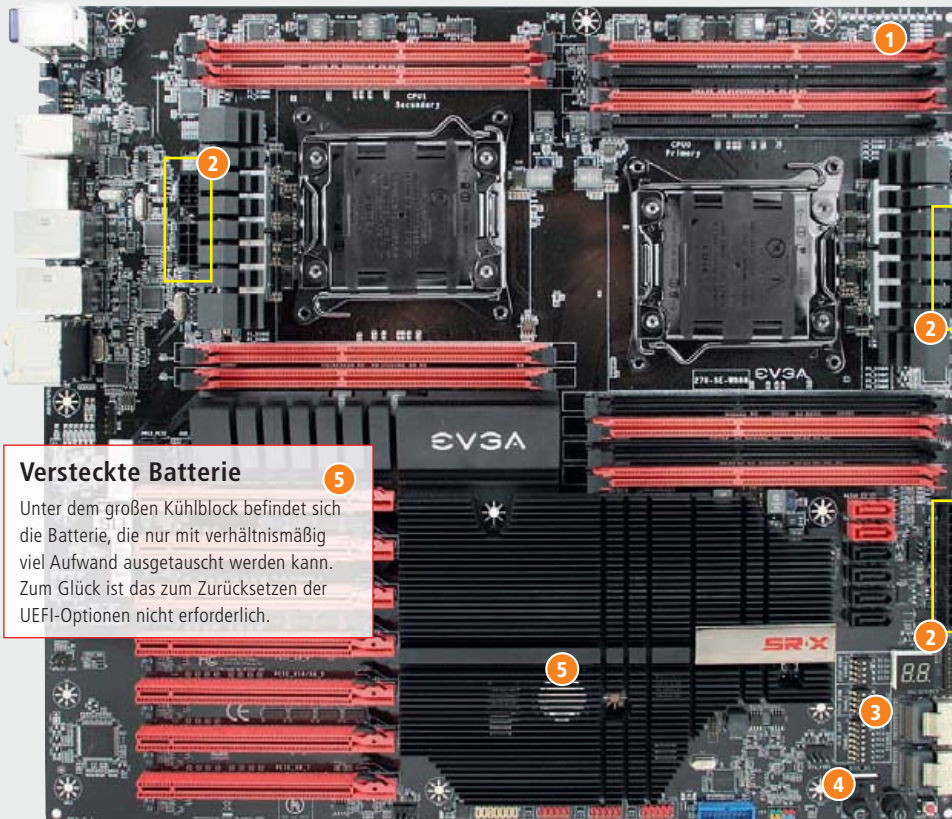


Bild: Asus

## Evga Classified SR-X: Zwölf RAM-Slots für bis zu 96 GiByte, Mini-SAS und viele OC-Funktionen für 610 Euro



### Spannungsmesspunkte <sup>1</sup>

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: An beschrifteten Messpunkten lassen sich die Spannungen (Kerne System Agent, RAM, PLL) für jede CPU getrennt auslesen, falls ein Multimeter zur Hand ist.

### Stromversorgung <sup>2</sup>

Neben dem ATX-Trio, bestehend aus einem 24-poligen und zwei 8-poligen Anschlüssen, gibt es zwei Buchsen für PCI-E-6-Pin-Stromstecker. Das SR-X kann bei Bedarf also noch mehr Strom ziehen als das Z9PE-D8 WS.

### Debug-Schalter <sup>3</sup>

Falls das System nicht korrekt funktioniert, lassen sich zur Fehlersuche einzelne PCI-E- und RAM-Slots deaktivieren. Ein langwieriger (und ggf. überflüssiger) Ausbau der Hardware entfällt somit.

### Dreifach-UEFI <sup>4</sup>

Das Classified SR-X bietet drei eigenständige UEFI-Bausteine, zwischen denen mittels Onboard-Schalter gewechselt werden kann. Das Austesten von Beta-Versionen ist dadurch recht ungefährlich.

### Versteckte Batterie <sup>5</sup>

Unter dem großen Kühlblock befindet sich die Batterie, die nur mit verhältnismäßig viel Aufwand ausgetauscht werden kann. Zum Glück ist das zum Zurücksetzen der UEFI-Optionen nicht erforderlich.

Bild: Evga





Wprime 1024M in 55,349 Sekunden absolviert: Lassen Sie sich vom niedrigen angezeigten Kerntakt nicht täuschen, der durch EIST (für den Turbo nötig) verursacht wird.

|     | SCORE   | USER                                                                                               | FREQUENCY        | HARDWARE            | WR         | SL            |               |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------|---------------|---------------|
| 1.  | 55.348  |  Hyperhom         | 3536 MHz         | 2x Xeon E5 2687W    | Air Opto   | 59.4pts 4 0 0 |               |
| 2.  | 56.486  |  Strategosian     | 3100 MHz         | 2x Xeon E5 2687W    | H2O Opto   | 44.9pts 5 0 0 |               |
| 3.  | 57.439  |  Christian Hay    | 3400 MHz         | 2x Xeon E5 2690     | Stock Opto | 33.9pts 3 0 0 |               |
| 4.  | 57.439  |  Mossmann         | 2x Xeon E5 2687W | Stock               | Opto       | 26.2pts 1 1 0 |               |
| 5.  | 58.324  |  ronnieje         | 3255 MHz         | 2x Xeon E5 2690     | H2O Opto   | 22.4pts 0 0 0 |               |
| 6.  | 63.400  |  Shengchen        | 2x Xeon E5 2680  | Stock               | Opto       | 21.7pts 0 0 0 |               |
| 7.  | 68.766  |  Dead Things      | 3543.4 MHz       | 4x Opteron 8363 SE  | Air Opto   | 21.1pts 0 0 0 |               |
| 8.  | 68.925  |  Sea Shepherd     | 3084.5 MHz       | 4x Opteron 8363 SE  | Stock      | Opto          | 20.9pts 0 0 0 |
| 9.  | 93.290  |  Chisom           | 2926 MHz         | 4x Xeon X7560       | Stock      | Opto          | 19.9pts 0 0 0 |
| 10. | 93.290  |  PowerToTheUsers  | 2926 MHz         | 4x Xeon X7560       | Stock      | Opto          | 19.9pts 0 0 0 |
| 11. | 95.990  |  Phreakon         | 2812 MHz         | 4x Opteron 8362     | Air        | Opto          | 18.7pts 0 1 0 |
| 12. | 127.688 |  McPace           | 2529.4 MHz       | 8x Opteron 840 90nm | Air        | Opto          | 18.2pts 0 0 0 |
| 13. | 128.800 |  Kirshof          | 2310 MHz         | 4x Opteron 8356     | Stock      | Opto          | 17.4pts 0 0 0 |
| 14. | 131.800 |  ALTF13           | 2812 MHz         | 8x Opteron 8220 SE  | Stock      | Opto          | 17pts 0 0 0   |
| 15. | 133.160 |  Jeggar           | 2830 MHz         | 8x Opteron 8220 SE  | Stock      | Opto          | 16.4pts 0 0 0 |
| 16. | 136.410 |  konant7000       | 2411 MHz         | 4x Opteron 8358 SE  | Air        | Opto          | 16.4pts 0 0 0 |
| 17. | 138.563 |  Widuras          | 2x Xeon E5 2680  | Stock               | Opto       | 15.2pts 0 0 0 |               |
| 18. | 140.417 |  lila             | 2400.1 MHz       | 4x Xeon E7340       | Stock      | Opto          | 14.8pts 0 0 0 |
| 19. | 140.786 |  Barron_Greenback | 2310 MHz         | 4x Opteron 8356     | Stock      | Opto          | 14pts 0 0 0   |
| 20. | 140.900 |  joel             | 2128 MHz         | 4x Opteron 8347     | Air        | Opto          | 13.5pts 0 0 0 |

Mit 55,349 Sekunden führen wir bei Hwbot die 1024M-Bestenliste für Systeme mit 16 CPU-Kernen an (Stand: 19.06.). Wie lange wird dies der Rekordwert bleiben?

## Wprime: OC bringt wichtige Vorteile

### Wprime v1.55 1024M

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| 2 x Xeon E5-2687W (3,53 GHz) | 55,349 (-4 %)  |
| 2 x Xeon E5-2687W (Hwbot)*   | 56,066 (-3 %)  |
| 2 x Xeon E5-2690 (Hwbot)*    | 57,439 (-1 %)  |
| 2 x Xeon E5-2687W (Hwbot)*   | 57,439 (-1 %)  |
| 2x Xeon E5-2687W (3,40 GHz)  | 57,766 (Basis) |
| 2x Xeon E5-2690 (Hwbot)*     | 58,124 (+1 %)  |

### Wprime v1.55 32M

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| 2 x Xeon E5-2687W (Hwbot)*   | 2,372 (-11 %) |
| 2 x Xeon E5-2687W (Hwbot)*   | 2,449 (-8 %)  |
| 2 x Xeon E5-2687W (3,53 GHz) | 2,527 (-5 %)  |
| 2 x Xeon E5-2690 (Hwbot)*    | 2,543 (-5 %)  |
| 2 x Xeon E5-2690 (Hwbot)*    | 2,575 (-3 %)  |
| 2x Xeon E5-2687W (3,40 GHz)  | 2,668 (Basis) |

**System:** Asus Z9PE-D8 WS, 4x/8x 2 GiByte DDR3-1600, Geforce GTX 680; Windows 7 SP1 64 Bit **Bemerkungen:** Während wir im 1024M-Test einen Rekord aufstellen, landen wir in Wprime 32M nur auf Platz drei – hier gibt es also noch Verbesserungspotenzial.

**Sekunden**  
▲ Besser

## UC Bench: Top-Wert für 16-Kern-Systeme

### UC Bench 2011

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 2 x Xeon E5-2687W (3,53 GHz) | 3.338,2 (+4 %)  |
| 2x Xeon E5-2687W (3,40 GHz)  | 3.201,1 (Basis) |
| 2 x Xeon E5-2690 (Hwbot)*    | 3.128,9 (-2 %)  |
| 2 x Xeon E5-2690 (Hwbot)*    | 3.103,3 (-3 %)  |
| 2 x Xeon E5-2680 (Hwbot)*    | 2.970,9 (-7 %)  |
| 4 x Xeon E7340               | 1.840,3 (-43 %) |

**System:** Asus Z9PE-D8 WS, 4x/8x 2 GiByte DDR3-1600, Geforce GTX 680; Windows 7 SP1 64 Bit **Bemerkungen:** Der Spitzenplatz für 16-Kern-Systeme ist uns auch ohne Overclocking sicher. Der E5-2687W ist etwas flotter als die E5-2690/E5-2680 der Mitbewerber.

**Passw./Sek.**  
► Besser

## Neue Rekorde von PCGH

Beim Programm UC Bench 2011 handelt es sich um einen Test, der die Geschwindigkeit beim Knacken von Rar-Passwörtern misst. Der Benchmark nutzt unter anderem SSE4 und – für uns viel wichtiger – sämtliche zur Verfügung stehenden Kerne. Der aktuelle Hwbot-Rekord wurde daher mit einem System aufgestellt, das vier Prozessoren mit je zehn Kernen bietet. Eine einzelne der verwendeten Xeon-E7-2860-CPUs kostet über 3.000 Euro! Gegen diese Übermacht sind wir selbst mit dem 16-Kern-System machtlos: Statt über 5.100 prüft unser Setup nur rund 3.200 Passwörter pro Sekunde. Dabei handelt es sich zwar bereits um das zweithöchste Ergebnis in der Hwbot-Datenbank, nach Overclocking auf 104 MHz Referenztakt und flotteren RAM-Timings erzielen wir allerdings unseren persönlichen Bestwert mit 3.338,2 Passwörtern pro Sekunde.

Deutlich stärkere Konkurrenz gibt es im Benchmark Wprime. Dieser Test ist nicht nur seit langer Zeit fester Bestandteil von Hwbot, sondern wird auch mit sogenannten „Global points“ belohnt, ist also für Über-takter besonders interessant, um in der Liga gut abzuschneiden. Der Hwbot-Rekord für den 32M-Test liegt bei 1,547 Sekunden und wurde mit zwei auf 5,66 GHz übertakteten Sechskkernern für den Sockel 1366 erzielt. Der 1024M-Bestwert liegt bei 39,839 und wurde ebenfalls mit zwei Xeon X5680 geholt, allerdings bei 5,37 GHz. Aufgrund der überlegenen Overclocking-Eigenschaften des Classified-SR-2-Systems sind wir machtlos: Die zusätzlichen Kerne der Sockel-2011-Plattform gleichen die hohen Taktraten der Sockel-1366-Prozessoren nicht einmal ansatzweise aus – mehr dazu im Extrakasten am Ende des Artikels.

Unser Fokus liegt daher auf der 16-Kerne-Unterrubrik, bei der Nutzer mit vergleichbaren Systemen antreten. Hier reihen wir uns mit 57,766 Sekunden vorerst hinter den bisherigen Bestwerten ein. Um den Spitzenplatz zu erhalten, müssen wir den Test in weniger als 56,066 Sekunden abschließen. Mit Standardtakt ist dies nicht möglich, da der bisherige Rekordhalter nicht nur zwei baugleiche Prozessoren, sondern ebenfalls das Asus Z9PE-D8 WS verwendet und Gebrauch von den OC-Funktionen gemacht hat: Der Referenztakt beträgt 103

MHz, das System läuft also drei Prozent flotter. Daher beginnen wir, die Grenzen unseres Testsystems auszuloten. Der maximale Referenztakt beträgt 104 MHz, bei 105 MHz konnten wir das System kein einziges Mal zum Starten bewegen. Auch bei 104 MHz ist nicht jeder Startversuch von Erfolg gekrönt und im Windows-Betrieb kommt es gelegentlich zu Freezes. Tuning-Potenzial gibt es außerdem bei den RAM-Timings: Unser Hauptkonkurrent verwendet satte 64 GiByte, betreibt diese allerdings nur mit 824 MHz (DDR3-1648) und den Latenzen 10-10-10-30 2T.

## DDR3-1600: Mehr geht nicht

Im UEFI-Menü des Z9PE-D8 WS gibt es Grund zur Hoffnung: Es stehen RAM-Teiler bis DDR3-2666 zur Verfügung – lassen sich so einige Zehntelsekunden gutmachen? Leider nicht: Da die CPUs nur bis DDR3-1600 freigegeben sind, sind Einstellmöglichkeiten für höhere Taktraten nicht funktionsfähig. Eine Erhöhung des Werts auf DDR3-1866 führt bereits dazu, dass das Setup nicht mehr startet. Obwohl der Speichertakt als Trumpf ausscheidet, gibt es noch eine andere Möglichkeit, den Arbeitsspeicher zu beschleunigen:

Wir belegen ebenfalls wie der Mitbewerber alle acht RAM-Slots für den Quad-Channel-Betrieb, beschränken uns allerdings auf 2-GiByte-Sticks mit MGH-E-Hyperbausteinen von Elpida. Diese Chips vertragen im Taktbereich von 800 bis 900 MHz scharfe Timings wie 6-6-6-18 und – bei hoher Spannung – mit etwas Glück auch 5-6-5-15 oder gar 5-5-5-15. Diese hohen Spannungen sind beim Dual-Sockel-System aber nicht vonnöten: Die Timings 7-7-7-21 laufen problemlos, eine Verschärfung auf 6-7-6-21 oder 6-6-6-18 führt nicht zum Erfolg. Auch der Ausbau einiger Module ändert nichts daran. Offensichtlich ist die gesamte Plattform für hohe Speicherkapazitäten ausgelegt und daher nicht in der Lage, diese für Desktop-PCs möglichen Werte zu bewältigen.

Mit 104 MHz Referenztakt, einem daraus resultierenden Turbo-Kerntakt von 3.536 MHz und den Timings 7-7-7-21 1T bei 832 MHz (DDR3-1664) schaffen wir es, den 1024M-Test von Wprime in weniger als 56 Sekunden abzuschließen und nach mehreren Durchläufen



55,349 Sekunden als Bestwert zu erzielen.

In Wprime 32M sieht es etwas schlechter aus. Hier gelang es uns trotz besserer Voraussetzungen bei Takt und Timings nicht, die Rekordzeit für 16 Kerne zu unterbieten, die bei 2,372 Sekunden liegt. (Stand: 19.06.) Möglicherweise ist unser Windows 7 etwas langsamer

als das Betriebssystem der Konkurrenz, die offenbar auf ein anderes Windows setzt. Denkbar ist auch, dass das verzögerte Hochtakten aus dem Leerlauf noch Raum für Optimierungen lässt. Auf EIST können wir nicht verzichten, da uns sonst die Turbo-Funktion nicht zur Verfügung steht. Mit einem festen Multiplikator war das System außerdem nicht zum Starten zu bewegen.

Unsere Bestzeit von 2,527 Sekunden haben wir übrigens im Dual-Channel-Modus mit lediglich zwei RAM-Sticks pro CPU erzielt. Das mag auf den ersten Blick verwundern, ist aber der Tatsache geschuldet, dass die Speichertransferrate in Wprime nur eine sehr geringe Rolle spielt. Außerdem ist die Zugriffszeit bei Verwendung von lediglich zwei Speicherkanälen etwas geringer als

bei Quad-Channel-Nutzung. Geben wir uns also geschlagen? Vorerst – sobald uns das Evga Classified SR-X vorliegt, werden wir (mit beiden Boards) noch mal einen Angriff auf den 32M-Rekord für 16 Kerne starten.

### Skalierung im 3D-Bereich

Weniger erfolgreich zeigt sich unser Setup leider in Sachen 3D-

## 3D Mark 11: Skalierung von Kernen und GPUs

### 2 x 8 Kerne (32 Threads)

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| 3 x Geforce GTX 680 | 18.815 (+71 %) |
| 2 x Geforce GTX 680 | 16.826 (+53 %) |
| 1 x Geforce GTX 680 | 10.977 (Basis) |

### 2 x 4 Kerne (16 Threads)

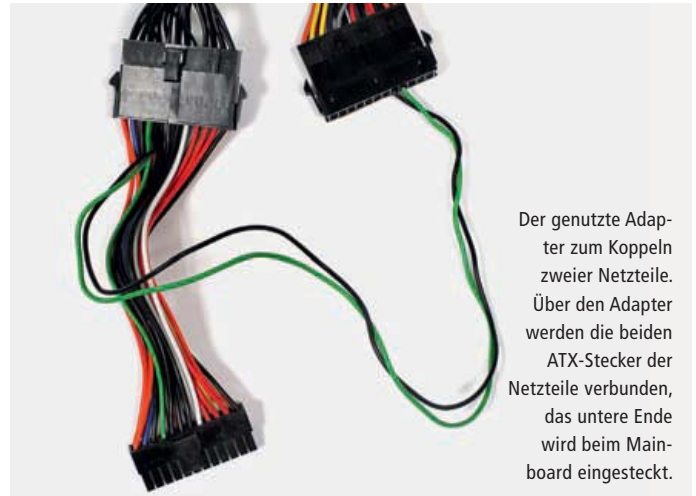
|                     |                |
|---------------------|----------------|
| 3 x Geforce GTX 680 | 18.611 (+70 %) |
| 2 x Geforce GTX 680 | 15.892 (+45 %) |
| 1 x Geforce GTX 680 | 10.494 (Basis) |

### 2 x 2 Kerne (8 Threads)

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| 3 x Geforce GTX 680 | 16.162 (+47 %) |
| 2 x Geforce GTX 680 | 14.053 (+28 %) |
| 1 x Geforce GTX 680 | 10.154 (Basis) |

**System:** Asus Z9PE-D8 WS, 8 x 4 GiByte DDR3-1600, 1-Geforce GTX 680; Windows 7 SP1 64 Bit **Bemerkungen:** Eine zweite Grafikkarte bringt ein im Schnitt 50 Prozent besseres Ergebnis. Eine Dritte bringt dagegen nur noch ca. 20 bis 25 Prozent Mehrleistung.

**Punkte (Performance)**  
► Besser



Der genutzte Adapter zum Koppeln zweier Netzteile. Über den Adapter werden die beiden ATX-Stecker der Netzteile verbunden, das untere Ende wird beim Mainboard eingesteckt.



## Dual-CPU-Plattformen: Sockel 1366 dank OC-Möglichkeit immer noch konkurrenzfähig

Das Vorgängersystem zu unserem Sandy-Bridge-EP-Setup bestand aus einem Evga SR-2 und zwei Xeon-X5680-Chips. Obwohl diese Prozessoren mit nur 6 Kernen und einer niedrigeren Pro-MHz-Leistung auf dem Papier kaum eine Chance gegen zwei Xeon E5-2687W haben, sind sie für Rekordjäger eine mindestens ebenbürtige Alternative: Das SR-2 auf Sockel-1366-Basis ermöglicht eine sehr starke Anhebung des Referenztakts und damit deutliche Taktsteigerungen. Auf über 4,5 GHz übertaktet erzielten wir so im Frühjahr 2011 in Wprime 32M eine Zeit von 2,25 Sekunden. Mangels ähnlicher OC-Reserven war es uns auch eineinhalb Jahre später mit den zwei Achtkernern für den Sockel 2011 nicht möglich, dieses Ergebnis zu toppen. Die Wprime-1024M-Berechnungszeit konnten wir allerdings um rund drei Sekunden verkürzen.

Für Nutzer, die sehr viele flotte Kerne benötigen, aber noch relativ günstig wegkommen möchten, ist ein Dual-Sockel-System auf Sockel-1366-Basis daher immer noch eine sehr gute Wahl, falls Sie ein Overclocking-taugliches Mainboard wie das SR-2

Evga SR-2 (Sockel 1366)

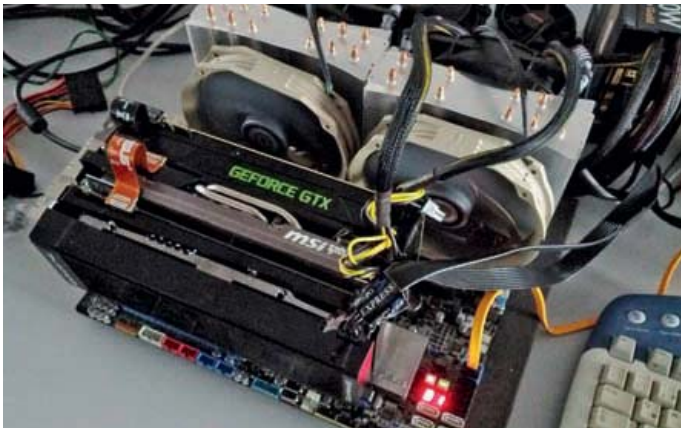


Asus KGPE-D16 (Sockel G34)



einplanen: Zwei Xeon DP E5645 mit sechs Kernen und 2,4 GHz Standardtakt gibt es zusammen für ca. 1.000 Euro; und zwölf auf rund 3,6 GHz (bei 200 MHz Referenztakt) beschleunigte Gulftown-Kerne haben schon ordentlich Dampf. Satte 24 Kerne in einem PC hatten wir Ende 2011 im Testlabor: Die zwei Opteron 6174 waren aufgrund der niedrigen Taktrate von 2,2 GHz, fehlenden OC-Funktionen des Asus KGPE-D16 und im Vergleich zu aktuellen Xeon-CPU's geringen Pro-MHz-Leistung aber trotz deutlicher Kern-Überzahl nicht in der Lage, die mit dem SR-2 erzielten Ergebnisse zu toppen.

Bild: Evga/Asus



Das System mit drei GeForce GTX 680 im Vollaufbau. Wegen Platzproblemen aufgrund des 3-Wege-SLI mussten wir die CPU-Kühler um 90 °C gedreht einbauen.

Benchmarks. Trotz des vermeintlichen Überflusses an CPU-seitiger Rechenleistung liegt das dennoch vor allem am Prozessor. Die verwendeten Benchmarks 3D Mark 06 und 11 skalieren nur bis zu einer bestimmten Kernanzahl. Jeder weitere Kern darüber hinaus bringt keine weiteren Vorteile. Damit liegt schlicht ein Großteil der möglichen CPU-Leistung brach und die wenigen genutzten, mit ca. 3,5 GHz eher gemächlichen arbeitenden Kerne vermögen es nicht, unser System auf Weltklasse-Niveau zu hieven.

Weitere Geschwindigkeitszuwächse lassen sich nur über einen höheren Maximaltakt pro Kern erreichen. Damit steht man bei der Nutzung einer Xeon-Plattform vor dem bereits erwähnten Problem: Da sich diese für Serversysteme gedachten Prozessoren im Gegensatz zu den herkömmlichen Sandy- und Ivy-Bridge-CPU's aus der K-Serie nicht über den Multiplikator übertakten lassen, ist das Anheben des Referenztakts die einzige Möglichkeit, die Prozessoren über ihren Spezifikationen zu betreiben; wir konnten ein Maximum von 104 MHz ermitteln, was in einem CPU-Takt von rund 3,55 GHz im Turbo-Modus resultiert. Verglichen mit einer Sandy- oder Ivy-Bridge-CPU mit freiem Multiplikator ist das enttäuschend, da sich diese Chips bei ähnlicher Kühlung auf rund 4,5 GHz übertakten lassen. Die

Hwbot-Konkurrenz trumpft sogar mit auf über 6,5 GHz übertakteten Ivy-Bridge-CPU's auf, die mit Flüssigstickstoff gekühlt wurden.

Am zwar sehr beeindruckenden, aber für Spitzenpositionen leider nicht ausreichenden Ergebnis ändert auch das Übertakten der drei GeForce GTX 680 nichts. Da diese im 3-Wege-SLI-Modus laufen, reagieren diese auch empfindlicher auf Übertaktungsversuche. Bei unserem System stellte sich ein Plus von 47 MHz beim Kern- und 467 MHz beim Speichertakt als stabiles Maximum im 3-Wege-SLI heraus.

### Skalierung bei Grafikkarten

Bei einem System dieser Größenordnung stellt sich natürlich die Frage, wie gut die Benchmarks mit jeder weiteren verbauten Grafikkarte skalieren. Das hängt vor allem von der Konzeption der Software und der Qualität der Treiber ab. So skaliert neuere Software in der Regel deutlich besser mit mehr Kernen und GPUs als dies ältere Programme können. Das kann man auch beim 3D Mark erkennen.

Die alte, aber immer noch beliebte 2006er-Ausgabe des 3D Marks zeigt sich komplett CPU-limitiert. Egal ob das System mit einer oder drei Grafikkarten betrieben wird – das Benchmark-Ergebnis bewegt sich konstant in einem engen Bereich um 28.500 Punkte, weswegen wir

## Meinungen aus der Redaktion



**Reinhard Staudacher**

Das Motto „Klotzen, nicht kleckern“ hörte sich im ersten Moment ausgezeichnet an. Auch wenn die gebotene Leistung beeindruckend ist, so machte sich bei mir doch etwas Ernüchterung breit, als sich herausstellte, wie störrisch sich das System gibt. Die Konfiguration brauchte zu oft mehrere Anläufe für einen erfolgreichen Boot-Vorgang. Zum Benchen ist die Plattform toll, im Alltag wäre mir die Konfiguration zu fehleranfällig.



**Stephan Wilke**

Auch wenn das OC-Potenzial sehr gering ist: In Benchmarks die außergewöhnlich hohe Grundgeschwindigkeit zu steigern, ist an der Grenze zur Instabilität stets unterhaltsam – schön, dass es bei Hwbot einige „Verrückte“ mit ähnlichen Systemen gibt. Das Z9PE-D8 WS hat mir zwar ganz gut gefallen, mit dem Classified SR-X hätte ich aber auch gerne gearbeitet – schade, dass das Mainboard nicht rechtzeitig eingetroffen ist.



auf eine Darstellung im Diagramm verzichten. Ein höheres Ergebnis ließe sich hier nur erreichen, wenn man den CPU-Takt noch weiter anheben könnte, was – wie bereits erwähnt – bei Xeon-Prozessoren nicht funktioniert. Deutliche Unterschiede gibt es dafür beim 3D Mark 11. Schafft das System mit einer einzelnen Grafikkarte nur knapp 11.000 Punkte, verbessert sich das Ergebnis mit zwei GeForce GTX 680 auf ca. 16.800 Punkte. Eine dritte Grafikkarte bringt nur noch rund 2.000 Punkte zusätzlich. Während die zweite Grafikkarte das Ergebnis um über 50 Prozent verbessert, sorgt 3-Way-SLI im Vergleich zur ursprünglichen Konfiguration mit nur einer Grafikkarte für einen Vorsprung von ca. 70 Prozent.

Im 3D Mark 11 hätten wir es mit 18.815 Punkten nur auf den achten Platz in der Rangliste für drei GeForce GTX 680 geschafft. Im 3D Mark 06 ist die Kluft noch deutlicher. Uns trennen knapp 9.000 Punkte vom Letztplatzierten in der Rangliste für Systeme mit drei GeForce-GTX-680-Grafikkarten.

Um die Lücke zu schließen und Rekordwerte aufzustellen, ist neben tiefgekühlten Grafikchips ein günstigeres, aber stark übertaktetes Ivy-Bridge-System mit Core i5-3570K oder besser noch Core i7-3770K empfehlenswert. „Die Macht der Kerne“ beschränkt sich bei Hwbot im Wesentlichen auf UC Bench 2011 und Wprime – aus technischer Sicht ist das vielleicht etwas enttäuschend, aber eine gute Nachricht für all diejenigen, die nicht Tausende Euro nur für Mainboard und CPUs ausgeben können.

### Skalierung mit CPU-Kernen

Mit den Benchmarks 3D Mark 11 und 06 überprüfen wir auch die Skalierung des Benchmark-Ergebnisses mit der Anzahl der aktiven CPU-Kerne – auch das jeweils mit ein, zwei und drei Grafikkarten, um herauszufinden, inwieweit zusätzliche Kerne das Resultat beeinflussen. Hierzu nutzen wir die Option des UEFI-Menüs, Prozessorkerne zu deaktivieren. Der Betrieb mit nur einem Prozessor ist zwar möglich, allerdings lassen sich dann nur noch vier der insgesamt sieben

PCI-E-Steckplätze nutzen. Die Kommunikation mit den drei unteren PCI-E-Slots ist der zweiten CPU im innen liegenden Sockel vorbehalten. 3- oder 4-Wege-SLI erfordert also den Betrieb mit zwei Xeons.

Mit drei werkelnenden Grafikkarten lassen sich bei der Nutzung von 16 Kernen/32 Threads oder 8 Kernen/16 Threads kaum Unterschiede feststellen. Man erkennt hier eine deutliche Limitierung der Leistung durch die CPU-Kerne. Reduziert man die Anzahl der Threads auf acht, sinkt die Punkteanzahl deutlich um ca. 2.500 Punkte. Der 3D Mark profitiert also von mehr als acht logischen CPU-Kernen, auch wenn ein Anheben der Frequenz noch deutlich größere Auswirkungen haben würde.

Durch das Weglassen einer Grafikkarte wirkt sich der Unterschied zwischen 32/16/8 Threads deutlicher aus, sodass man hier auch ein nennenswertes Sinken der Leistung beim Wechsel zwischen 32 und 16 Threads erkennen kann. Betreibt man das System nur mit einer

einigen Grafikkarte, hat man eine beinahe lineare Skalierung über alle drei CPU-Szenarien. Der Zuwachs von vier auf sechzehn Kerne plus SMT bringt insgesamt aber nur rund 800 Punkte, ist also aufgrund der CPU-Limitierung schwächer ausgeprägt. Man kann demnach feststellen, dass sich 32 Kerne auch in aktuellen synthetischen Benchmarks nicht lohnen. Bei Spielen wird auch der Sprung von acht auf 16 Threads kaum Auswirkungen zeigen. (sw/rs)

### Fazit



#### Der Rekord-PC

Falls Geld keine Rolle spielt, ist ein Dual-Sockel-System auf Sockel-2011-Basis für Enthusiasten eine hervorragende Wahl. Für Übertakter ist die Plattform aber kaum interessant – hier hat es Intel versäumt, eine CPU mit nach oben offenem Multiplikator anzubieten. Es versteht sich von selbst, dass zwei Achtkern-Prozessoren und bis zu vier Grafikkarten eine überdurchschnittliche Kühlung und Energieversorgung benötigen.



Bild: Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.

Intels, TSMCs und Global Foundries' Tagewerk belichtet

# CPU-Fertigung

Intels 22-Nanometer-Prozess erzeugte neben den Ivy-Bridge-Chips selbst sehr viel Aufmerksamkeit – wie aber entsteht ein Prozessor und welche Hürden nahmen die Hersteller in den letzten Jahren?

Am Anfang war der Sand. Genauer gesagt Quarzsand, denn dieser besteht aus reinem Siliziumdioxid – und aus Silizium, einem sogenannten Halbleiter-Element, werden praktisch alle heutigen Mikroprozessoren gefertigt. Bis dahin ist es jedoch ein weiter Weg, denn wie wir auf den beiden letzten Seiten dieses Artikels anhand von Intels aktueller 22-Nanometer-Fertigung aufzeigen, ist dieser Prozess äußerst aufwendig und sehr teuer.

Um alle paar Monate die Anzahl von Schaltungen und den Transistoren zu erhöhen und damit die Leistung sowie Fähigkeiten eines Chips zu verbessern, sind Fortschritte bei der Fertigung unumgänglich. Diese erfolgt in sogenannten „Fabs“ (Fabrication Plants), gigantischen Produktionsstätten mit Spezialgeräten, deren Anschaffung und Betrieb Milliarden von US-Dollar kosten – eine davon steht in Dresden. Einst gehörte sie AMD – mittlerweile ist sie Teil von Global Foundries, einem

Auftragsfertiger, der von der arabischen ATIC mitfinanziert wird. Um die Jahrtausendwende herum fertigte AMD hier auf 200-Millimeter-Wafern seine Prozessoren im 180- und 130-Nanometer-Verfahren.

## Größer und kleiner, bitte

Der Durchmesser eines Wafers, also der Siliziumscheibe, aus der per Fotolithographie die späteren Chips entstehen, ist entscheidend dafür, wie viele sogenannte „Dies“ (Siliziumplättchen) herauskommen können. Früher waren 200 Millimeter Wafer-Durchmesser Standard, AMD rüstete die Fab 30 im Jahr 2007 auf die heute üblichen 300 Millimeter um – in Zukunft lautet das erklärte Ziel 450 Millimeter Durchmesser. Die Strukturgröße hingegen soll möglichst klein ausfallen – so lassen sich auf gleichem Raum mehr Transistoren unterbringen.

## Die 130-Nanometer-Ära

2002 zeigte sich AMD innovativ und kombinierte das 0,13-Mikro-

meter-Verfahren mit dem damals „Black Diamond“ getauften Low-k-Dielektrikum. Dieses verringert die Permittivität, sprich die Störungen der Transistoren untereinander, denn diese sitzen so eng aufeinander, dass parasitäre Effekte auftreten, die der Hersteller unbedingt vermeiden möchte.

Ein Jahr später entwickelte AMD in Deutschland die „Silicon on Insulator“-Technik zur Isolation der Transistoren, welche die Leckströme (das Wechseln von Elektronen in unerwünschte Bereiche) weiter eindämmte. So gelang es AMD bis zu 106 Millionen Transistoren auf 193 Quadratmillimetern zusammenzupferchen – der „Clawhammer“ war geboren. Dieser Chip dürfte Ihnen als (erste Ausbaustufe des) Athlon 64 besser bekannt sein, es folgte mit dem „Newcastle“ eine im L2-Cache halbierte Variante, die mit nur 144 Quadratmillimetern Die-Fläche günstiger zu fertigen war. Intel hatte derweil mit der

zweiten Generation des Pentium 4 zu kämpfen; die „Willamette“-Chips erreichten nicht die erhoffte Leistung. Der Wechsel vom 180- auf das 130-Nanometer-Verfahren ging mit der Entwicklung der „Northwood“-CPUs einher. Die Fertigung erlaubte mehr Takt und geringere Leckströme; der Chip an sich bot mehr Level-2-Cache.

Mit 55 Millionen Transistoren war für Intel gegen die Athlon 64 dennoch wenig zu holen, daher schickte der Hersteller 2003 mit dem Pentium 4 EE auf „Gallatin“-Basis einen Server-Chip ins Rennen: Dieser trumpfte mit damals unglaublichen zwei MiByte L3-Cache auf und brachte es auf enorme 169 Millionen Transistoren – das Die war mit 237 Quadratmillimetern entsprechend wuchtig. Da dieser aufwendige Chip aber ohnehin nur im professionellen Segment sowie als 1.000 Euro teure Extrem Edition verkauft wurde, dürfte dies Intel wenig gestört haben.

## 90 Nanometer kommen

Die „Prescott“-Versionen des Pentium 4 war rein technisch die letzte Generation mit der Netburst-Architektur. Dank „SiGe Strained Silicon“ (gestrecktes Silizium aus einer Silicium-Germanium-Schicht) erhöhte Intel den Abstand zwischen den Transistoren und erreichte Ende 2004 mit dem Pentium 4 HT 570J für Jahre den am höchsten getakteten Desktop-Prozessor – dessen 3,8 GHz schlug erst der FX-8150 im Turbo-Betrieb (3,9 GHz). Intel hatte jedoch erkannt, dass man mit dem Taktrennen mittelfristig in eine Sackgasse laufen wird, nichtsdestotrotz sprang 2005 der „Prescott 2M“ mit den namensgebenden zwei MiByte L2-Cache noch in die Bresche. Dessen 169 Millionen Transistoren fanden auf 135 Quadratmillimetern Platz, gegenüber den „Northwood“-Chips musste Intel die TPD jedoch von 89 auf bis zu 115 Watt anheben.

AMD hingegen verbesserte den Athlon 64 mit dem „Winchester“-Kern und erreichte dank der 90-Nanometer-Fertigung nunmehr 2,2 GHz bei nur 67 Watt TPD statt wie bisher 2,4 GHz bei 89 Watt. Mit dem „Venice“-Kern setzte der Hersteller zudem ebenfalls auf gestrecktes Silizium – Chips wie der Athlon 64 3200+ im E6-Stepping erfreuten sich sehr großer Beliebtheit, denn selbst 2,8 GHz waren oft möglich (dies entspricht dem FX-57). Weiterhin erwies sich der Speicher-Controller als weniger zickig und die SSE3-Unterstützung war ein wichtiger Schritt für AMD. Dank gerade einmal 69 Millionen Transistoren, verteilt auf 84 Quadratmillimeter, war die „yield“, also die Chipausbeute, sehr hoch.

Die ersten Dualcore-Chips in Form des Athlon 64 X2 („Manchester“) und Pentium D („Smithfield“) erreichen zwar 2005 den Markt, die Software-Landschaft war dafür allerdings noch nicht bereit. Spätestens hier zeigte sich aber, dass Intel nur mit der 130-Watt-Brechstange gegen AMDs 89-Watt-Modelle ankommt.

## Und es ward Core 2

Intel schickte zwar im Frühjahr 2006 noch den „Cedar Mill“, eine Verkleinerung („Shrink“) des Prescott 2M, auf den Markt – der Zug aber war längst abgefahren, die Zukunft gehörte dem Core 2. Dieser lief im 65-Nanometer-Verfahren vom Band und revolutionierte

durch seine Leistung sowie Energie-Effizienz den Markt. Der sogenannte P1264-Prozess setzt wie sein Vorgänger auf 300-Millimeter-Wafer, dank einer Mehrfachstrukturierung quetscht Intel 291 Millionen Transistoren auf 143 Quadratmillimetern zusammen. AMD hatte 2005 mit der Fab 36 eine zweite Fab in Dresden eröffnet und produzierte dort auf 300-Millimeter-Wafern die Athlon 64 X2 für den Sockel AM2. Die letzte Ausbaustufe nannte sich „Brisbane“ und erreichte als 6000+ bis zu 3,1 GHz bei 89 Watt TDP. Das Flaggschiff aber wurde der „Windsor“-Chip 6400+ im 90-Nanometer-Verfahren mit 3,2 GHz und 125 Watt – 227 Millionen Transistoren waren hierzu nötig.

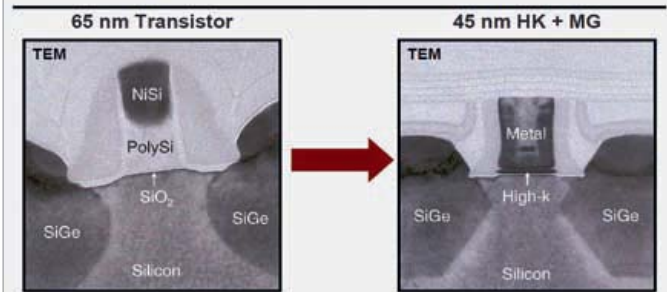
Intel spielte die überlegene Fertigung aus und koppelte zwei Dies als Core 2 Quad zusammen, die ersten „Kentsfield“ brachten es daher auf stolze 582 Millionen Transistoren. AMD hingegen strebte zusammen mit Global Foundries einen nativen Vierkerner an, der erste Phenom aber verzögerte sich lange und enttäuschte. Die 463 Millionen Transistoren schalteten nicht flott genug, dafür war der Energiehunger sehr hoch. Während sich der Phenom X4 9950 BE auf Kosten seiner 140 Watt TDP an die Intel-Modelle herantastete, war der Chipgigant bereits einen Schritt weiter.

## 2007 bringt HKMG

In Form der „Penryn“-Technik schrumpfte Intel die Strukturen der Core-2-Chips auf 45 Nanometer und verpasste diesen zugleich HKMGs. Dies steht für „High-k Metal Gate“ und stellt eine bedeutende Entwicklung dar, denn die Technik auf Hafnium-Basis reduziert die Leckströme drastisch – dies erlaubt mehr Takt oder eine geringere Leistungsaufnahme. In den „Yorkfield“-Vierkernern stecken nunmehr 820 Millionen Transistoren, kurioserweise erreicht der QX9770 trotz der modernen Fertigung mit 136 Watt dennoch die höchste TDP aller bisherigen und zukünftigen Intel-Desktop-Prozessoren.

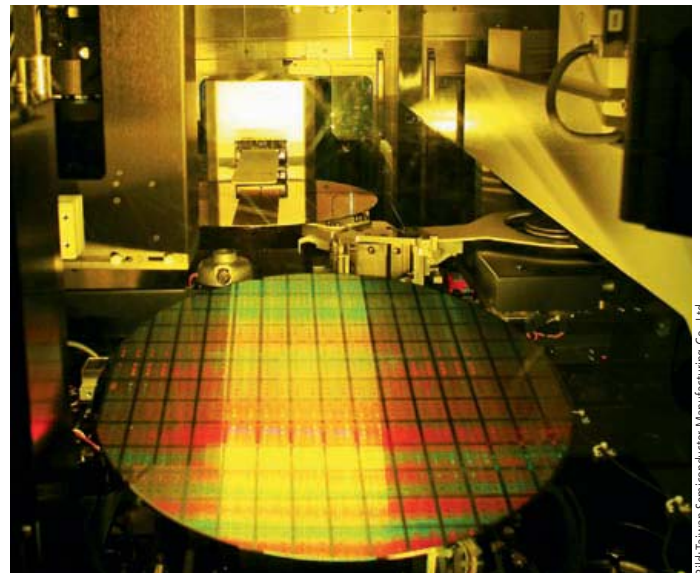
AMD wechselte erst 2009 auf den 45-Nanometer-Prozess und schickte 2009 die Phenom II X4 ins Rennen. Das Taktproblem des Vorgängers war gelöst und die Leistung dank 758 Millionen Transistoren ansprechend. Die X6-Versionen im E0-Stepping wurden mit dem neuen Ultra-Low-K-Dielektrikum

## 45nm High-k + Metal Gate Transistors



**Hafnium-based high-k + metal gate transistors are the biggest advancement in transistor technology since the late 1960s**

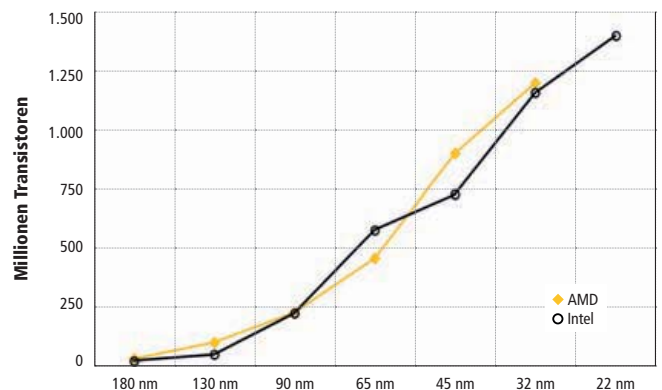
Mit der HKMG-Technik gelang Intel einer der größten Fortschritte in der Halbleiterbranche, Global Foundries und damit AMD zogen erst ein paar Jahre später nach.



Die Fab 12 von TSMC produziert in Taiwan auf 300-Millimeter-Wafern, dies ist die aktuelle Ausbaustufe der Chipfertigung. Der nächste Schritt sind 450 Millimeter.

## Entwicklung der Transistoren pro Fertigung

Fertigung in Nanometer und Transistoren in Millionen



**Bemerkungen:** Egal um welchen Fertigungsprozess es sich handelt – AMD und Intel liegen in Sachen Transistor-Count meist in etwa gleichauf. Server-Derivate wie den Pentium 4 Extreme Edition mit „Gallatin“-Kern oder die Sandy Bridge EP (wie der Core i7-3960X) sind bei diesem Vergleich jedoch außen vor.

produziert, dies erlaubte es AMD, zusätzliche 182 Millionen Transistoren und damit zwei weitere Rechenherzen zu verbauen.

Intel verfolgte seit dem Pentium 4 das „Tick Tock“-Modell (Shrink und dann eine neue Architektur), die Nehalem-Generation war ein „Tock“. Schon die Sockel-1366-Chips waren mit 731 Millionen Transistoren Schwergewichte, die „Lynnfield“-Prozessoren für den Sockel 1156 integrierten erstmals PCI-Express-Lanes und brachten es gar auf 774 Millionen. Mit den sechskernigen „Gulftowns“ und den „Clarkdale“-Dualcores erprobte Intel den 32-Nanometer-Prozess.

### Sandy Bridge zieht davon

Im Januar 2011 ging darauf basierend die zweite (!) Core-Generation an den Start, Codename „Sandy Bridge“. Die Verkleinerung gestattete Intel nicht nur deutliche Taktsprünge, sondern auch eine integrierte Grafikeinheit bei allen Prozessoren. Global Foundries bereitete die 32-Nanometer-Fertigung Probleme, weswegen AMDs FX-

Chips trotz erstmaligen Einsatzes von HKMG an einem sehr hohen Stromverbrauch leiden.

Statt ursprünglich 2.000 Millionen korrigierte sich der Hersteller später auf nur noch 1.200 Millionen FX-Transistoren und damit nur 40 Millionen mehr als Intels größter Sandy-Bridge-DT-Chip. Ein wahres Monster sind hingegen die Achtkerner für den Server-Bereich, hier reizt Intel die Fertigung aus: 2.270 Millionen Transistoren! Weitere Produkte im 32-Nanometer-Verfahren sind AMDs A-Serie-APUs „Llano“ (2011) und „Trinity“ (2012) – diese werden bei Global Foundries gefertigt. Die Chips für die E- sowie die C-Serie (2011) laufen im 40-Nanometer-Prozess bei TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Limited) vom Band.

### Stand der Dinge – 22 nm

Mit „Ivy Bridge“ wechselte Intel 2012 nicht nur auf das 22-Nanometer-Verfahren, sondern implementierte als erstes Unternehmen überhaupt dreidimensionale Transistoren in Serienfertigung. Das Re-

volutionäre hieran sind „Fins“, also Stege zwischen den eigentlichen Gates. Dadurch verdoppelt (!) sich die Packdichte, die Leckströme gehen stark zurück. Die 1.400 Millionen Transistoren benötigen daher nur 160 Quadratmillimeter und hohe Taktraten wenig Spannung. So leistet ein Core i7-3770K im Mittel mehr als ein FX-8150 und das bei 77 (mit iGPU) statt 125 Watt TDP.

### Ausblick auf 14 und 28 nm

Während Intel derzeit fünf Fabs auf die 22-Nanometer-Fertigung umrüstet respektive dort bereits Chips mit dieser Strukturgröße produziert, sind die Arbeiten für den 14-Nanometer-Prozess bereits in vollem Gange. Die Produktion dürfte 2013 anlaufen, denn wenn Intel sein „Tick Tock“-Modell weiterhin jährlich umsetzt, so erscheint der Shrink der 2012er-Architektur „Haswell“, genannt „Broadwell“, bereits im übernächsten Jahr.

Um bis 2013 entsprechende Kapazitäten bereitstellen zu können, rüstet Intel daher derzeit die Fab 24 in Irland um. Zusätzlich baut

der Konzern gerade die Fab D1X in Oregon und die Fab 42 in Arizona – letztere kostet die Firma acht Milliarden US-Dollar.

Global Foundries wird ein bis zwei Jahre später (2014 oder 2015) mit dem 14-Nanometer-Prozess loslegen. Erstmals sollen hier wie bei Intel dreidimensionale Transistoren zum Einsatz kommen. Neben der Fab 8 in New York ist auch die deutsche Fab 1 in Dresden als Produktionsstätte im Gespräch. Zuvor aber läuft der 28-Nanometer-Prozess an, denn „GloFo“ werkelt an neuen APU-Modellen für 2013. (ms)

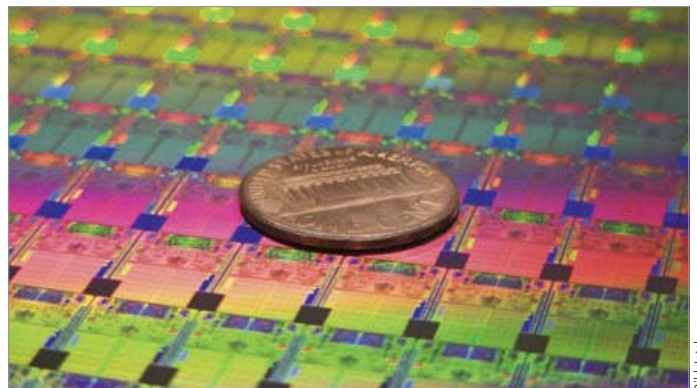
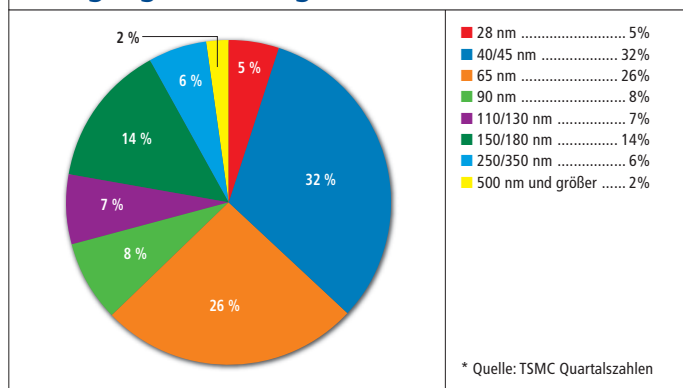
## Fazit



### CPU-Fertigung

Intel ist in Sachen Fertigung zwar klarer Spitzenreiter, nicht aber für alle Innovationen verantwortlich. Denn neben Global Foundries sorgt auch TSMC für Konkurrenz, wenngleich hier mehr Grafichips denn Prozessoren gefertigt werden. Die letzten Jahre waren sehr spannend und die Fortschritte groß – wir bleiben für Sie am Transistor.

### Fertigungsverteilung bei TSMC (Q1/2012) \*



Hier ein Penny auf einem Wafer voller im 45-Nanometer-Verfahren gefertigter Penryn-Chips. Diese kamen als Core 2 Duo (Wolfdale) und Quad (Yorkfield) in den Handel.

## CPUs samt Codename und ihr Fertigungsverfahren

| Fertigung | AMD (ab 2009 via Global Foundries und TSMC)                                                         | Intel (eigene Fabs)                                                                        | Andere (vor allem via TSMC oder IBM)                                                                            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 130 nm    | Athlon XP (Thoroughbred, Thorton, Barton), Athlon 64 (Clawhammer, Newcastle)                        | Pentium 4 (Northwood), Pentium 4 EE (Gallatin), Pentium M (Banias)                         | Xeon aka „Watnoose“ (IBM), die CPU der originalen Xbox 360                                                      |
| 90 nm     | Athlon 64 (Winchester, Venice, San Diego, Orleans), Athlon 64 X2 (Manchester, Toledo, Windsor)      | Pentium 4 (Prescott), Pentium D (Smithfield), Pentium M (Dothan)                           | Cell, die CPU der originalen Playstation 3 (IBM)                                                                |
| 65 nm     | Phenom I (Agena), Athlon 64 (Lima), Athlon 64 X2 (Brisbane)                                         | Pentium 4 (Cedar Mill), Pentium D (Presler), Core 2 Duo (Conroe), Core 2 Quad (Kentsfield) | Shrink des Xeon (Falcon, Opus, Jasper), Shrink des Cell (dritte PS3-Generation)                                 |
| 45 nm     | Phenom II X4 (Deneb), Phenom II X6 (Thuban), Athlon II X4 (Propus), Athlon II X2 (Regor)            | Core 2 Duo (Wolfdale), Core 2 Quad (Yorkfield), Core i5/i7 (Bloom- & Lynnfield)            | Shrink des Xeon als SoC („Trinity“ bzw. XCGPU, Xbox 360 Slim), Shrink des Cell (Playstation 3 Slim), A4 (Apple) |
| 40 nm     | E-Serie (Zacate), C-Serie (Ontario)                                                                 | -                                                                                          | Tegra 2 & 3 (Nvidia), Snapdragon S4 (Qualcomm)                                                                  |
| 32 nm     | FX (Zambezvi & Vishera), A-Serie (Llano & Trinity)                                                  | Core i7 (Gulftown), Core i3 (Clarkdale), Core i7/i5/i3 etc. (Sandy Bridge DT & EP)         | A5 (Apple)                                                                                                      |
| 28 nm     | Kaveri (A-Serie Next), Kabini (C- & E-Serie Next), evtl. FX-Prozessoren mit Steamroller-Architektur | -                                                                                          | Tegra Next (Wayne, Grey, Logan), Snapdragon S4 (Qualcomm), A5X (Apple)                                          |
| 22 nm     | Evtl. FX-Prozessoren mit Excavator-Architektur                                                      | Core i7/i5/i3 etc. (Ivy Bridge DT & EP), Haswell DT                                        | Unbekannt                                                                                                       |
| 14 nm     | Unbekannt                                                                                           | Broadwell (Shrink von Haswell), Skylake (neue Architektur)                                 | Unbekannt                                                                                                       |



## So entsteht ein Ivy-Bridge-Chip: Intels 22-Nanometer-Fertigung mit Tri-Gate-Transistoren

Die grundlegenden Schritte, wie aus siliziumhaltigem Quarzsand ein funktionierender Mikroprozessor mit mehreren Millionen Schaltungen pro Quadratmillimeter entsteht, sind in allen Fabriken recht

ähnlich. Am Beispiel von Intels Fertigungsdemonstration zu deren aktuellem 22-Nanometer-Prozess zeigen wir ausgewählte Schritte in der Fertigung. Diese illustrieren, welchen Aufwand Chiphersteller

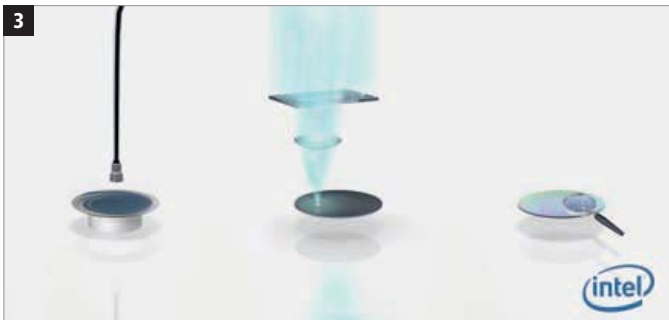
betreiben müssen, um die enorme Integrationsdichte zu erreichen, die für moderne Prozessoren nötig ist. Alle Bilder auf dieser Seite stammen von Intel selbst und sind öffentlich zugänglich.



Aus siliziumhaltigem Quarzsand (links) wird das hochreine Silizium gewonnen (Mitte). Damit es in die Fertigung gelangt, darf nur ein Fremdatom pro Milliarde Siliziumatome vorhanden sein. Die sogenannten „Ingots“ (300 mm Durchmesser, rechts) wiegen circa 100 Kilogramm.



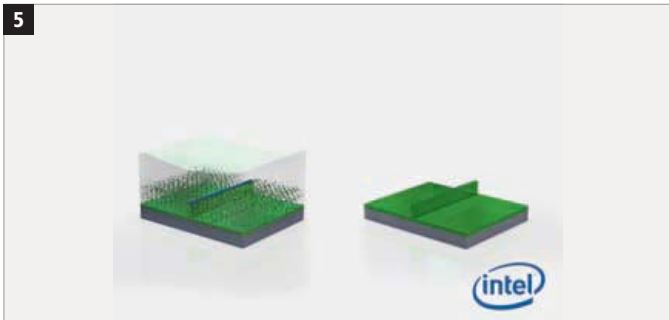
Die Siliziumsäulen werden in ein Millimeter dünne Scheiben (sogenannte „Wafer“) geschnitten. Die Oberfläche der Scheiben wird spiegelglatt poliert. In diesem Zustand kaufen Hersteller wie Intel, TSMC oder Global Foundries die Wafer von Fremdfirmen ein.



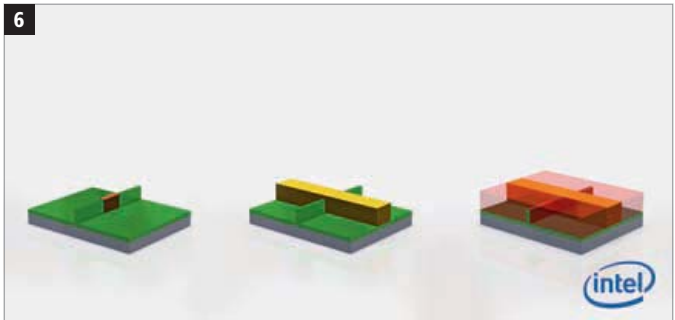
Nachdem die Wafer selektiv ionisiert und mit einer dielektrischen Lack-Sperrschicht versehen wurden, trägt man eine belichtungsresistente Schicht auf (links). Über die Schaltungsmaske (Mitte) wird der Wafer mit kurzwelligen UV-Strahlen belichtet und der Lack entfernt (rechts).



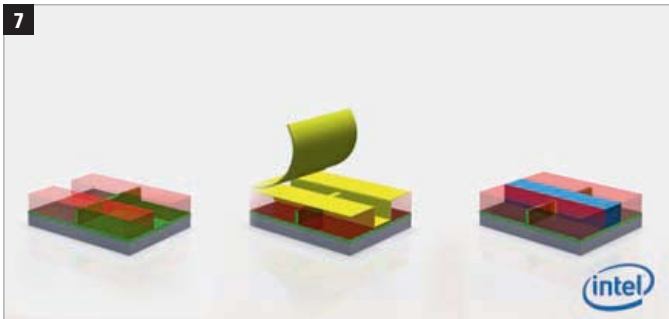
Der so präparierte Wafer wird mit positiv respektive negativ geladenen Ionen bestrahlt („Doping“, links) und damit seine Leitfähigkeit verändert (Mitte). Ein einzelner hier grün dargestellter Transistor (rechts) signalisiert einen „dotierten“, also veränderten Teil des Wafers.



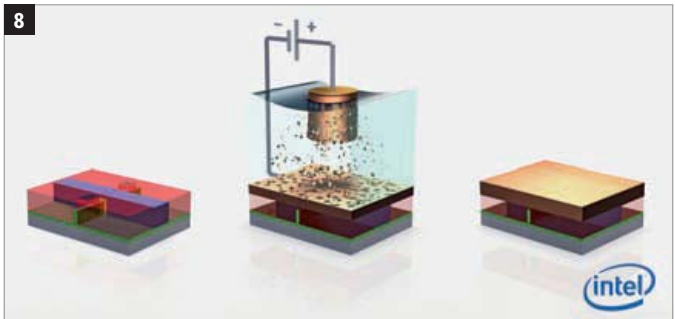
Um die von Intel derzeit verwendeten „Tri-Gates“, sprich dreidimensionalen Transistoren zu erreichen, wird erneut eine lichtundurchlässige Schicht angebracht (links), die der Bestrahlung widersteht und somit die „Fins“ (rechts) ausbildet, das restliche Silizium wird chemisch entfernt.



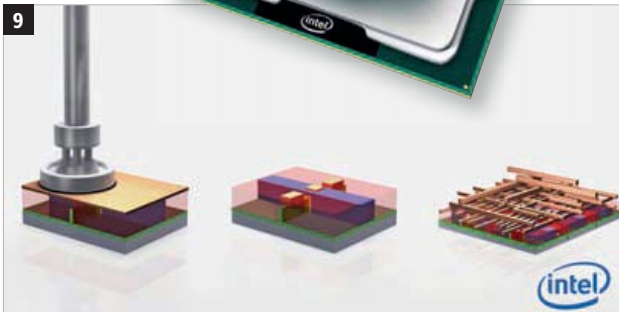
In einem weiteren Fotolithographie-Schritt werden auf einem Teil des Transistors unterschiedliche temporäre Gates erzeugt (links und Mitte). In zusätzlichen Prozessen wird schließlich der komplette Transistor per Oxidation isoliert (rechts) und damit von anderen entkoppelt.



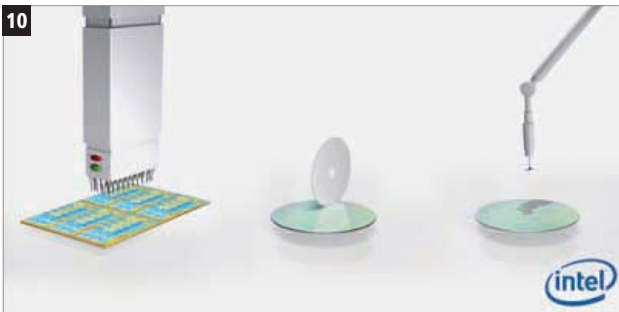
Die in den vorherigen Schritten entstandenen Gates werden durch Ätzung entfernt (links), man spricht daher vom „Gate last“-Prozess. Es folgt die Atomlagenabscheidung in mehreren Stufen (Mitte), am Ende bildet sich ein Metal Gate – dies reduziert die Leckströme (rechts).



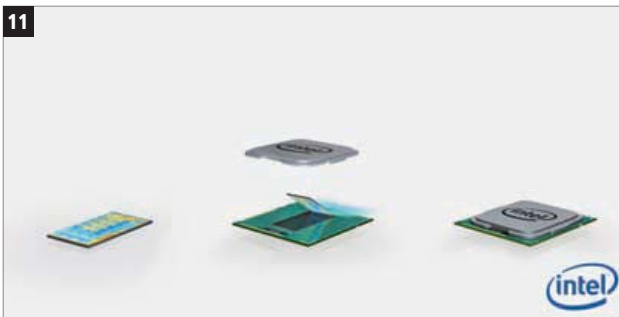
Der Transistor ist nun praktisch fertig (links), es fehlen nur noch die per Ätzung in der Isolations-schicht hinzugefügten Öffnungen, die durch ein Bad in Kupfersulfat mit Ionen galvanisiert werden (Mitte). Hierdurch wird eine elektrische Verbindung zu anderen Transistoren hergestellt (rechts).



Das überschüssige Kupfer wird weggelöst (links) und ein Verdrahtungsnetz über „Metal Interconnects“ zwischen den Transistoren (Mitte) hergestellt. Sehr viele solcher Ebenen (rechts) dieser Art der Verdrahtung wie hier bei sechs Transistoren sind üblich.



Die einzelnen Chips (links im Bild) durchlaufen einen ersten elektrischen Funktionstest, anschließend werden aus dem Wafer die tauglichen Siliziumplättchen, die „Dies“, herausgeschnitten (Mitte und rechts). Je weiter innen, desto besser ist die Qualität.



Das funktionsfähige Die (links) wird mit dem Trägermaterial (Mitte) verbunden, erst dieses erlaubt die mechanische wie elektrische Kompatibilität mit dem Sockel. Ein Blech, der IHS („Integrated Heat Spreader“), tritt per Paste mit dem Die in Kontakt.



In einer finalen Prüfung durchläuft der Prozessor diverse Tests (links), hier legt Intel fest, ob es beispielsweise ein Core i7 oder i5 wird – die jeweiligen Modelle werden in Form von sogenannten „trays“ (Mitte) oder in einer Boxed-Verpackung verkauft (rechts).

# Infrastruktur

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



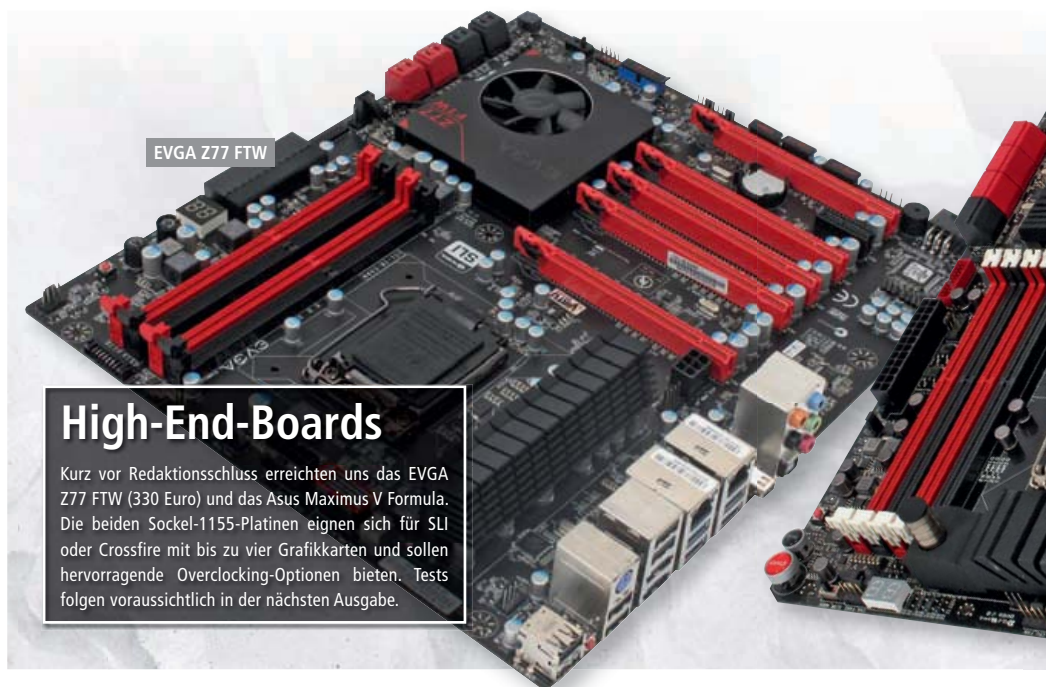
**Daniel Möllendorf**  
Fachbereich Mainboards  
E-Mail: dm@pcgh.de

## Kommentar

**Kaufen Sie das Deluxe-Mainboard. Oder vielleicht doch lieber das MSI? Nein, eben nicht!**

Ich kann es nicht mehr lesen oder hören: Wenn es in Forendiskussionen oder vermeintlichen Fachgesprächen um Kaufberatung geht, fallen schnell Aussagen wie: „Kauf doch das ROG-Board, mit ROG habe ich gute Erfahrungen.“ – oder: „Die Vengeance-Speichermodule sind immer am besten, nimm die!“ Dabei wird gerne vergessen, dass es sich bei ROG, Vengeance & Co. lediglich um Serien und nicht um konkrete Produkte handelt. Klar, die genannten Beispiele sind hochwertig, dennoch sollte man nicht von einem Produkt auf die ganze Reihe schließen. Ähnlich ist es bei Smartphones: „Kauf doch das Galaxy, das ist top“, mag ein gut gemeinter Ratsschlag sein, eine etwas gründlichere Recherche hätte jedoch ergeben, dass derzeit mehr als 80 Smartphones aus der Produktreihe „Galaxy“ angeboten werden. Der Preis schwankt dabei (100 bis 700 Euro) natürlich ebenso wie die Funktionen. Wenn man zu sehr verallgemeinert, ist der gut gemeinte Tipp leider nichts wert. Doch viele Ratgeber machen sich nicht einmal die Mühe, die Produktreihe zu benennen. Aussagen wie: „Kauf doch das MSI!“ – oder: „Ich mag das HTC“ helfen niemandem.

Ich gebe zu: Die Produktnamen sind gerade bei Boards oder RAM kompliziert. Dennoch ist es wichtig, genau zwischen den Modellen zu unterscheiden, um einen Fehlkauf zu vermeiden. Wer sich ernsthaft damit beschäftigt, erkennt hinter den Namen meistens sogar ein logisches Muster und gibt künftig gute Kauf Tipps.



### High-End-Boards

Kurz vor Redaktionsschluss erreichten uns das EVGA Z77 FTW (330 Euro) und das Asus Maximus V Formula. Die beiden Sockel-1155-Platinen eignen sich für SLI oder Crossfire mit bis zu vier Grafikkarten und sollen hervorragende Overclocking-Optionen bieten. Tests folgen voraussichtlich in der nächsten Ausgabe.

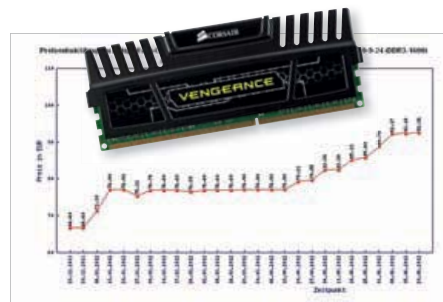
## Preise für DDR3-RAM sollen steigen

**Arbeitsspeicher ist seit Monaten extrem günstig. Wenn es nach Samsung geht, soll sich das ändern, denn der Hersteller will die Preise anheben.**

Viele RAM-Hersteller haben sich aufgrund der niedrigen Preise auf andere Produktbereiche konzentriert und bieten zusätzlich SSDs und Netzteile an. Corsair setzt neuerdings sogar auf Eingabegeräte wie Headsets, Mäuse oder Tastaturen. OCZ hat sich hingegen komplett aus dem RAM-Geschäft zurückgezogen.

Samsung möchte nun die Preise für 4-GiByte-Module bis zum Jahresende wieder anheben. Tatsächlich lassen sich unter pcgameshardware.de/preisvergleich die ersten Preissteigerungen beobachten. Bisher beträgt der Unterschied zum Jahresanfang meistens 5 bis 25 Euro. Zudem

sollen sich die Preise angeblich in den nächsten Wochen vorerst wieder stabilisieren. Ob es weitere Steigerungen gibt, hängt auch davon ab, wie die übrigen RAM-Hersteller mitziehen. Falls Sie jedoch im nächsten halben Jahr RAM kaufen möchten, sollten Sie sich beeilen. (dm)



# Dark Power Pro P10: Neue Referenz!

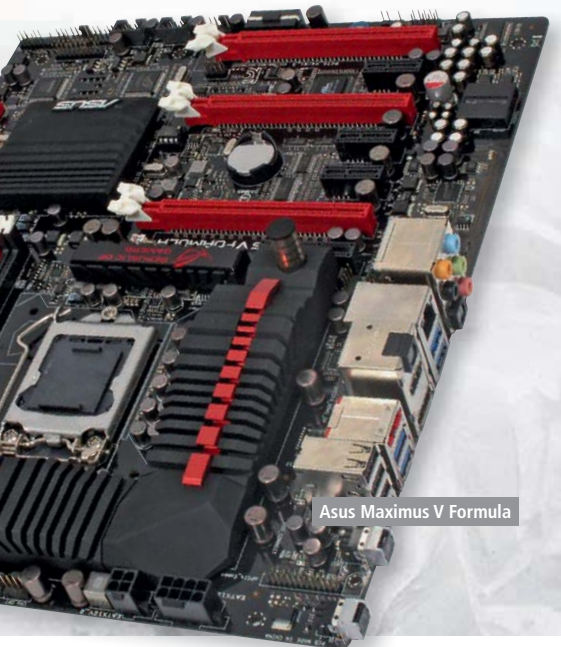
**Be quiet hat die Dark-Power-Pro-Serie erneuert und liefert mit dem P10 550W ein wahres Top-Netzteil ab. Allerdings hat es auch seinen Preis.**

Das Be quiet Dark Power Pro P10 550W bietet 540 Watt Leistung auf vier 12-Volt-Schienen, die per OC-Key-Schalter auch zu einer Schiene zusammengefasst werden können. Bei der Ausstattung des 80-Plus-Gold-Netzteils setzt Be quiet Maßstäbe: Das teilmodulare Kabelsystem bietet sehr lange Strippen (60 bis 120 cm) und zahlreiche Anschlüsse (z. B. 4 x 6+2-Pin-PCI-E, 2 x 4+4-Pin). Zudem gewährt der Hersteller fünf Jahre Garantie sowie Vor-Ort-Austauschservice im ersten Jahr und Sie können Gehäuselüfter direkt am Netzteil anschließen. Der Wirkungsgrad des Dark Power Pro P10 550W ist mit 92 Prozent bei

50 bis 80 Prozent Auslastung sehr gut. Nur bei geringer Last (unter 20 Prozent) sinkt die Effizienz auf 83 Prozent. Die Restwelligkeit ist immer auf einem sehr niedrigen Niveau und übersteigt 25 Millivolt nicht. Doch das eigentliche Glanzlicht des Dark Power Pro P10 550W ist die Lautheit: Der 135-mm-Silent-Wings-Lüfter läuft in allen Lastzuständen mit 500 bis 600 Umdrehungen pro Minute und erzeugt so maximal 0,1 Sone beziehungsweise 18,5 dB(A). Das ist nahezu unhörbar. Fiepgeräusche oder Ähnliches haben wir während des Tests nicht wahrgenommen. Natürlich sind auch alle Schutzschaltungen vorhanden. (ma)



www.pcgameshardware.de/hardware



Asus Maximus V Formula



## Dark Power Pro P10

**FAZIT:** Das mit 120 Euro nicht ganz billige Dark Power Pro P10 550W überzeugt in fast allen Testdisziplinen und setzt sich dank der geringen Lautheit und der hohen Effizienz an die Spitze unseres Netzteil-Einkaufsführers in der Kategorie 400 bis 600 Watt.

Hersteller: **Be quiet**

Web: **www.be-quiet.net**

Preis: **Ca. € 120,-** | Preis-Leistung: **Befriedigend**

|                         |               |             |
|-------------------------|---------------|-------------|
| Top-Ausstattung         | Ausstattung   | <b>1,14</b> |
| Sehr guter Wirkungsgrad | Eigenschaften | <b>1,37</b> |
| Sehr leise              | Leistung      | <b>1,64</b> |

**WERTUNG 1,49**

## OCZ Vertex 4: Günstig und schnell?

**Die neue Vertex-Reihe ist erhältlich und die Preise liegen knapp über dem Niveau von Samsungs 830er. Doch wie sieht es mit der Leistung aus?**

Die SSDs von OCZs neuer Vertex-Generation arbeiten mit Indilinx-Everest-2- statt Sandforce-Controller. Die Ausstattung besteht aus Montagerahmen für 3,5-Zoll-Einschübe und einem Schraubenset. Bemerkenswert ist die lange Garantie von fünf Jahren. Die OCZ Vertex unterstützt SATA 6 Gbit/s, TRIM und Idle Garbage Collection. In Sachen Performance erwarten Sie nur wenige Überraschungen im Vergleich

mit anderen, gleich großen SSDs: Die sequenziellen Transferraten liegen bei 547 MB/s lesend beziehungsweise bei 396 MB/s schreibend. Die Zugriffszeiten erreichen durchschnittlich 0,11 ms; Samsungs 830er liegt mit 0,05 ms allerdings knapp in Führung. Für die PCGH-Kopiertests benötigt die neue Vertex 62, 79 und 61 Sekunden. Im PCGH-Stresstest sind es 128 Sekunden. Die Konkurrenz ist in dieser Disziplin kaum schneller. Die Energieaufnahme unter Last liegt bei 2,95 bis maximal 3,64 Watt. Samsungs 830er benötigt mit 4,2 Watt deutlich mehr, aber Intels SSD 520 mit 2,74 Watt weniger. (ma)



## Vertex 4 (VTX4-25SAT3-128G)

**FAZIT:** Die neue OCZ Vertex 4 mit 128 GByte Kapazität kostet rund 110 Euro und ist damit nur 10 Euro teurer als der direkte Konkurrent von Samsung. Die Leistung ist ungefähr auf ähnlichem Niveau, wobei die neue Vertex 4 messbar sparsamer als Samsungs 830er ist.

Hersteller: **OCZ**

Web: **www.ocztechnology.com**

Preis: **Ca. € 110,-** | Preis-Leistung: **Gut**

|                  |               |             |
|------------------|---------------|-------------|
| Solide Leistung  | Ausstattung   | <b>1,94</b> |
| Preiswert        | Eigenschaften | <b>1,96</b> |
| 5 Jahre Garantie | Leistung      | <b>1,64</b> |

**WERTUNG 1,76**

## Gigabyte-Wandler

**Unter „Ultra Durable“ fasst Gigabyte (nach eigenen Aussagen) hochwertige Mainboard-Komponenten zusammen. Nun steht Ultra Durable 5 an.**

Bei den Ultra-Durable-4-Bauteilen (etwa beim BZ77X-UD5H) ist Gigabyte auf den Feuchtigkeitsschutz in der Platine stolz. Mit Ultra Durable 5 legt man hingegen besonderen Wert auf die Spannungswandler IR3550. Diese vereinen mehrere Bauteile wie Driver IC und High- sowie Low-Side-Mosfets in einem Bauteil. Die IR3550 sollen effizienter sein und kühler bleiben als traditionelle Wandler. Zu den ersten Boards mit Ultra Durable 5 gehören Boards mit Z77- oder X79-Chip sowie Platinen mit Sockel FM2. Wir warten gespannt auf Testmuster. (dm)



Bild: MEV

**Lüfter ab 170 Millimetern Durchmesser im Test**

# Lüftergiganten

**Aktuelle Standard-Lüfter haben meist einen Durchmesser von 120 oder 140 Millimetern. Immer mehr Gehäuse bieten aber auch Plätze für größere Ventilatoren. Wir nehmen einige davon unter die Lupe.**

Gehäuselüfter sorgen dafür, dass auch in der warmen Jahreszeit die PC-Komponenten kühl bleiben. Die meisten Gehäuse sind mit mehreren Lüftern ausgestattet oder bieten zumindest mehrere Montageplätze für Lüfter bis zu 140 mm Durchmesser. Doch immer öfter kommen statt mehrerer kleiner Lüfter auch große Ventilatoren mit einem Durchmesser von 170 mm und mehr zum Einsatz. Diese rotieren mit niedrigerer Drehzahl, schaffen es jedoch aufgrund der größeren Lüfterblätter, eine ansehnliche Menge Luft zu bewegen. Wir haben uns ein Dutzend dieser Modelle angesehen.

## Testablauf

Da sich Lüfter dieser Größe an kaum einen CPU-Kühler montieren lassen, holten wir uns für den Testvorgang Inspiration beim Testablauf für Gehäuse und übernahmen die Testmethoden teilweise.

Als Gehäuse wählten wir ein Enermax Fulmo. Das Gehäuse selbst hat ab Werk bereits einen 180-mm-Lüfter in der Seitenwand verbaut. Durch die großflächige Vergitterung des Seitenfensters bietet es sich auch ausgezeichnet für die Montage von größeren Lüftern an. Um die Leistung des Lüfters gut auswertbar zu machen, werden sämtliche anderen Öffnungen am Gehäuse verschlossen – mit Ausnahme der rückwärtig gelegenen Lüfteröffnung für die Abluft des Prozessor-Kühlers und der Ansaugöffnung für das passive Netzteil.

Die Testhardware an sich besteht aus einem Core i7-2600K, der auf 4,0 GHz übertaktet und mit einer Spannung von 1,30 Volt versorgt wird. Ihm zur Seite stehen 8 GiByte DDR3-1333-Arbeitsspeicher von G.Skill. Verbaut wird beides auf einem Asus P8P67. Als Grafikkarte kommt eine GeForce GTX 480 zum

Einsatz. Damit die Hardware ausreichend Abwärme erzeugt, belasten wir sie mit *Anno 2070* und *Prime95*. Nachdem wir dem System mindestens 20 Minuten Zeit gegeben haben, um sich aufzuheizen, messen wir die Temperatur von Grafikkarte und Prozessorkernen. Der hier genannte Wert entspricht dem Durchschnitt dieser Temperaturwerte. Danach wiederholen wir den Vorgang mit dem auf 75 bzw. auf 50 Prozent gedrosselten Lüfter. Die Messung der Lüfter-Lautstärke wird in einem Abstand von 50 cm mit den verschiedenen Drehzahlen vorgenommen.

## Einsatzmöglichkeiten

Wie bereits erwähnt, ist der vorwiegende Einsatzzweck von Lüftern dieser Größe vor allem bei der Gehäusebelüftung zu suchen. Durch den im Vergleich zu 120-mm- oder 140-mm-Lüftern deutlich größeren Durchmesser können die Ventilatoren mit ihren Schaufelblättern ein

größeres Luftvolumen bewegen, auch wenn ihre Drehzahl niedriger ist, sie sind deswegen im Idealfall auch leiser. Außerdem gibt es einige wenige CPU-Kühler, beispielsweise den Scythe Susanoo, die zumindest theoretisch die Montage eines 200-mm-Lüfters erlauben.

## Lüfter ab 170 mm

Die kleinste Lüfter-Klasse, die wir in diesem Test berücksichtigen, sind Lüfter mit dem Mindestdurchmesser von 170 mm.

**Xigmatek XLF-1706 Blackline LED: „Klein“ aber oho.** Der Xigmatek XLF-1706 ist der kleinste Lüfter im Test. Die Kühlleistung ist vergleichbar mit dem größeren Lüfter von Akasa. Im Gegensatz zu diesem lässt sich der Xigmatek aber auch über einen 3-Pin-Anschluss regeln. Punkte holt sich der XLF-1706 bei der Lautstärke und der Ausstattung wie Netzteiladapter und Schrauben.

## 170 mm und größer: FM181 leistungsstark

### 100 % der Maximaldrehzahl

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| Silverstone STT-FM181            | 62,6 (-10 %) |
| Silverstone AP181 Air Penetrator | 64,8 (-6 %)  |
| Xigmatek XLF-1706 LED            | 69,2 (0 %)   |
| Akasa Crystal Clear 180 mm       | 69,2 (Basis) |

### 75 % der Maximaldrehzahl

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Silverstone STT-FM181            | 64,4 (+7 %)   |
| Silverstone AP181 Air Penetrator | 66,2 (+4 %)   |
| Xigmatek XLF-1706 LED            | 71,6 (Basis)  |
| Akasa Crystal Clear 180 mm       | nicht möglich |

### 50 % der Maximaldrehzahl

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Silverstone STT-FM181            | 67,2 (+3 %)   |
| Silverstone AP181 Air Penetrator | 70,8 (+2 %)   |
| Xigmatek XLF-1706 LED Lüfter     | 75,0 (Basis)  |
| Akasa Crystal Clear 180 mm       | nicht möglich |

**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Der Lüfter von Akasa bietet nur einen 4-Pin-Molex-Anschluss ohne Drehzahl-Signalausgabe. Eine Regelung ist damit nicht ohne Weiteres möglich.

°C  
 ▲ Besser

Nur der Akasa-Lüfter ist leiser, bietet aber kein Zubehör.

**Akasa Crystal Clear 180 mm: Leise und bis auf LEDs spartanisch ausgestattet.** Den zweiten Platz in dieser Klasse erreicht der Crystal Clear 180 mm. Der Lüfter glänzt vor allem durch seinen günstigen Preis von ca. 5 Euro und seine Laufruhe. Abzüge gibt es für den Anschluss. Der Lüfter bietet nur einen 4-Molex-Stecker als Anschluss. Damit hat man auch kein Drehzahl-Signal, anhand dessen man ihn steuern kann. Alles in allem ein guter Lüfter mit sehr gutem Preis-Leistungs-Verhältnis.

**Silverstone STTFM181: In Sachen Leistung ohne Konkurrenz.** Der Lüfter von Silverstone ist der leistungsfähigste im ganzen Test. Zurückzuführen ist das auf die Drehzahl von über 1.200 Umdrehungen pro Minute, mit der er rotiert. Damit schafft er einen sehr großen Luftdurchsatz, allerdings auf Kosten der Lautstärke. Mit 4,5 Sone ist er der bei Weitem lauteste Lüfter im Test. Erwähnenswert ist auch noch die gute Ausstattung (Dreh-Poti, Netzteil-Adapter) und Verarbeitung. Der Kühler wirkt massiv, hochwertig und hat ein gesleeptes Kabel. Empfehlenswert, wenn Sie die Kühlleistung deutlich höher gewichten als Silent-Eigenschaften.

**Silverstone STTAP181 Air Penetrator: Leiser und heißer als der Mitbewerber aus dem gleichen Haus.** Etwas weniger leistungsfähig, aber dafür auch nicht so lautstark wie der FM181 ist der AP181 Air Penetrator. Zur Regelung hat der Lüfter einen

Schalter verbaut, mit dem die Geschwindigkeit von (gemessenen) 1.200 U/min auf 700 U/min gedrosselt werden kann. Durch den 3-Pin-MB-Anschluss ist auch eine herkömmliche Regelung möglich.

### Lüfter ab 200 mm

Der größere Durchmesser erweitert sich als vorteilhaft für die Kühlleistung. Bei den meisten Gehäusen endet die Skala für unterstützte Lüftergrößen jedoch bei 180 mm.

**200 mm Silent Fan: Gut verarbeitet und leise.** In der 200-mm-Klasse erringt der Lüfter von NZXT den Sieg. Der Lüfter ist selbst bei maximaler Drehzahl relativ leise. Gedrosselt ist er sehr leise bis praktisch unhörbar. Positiv fallen die Verarbeitung und die Möglichkeit der beidseitigen Montierbarkeit auf – eine Eigenschaft, die sich in diesem Test nicht als selbstverständlich herausstellte. Die Kühlleistung fällt bei halber Drehzahl aber etwas ab.

**Bitfenix Spectre 200 mm: Günstig und leise.** Der Spectre 200 mm von Bitfenix ist bei voller Drehzahl der leiseste Lüfter im Testfeld. Er erreicht dabei einen Lautstärke-Wert von 0,3 Sone, der Bestwert im Testfeld. Bei einem Preis von 10 Euro kann man auch die mangelhafte Ausstattung verkraften. In der Packung findet man nichts weiter als den Lüfter. Leider ist er nur einseitig montierbar.

**Bitfenix Spectre Pro 200 mm: Gute Leistung und Ausstattung mit relativ hoher Lautstärke.** Die Pro-Variante des Spectre kommt leistungsfähiger,

## Spectre Pro in der 200-mm-Klasse am stärksten

### 100 % der Maximaldrehzahl

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Bitfenix Spectre Pro 200 mm | 64,4 (-7 %)  |
| Xigmatek XLF-2004 LED       | 66,0 (-4 %)  |
| NZXT FS-200 Silent Case Fan | 66,6 (-3 %)  |
| Bitfenix Spectre 200 mm     | 69,0 (Basis) |

### 75 % der Maximaldrehzahl

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Bitfenix Spectre Pro 200 mm | 64,4 (-9 %)  |
| Xigmatek XLF-2004 LED       | 68,8 (-3 %)  |
| NZXT FS-200 Silent Case Fan | 69,0 (-2 %)  |
| Bitfenix Spectre 200 mm     | 70,6 (Basis) |

### 50 % der Maximaldrehzahl

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Bitfenix Spectre Pro 200 mm | 69,2 (-4 %)  |
| Xigmatek XLF-2004 LED       | 71,0 (-2 %)  |
| NZXT FS-200 Silent Case Fan | 72,2 (0 %)   |
| Bitfenix Spectre 200 mm     | 72,4 (Basis) |

**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Der Spectre Pro erweist sich als leistungsfähigster Lüfter über alle Drehzahl-Einstellungen hinweg.

°C  
 ▲ Besser

## 220 mm: die Unterschiede werden kleiner

### 100 % der Maximaldrehzahl

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| Bitfenix Spectre Pro 230 mm  | 64,4 (-1 %)  |
| Akasa Blue LED Crystal Clear | 64,4 (-1 %)  |
| Akasa AK-FN-068              | 64,6 (0 %)   |
| Bitfenix Spectre 230 mm      | 64,8 (Basis) |

### 75 % der Maximaldrehzahl

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| Bitfenix Spectre Pro 230 mm  | 66,2 (-2 %)   |
| Bitfenix Spectre 230 mm      | 66,4 (-2 %)   |
| Akasa AK-FN-068              | 67,8 (Basis)  |
| Akasa Blue LED Crystal Clear | nicht möglich |

### 50 % der Maximaldrehzahl

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| Bitfenix Spectre Pro 230 mm  | 69,4 (-2 %)   |
| Bitfenix Spectre 230 mm      | 69,6 (-2 %)   |
| Akasa AK-FN-068              | 70,8 (Basis)  |
| Akasa Blue LED Crystal Clear | nicht möglich |

**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Auch hier zeigt sich der Spectre Pro am stärksten. Allerdings schmilzt der Vorsprung zu den anderen, die ähnliche Werte bei deutlich leisere Betrieb erreichen.

°C  
 ▲ Besser



Der Silverstone STTFM181 ist mit Abstand der leistungsfähigste Lüfter im Test und bietet auch noch eine gute Ausstattung. Aber er ist mit bis zu 4,5 Sone sehr laut.



Viele Lüfter in Übergröße lassen sich nicht beidseitig montieren. Hier im Bild der Bitfenix Spectre 200 mm. Die Montagelöcher sind nur auf einer Seite vorhanden.

aber auch lauter daher. Lobenswert ist die sehr gute Ausstattung. Der Lüfter enthält neben zwei Sätzen Schrauben auch Gummidübel zur entkoppelten Montage und einen Netzteil-Adapter. Die Ausrichtung ist für die Montage belanglos. Weniger erfreulich ist dagegen die Lautstärke. Bei der Maximaldrehzahl messen wir 2,6 Sone, der Lüfter ist damit der lauteste im 200-mm-Testfeld.

**Xigmatek XLF-2004 Blackline LED:** Weniger leistungsfähig und lautstark als der Spectre Pro. Xigmatek kann in der 200-mm-Klasse nicht mehr den Testsieg davontragen. Der Lüfter ist etwas leiser als der Spectre Pro, dafür ist der Gehäuseinnenraum deutlich wärmer. Die gute Ausstattung des 170-mm-Modells gibt es auch hier.

mit Drehzahlssignal und kann damit ohne Weiteres geregelt werden. Der Lüfter ist beidseitig montierbar. Der Lüfter bietet gute Kühlleistung bei akzeptabler Lautstärke.

**Bitfenix Spectre Pro 230 mm: Lauter, aber dadurch nicht kühler.** Der größte Spectre Pro rotiert auch hier deutlich lauter als der Rest des Testfeldes. Dennoch erreicht er kein wesentlich besseres Ergebnis als die kleinere Version oder seine Mitbewerber mit gleichem Durchmesser. Die Eigenschaften wie die gute Ausstattung der 200-mm-Ausgabe bleiben auch beim 230-mm-Pendant erhalten.

**Akasa Crystal Clear 230 mm: Die 180-mm-Version in Groß.** Die 230-mm-Variante des Crystal Clear ist komplett identisch zur 180-mm-Ausführung des Kühlers, das beinhaltet auch die nur einseitige Montage-Möglichkeit. Einzig der markante Anstieg des Betriebsgeräusch unterscheidet ihn vom kleinen Modell. In Kombination mit der nicht vorhandenen Ausstattung landet er deshalb auf Platz 4. (rs)

## Lüfter ab 220 mm

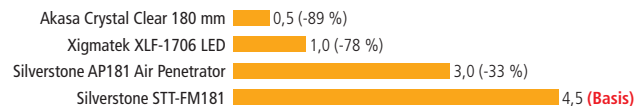
In der größten Lüfterklasse gleichen sich die Ergebnisse der Temperaturmessung immer weiter an. Silent-Eigenschaften und gute Ausstattung entscheiden über den Sieg.

**Bitfenix Spectre 230 mm: Leisester Kühler mit kaum Leistungsanteilen.** Auch hier zeigt sich der Spectre 230 mm in der Standardversion von der guten Seite. Er ist der leiseste Lüfter und bietet dennoch gute Kühlleistungen. Wie die kleinere Ausführung legt Bitfenix auch hier kein Zubehör bei. Immerhin lässt er sich ungeachtet der Blasrichtung montieren.

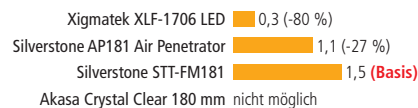
**Akasa AK-FN-086: Einziger Akasa-Lüfter mit 3-Pin-Anschluss.** Der AK-FN-086 bietet einen 3-Pin-Anschluss

## 170 mm: STT-FM181 der bei Weitem Lauteste

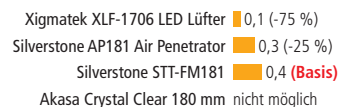
### 100 % der Maximaldrehzahl



### 75 % der Maximaldrehzahl



### 50 % der Maximaldrehzahl



**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Der Crystal Clear outet sich als der leiseste Lüfter der Größenklasse. Der STT-FM181 ist mit 4,5 Sone der bei Weitem lauteste Lüfter in der gesamten Übersicht.

**Sone**  
 Besser

## Fazit

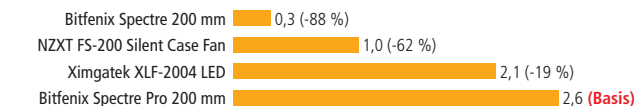
**Hardware**

### Lüftergiganten

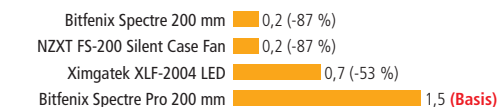
Als leise erweisen sich die Spectre-Lüfter. Die Spectre Pro sind dagegen leistungstark, aber auch deutlich lauter. Die Silverstone-Modelle sind nicht zu empfehlen, falls Sie empfindlich auf Lärm reagieren. Bei den 230-mm-Modellen gibt es kaum Unterschiede bezüglich der Temperaturen, die Lautstärke ist das wichtigere Kriterium.

## Bitfenix Spectre 200 mm am leisesten

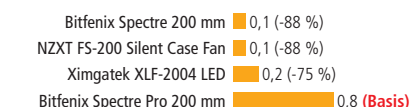
### 100 % der Maximaldrehzahl



### 75 % der Maximaldrehzahl



### 50 % der Maximaldrehzahl

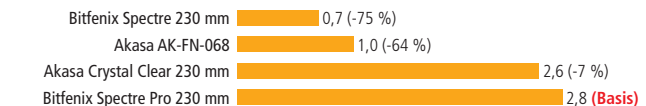


**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Der Spectre 200 mm ist der leiseste Lüfter des gesamten Parcours. Der Lüfter von NZXT ist bei Drosselung ähnlich leise, aber leistungsfähiger.

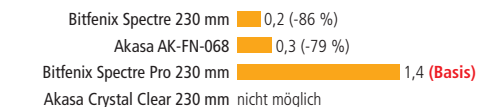
**Sone**  
 Besser

## Crystal Clear und Spectre Pro 230 relativ laut

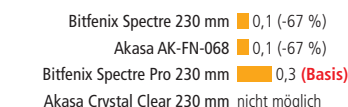
### 100 % der Maximaldrehzahl



### 75 % der Maximaldrehzahl



### 50 % der Maximaldrehzahl



**System:** Intel Core-i7 2600K @ 4,0 GHz/1,30 Volt, 8 GiByte DDR3-1333, Geforce GTX 480  
**Bemerkungen:** Der Crystal Clear und der Spectre Pro jeweils in den Größen 230 mm sind laut, bieten aber kaum Vorteile bei der Leistung.

**Sone**  
 Besser

|                                                                                                                                                                |                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>LÜFTER<br/>AB 170 MM</b><br>Auszug aus Testtabelle mit 50 Wertungskriterien                                                                                 |                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |  |
| <b>Produkt</b>                                                                                                                                                 | <b>XLF-1706 Blackline LED</b>                                                        | <b>Crystal Clear 180 mm</b>                                                                                                                              | <b>STTFM181</b>                                                                                                                                       | <b>STTAP181 Air Penetrator</b>                                                                                         |  |
| <b>Modell</b>                                                                                                                                                  | XLF-F1706                                                                            | AK-F18255SM                                                                                                                                              | STT-FM181                                                                                                                                             | STTAP181                                                                                                               |  |
| <b>Hersteller, Webseite</b>                                                                                                                                    | Xigmatek (www.xigmatek.com)                                                          | Akasa (www.akasa.com.tw)                                                                                                                                 | Silverstone (www.silverstonetek.com)                                                                                                                  | Silverstone (www.silverstonetek.com)                                                                                   |  |
| <b>Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                                                                                                                        | Ca. € 10,-/gut                                                                       | Ca. € 5,-/sehr gut                                                                                                                                       | Ca. € 17,-/befriedigend                                                                                                                               | Ca. € 15,-/gut                                                                                                         |  |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/497980                                                             | www.pcgh.de/preis/443674                                                                                                                                 | www.pcgh.de/preis/450423                                                                                                                              | www.pcgh.de/preis/540166                                                                                               |  |
| <b>Lüfterformat/Höhe</b>                                                                                                                                       | 170 mm/20 mm                                                                         | 180 mm/25 mm                                                                                                                                             | 180 mm/30 mm                                                                                                                                          | 180 mm/30 mm                                                                                                           |  |
| <b>Anschluss/Kabel(länge)</b>                                                                                                                                  | 3-Pin/52 cm                                                                          | 4-Pin-Molex/42 cm                                                                                                                                        | 3-Pin/50 cm                                                                                                                                           | 4-Pin/49 cm                                                                                                            |  |
| <b>Regelung</b>                                                                                                                                                | -                                                                                    | -                                                                                                                                                        | Potentiometer                                                                                                                                         | Schalter für 700 U/min                                                                                                 |  |
| <b>Ausstattung/Eigenschaften</b>                                                                                                                               | LEDs, nur einseitig montierbar, Netzteil-Adapter, Montage-Dübel aus Gummi, Schrauben | Kein Zubehör, nur einseitige Montage möglich, kein Drehzahl-Signal                                                                                       | Netzteil-Adapter, Potentiometer für Slotblende, gesleeptes Kabel                                                                                      | Schalter für 700 U/min, gesleeptes Kabel                                                                               |  |
| <b>Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)</b>                                                                                                                            | 800 U/min/710 U/min                                                                  | 600 U/min/- U/min                                                                                                                                        | 1.300 U/min/1.230 U/min                                                                                                                               | 1.300 U/min/1.200 U/min                                                                                                |  |
| <b>Kühlleistung (°C) 100/75/50 %</b>                                                                                                                           | 69,2/71,6/75,0 °C                                                                    | 69,2/-/- °C                                                                                                                                              | 62,6/64,4/67,2 °C                                                                                                                                     | 64,8/66,2/70,8 °C                                                                                                      |  |
| <b>Lautheit (Sone) 100/75/50 %</b>                                                                                                                             | 1,0/0,3/0,1 Sone                                                                     | 0,5/-/- Sone                                                                                                                                             | 4,5/1,5/0,4 Sone                                                                                                                                      | 3,0/1,1/0,3 Sone                                                                                                       |  |
| <b>Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %</b>                                                                                                                         | 28,9/20,6/18,1 dB(A)                                                                 | 24,6/-/- dB(A)                                                                                                                                           | 44,2/32,6/22,5 dB(A)                                                                                                                                  | 37,2/29,7/20,8 dB(A)                                                                                                   |  |
| <b>FAZIT</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Gute Ausstattung</li> <li>➢ Relativ geringe Lautstärke</li> <li>➢ Nur einseitig montierbar</li> </ul> |                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Günstiger Preis/Lautstärke</li> <li>➢ Nur einseitige Montage möglich</li> <li>➢ Kein Drehzahl-Signal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Sehr leistungsfähiger Lüfter</li> <li>➢ Gute Ausstattung</li> <li>➢ Bei voller Drehzahl sehr laut</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Hohe Leistung</li> <li>➢ Drehzahl-Schalter</li> <li>➢ Relativ laut</li> </ul> |  |
| Wertung: <b>1,85</b>                                                                                                                                           |                                                                                      | Wertung: <b>2,00</b>                                                                                                                                     | Wertung: <b>2,04</b>                                                                                                                                  | Wertung: <b>2,13</b>                                                                                                   |  |

|                                                                                                                                                      |                                                                                        |                                                                                                               |                                                                                                                  |                                                                                                                              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>LÜFTER<br/>AB 200 MM</b><br>Auszug aus Testtabelle mit 50 Wertungskriterien                                                                       |                                                                                        |                                                                                                               |                                                                                                                  |                                                                                                                              |  |
| <b>Produkt</b>                                                                                                                                       | <b>200 mm Silent Fan</b>                                                               | <b>Spectre 200 mm</b>                                                                                         | <b>Spectre Pro LED 200 mm</b>                                                                                    | <b>XLF-2004 Blackline LED</b>                                                                                                |  |
| <b>Modell</b>                                                                                                                                        | FS 200RB                                                                               | BFF-SCF-20020KK-RP                                                                                            | BFF-LPRO-20025W-RP                                                                                               | XLF-F204                                                                                                                     |  |
| <b>Hersteller, Webseite</b>                                                                                                                          | NZXT, (www.nzxt.com)                                                                   | Bitfenix (www.bitfenix.com)                                                                                   | Bitfenix (www.bitfenix.com)                                                                                      | Xigmatek (www.xigmatek.com)                                                                                                  |  |
| <b>Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                                                                                                              | Ca. € 14,-/gut                                                                         | Ca. € 10,-/gut                                                                                                | Ca. € 17,-/gut                                                                                                   | Ca. € 15,-/gut                                                                                                               |  |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                                                                                           | www.pcgh.de/preis/606406                                                               | www.pcgh.de/preis/600949                                                                                      | www.pcgh.de/preis/704637                                                                                         | http://www.pcgh.de/preis/497981                                                                                              |  |
| <b>Lüfterformat/Höhe</b>                                                                                                                             | 200 mm/30 mm                                                                           | 200 mm/25 mm                                                                                                  | 200 mm/25 mm                                                                                                     | 200 mm/20 mm                                                                                                                 |  |
| <b>Anschluss/Kabel(länge)</b>                                                                                                                        | 3-Pin/50 cm                                                                            | 3-Pin/55 cm                                                                                                   | 3-Pin/50 cm                                                                                                      | 3-Pin/49 cm                                                                                                                  |  |
| <b>Regelung</b>                                                                                                                                      | -                                                                                      | -                                                                                                             | 7-Volt-Adapter                                                                                                   | -                                                                                                                            |  |
| <b>Ausstattung/Eigenschaften</b>                                                                                                                     | Netzteil-Adapter, doppelseitig montierbar, versetzte Schraubenlöcher, gesleeptes Kabel | Nur einseitig montierbar, kein Zubehör                                                                        | Schaltb. LEDs (mit Bitf. Zub.), 2 x Schrauben, Montage-Dübel aus Gummi, 7-Volt-Adapter                           | LEDs, nur einseitig montierbar, Netzteil-Adapter, Montage-Dübel aus Gummi, Schrauben                                         |  |
| <b>Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)</b>                                                                                                                  | 700 U/min/730 U/min                                                                    | 700 U/min/620 U/min                                                                                           | 900 U/min/860 U/min                                                                                              | 800 U/min/700 U/min                                                                                                          |  |
| <b>Kühlleistung (°C) 100/75/50 %</b>                                                                                                                 | 66,6/69,0/72,2 °C                                                                      | 69,0/70,6/72,4 °C                                                                                             | 64,4/66,6/69,2 °C                                                                                                | 66,0/68,8/71,0 °C                                                                                                            |  |
| <b>Lautheit (Sone) 100/75/50 %</b>                                                                                                                   | 1,0/0,2/0,1 Sone                                                                       | 0,3/0,2/0,1 Sone                                                                                              | 2,6/1,5/0,8 Sone                                                                                                 | 2,1/0,7/0,2 Sone                                                                                                             |  |
| <b>Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %</b>                                                                                                               | 30,1/23,6/17,7 dB(A)                                                                   | 21,7/18,7/16,9 dB(A)                                                                                          | 38,9/32,6/30,2 dB(A)                                                                                             | 36,3/26,4/19,5 dB(A)                                                                                                         |  |
| <b>FAZIT</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Netzteiladapter</li> <li>➢ Leistung bei 100 und 75 Prozent</li> <li>➢ Sehr leise</li> </ul> |                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Günstiger Preis</li> <li>➢ Sehr leise</li> <li>➢ Leistung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Gute Ausstattung</li> <li>➢ Leistung</li> <li>➢ Relativ laut</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Gute Ausstattung</li> <li>➢ Leistung</li> <li>➢ Nur einseitig montierbar</li> </ul> |  |
| Wertung: <b>1,73</b>                                                                                                                                 |                                                                                        | Wertung: <b>1,80</b>                                                                                          | Wertung: <b>1,87</b>                                                                                             | Wertung: <b>1,87</b>                                                                                                         |  |

|                                                                                                                                           |                                                                 |                                                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                                                    |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>LÜFTER AB 220 MM</b><br>Auszug aus Testtabelle mit 50 Wertungskriterien                                                                |                                                                 |                                                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                                                    |  |
| <b>Produkt</b>                                                                                                                            | <b>Spectre 230 mm</b>                                           | <b>AK-FN-068</b>                                                                                                                                     | <b>Spectre Pro 230 mm</b>                                                                                             | <b>Crystal Clear 220 mm</b>                                                                                                                        |  |
| <b>Modell</b>                                                                                                                             | BFF-SCF-20020KK-RP                                              | AK-FN068                                                                                                                                             | BFF-SPRO-23030KK-RP                                                                                                   | AK-F18255M-CB                                                                                                                                      |  |
| <b>Hersteller, Webseite</b>                                                                                                               | Bitfenix (www.bitfenix.com)                                     | Akasa (www.akasa.com.tw)                                                                                                                             | Bitfenix (www.bitfenix.com)                                                                                           | Akasa (www.akasa.com.tw)                                                                                                                           |  |
| <b>Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                                                                                                   | Ca. € 10,-/gut                                                  | Ca. € 12,-/gut                                                                                                                                       | Ca. € 18,-/gut                                                                                                        | Ca. € 8,-/befriedigend                                                                                                                             |  |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                                                                                                | www.pcgh.de/preis/600949                                        | http://www.pcgh.de/preis/744611                                                                                                                      | www.pcgh.de/preis/704637                                                                                              | www.pcgh.de/preis/443671                                                                                                                           |  |
| <b>Lüfterformat/Höhe</b>                                                                                                                  | 200 mm/20 mm                                                    | 230 mm/30 mm                                                                                                                                         | 230 mm/30 mm                                                                                                          | 120 mm/30 mm                                                                                                                                       |  |
| <b>Anschluss/Kabel(länge)</b>                                                                                                             | 3-Pin/55 cm                                                     | 3-Pin/40 cm                                                                                                                                          | 3-Pin/50 cm                                                                                                           | 4-Pin-Molex/40 cm                                                                                                                                  |  |
| <b>Regelung</b>                                                                                                                           | -                                                               | -                                                                                                                                                    | 7-Volt-Adapter                                                                                                        | -                                                                                                                                                  |  |
| <b>Ausstattung/Eigenschaften</b>                                                                                                          | Abgeflachte Seiten, verschiedene Montagebohrungen, kein Zubehör | Schrauben, angeflachte Seiten, verschiedene Bohrungen, lose Drähte beim Kabel, fixer Netzteil-Adapter, kein Zubehör                                  | Schaltbare LEDs (mit Bitfenix Zubehör), 2 Schrauben-Sets, Montage-Dübel aus Gummi, 7-Volt-Adapter, abgeflachte Seiten | Kein Zubehör/nur einseitige Montage möglich/kein Drehzahl-Signal/blau LEDs                                                                         |  |
| <b>Drehzahl 100 % (Angabe/gem.)</b>                                                                                                       | 900 U/min/860 U/min                                             | 700 U/min/810 U/min                                                                                                                                  | 900 U/min/960 U/min                                                                                                   | 600 U/min/- U/min                                                                                                                                  |  |
| <b>Kühlleistung (°C) 100/75/50 %</b>                                                                                                      | 64,8/66,4/69,6 °C                                               | 64,6/67,8/70,8 °C                                                                                                                                    | 64,4/66,2/69,4 °C                                                                                                     | 64,4/-/- °C                                                                                                                                        |  |
| <b>Lautheit (Sone) 100/75/50 %</b>                                                                                                        | 0,7/0,2/0,1 Sone                                                | 1,0/0,3/0,1 Sone                                                                                                                                     | 2,8/1,4/0,3 Sone                                                                                                      | 2,6/-/- Sone                                                                                                                                       |  |
| <b>Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %</b>                                                                                                    | 24,7/18,78/16,9 dB(A)                                           | 28,2/21,2/16,5 dB(A)                                                                                                                                 | 39,4/31,2/20,1 dB(A)                                                                                                  | 36,2/-/- dB(A)                                                                                                                                     |  |
| <b>FAZIT</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Preis/Lautstärke</li> <li>➢ Leistung</li> <li>➢ Beidseitig montierbar</li> </ul> |                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Günstiger Preis</li> <li>➢ 3-Pin-Anschluss mit Drehzahl-Signal</li> <li>➢ Lose Drähte beim Kabel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Gute Ausstattung</li> <li>➢ Leistung</li> <li>➢ Relativ teuer</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Günstiger Preis</li> <li>➢ Nur einseitige Montage möglich</li> <li>➢ Kein Drehzahl-Signal/Laut</li> </ul> |  |
| Wertung: <b>1,70</b>                                                                                                                      |                                                                 | Wertung: <b>1,82</b>                                                                                                                                 | Wertung: <b>2,12</b>                                                                                                  | Wertung: <b>2,45</b>                                                                                                                               |  |

**PCGH rüstet auf: So tauschen, regeln und montieren Sie Ihre Gehäuselüfter**

# Frischluft im Gehäuse

Lüfter gehören zu den günstigsten Bauteilen des Rechners, beeinflussen aber stark seine Temperatur und Lautstärke. Dementsprechend viel lässt sich mit Austausch, Regelung und Entkopplung erreichen.



Viele Gehäuse bringen meist schon eine Handvoll Lüfter mit. Diese sind oftmals aber nicht gerade die hochwertigsten Modelle. Durch das Austauschen von minderwertigen Lüftern können Sie mit einer Investition von weniger als 50 Euro neben einem kühleren Arbeitsumfeld für die Hardware auch ein leiseres Betriebsgeräusch erreichen. Aber obwohl ein Lüfter auf den ersten Blick nur ein Ventilator ist, sollte man nicht blindlings zum erstbesten Modell greifen.

## Was ist zu beachten

Die aktuell gängigsten Lüftergrößen sind 120-mm- oder 140-mm-Lüfter, für die die meisten aktuellen Gehäuse auch mehrere Montagepositionen bieten. Wir beschränken uns für diesen Praxisartikel auf diese Lüftergrößen. Ein wichtiges Kriterium ist die Anschluss-Art der Lüfter. Waren früher 4-Pin-Molex-Stecker der Stand der Dinge, sollte man inzwischen auf diesen Anschluss verzichten, da hier kein Drehzahlsignal ausgegeben wird und man diese Lüfter ohne eine externe Lüftersteuerung oder einen Adapter nicht regeln kann. Besser eignen sich die üblichen 3-Pin-Anschlüsse. Diese können an jedem Mainboard betrieben werden und dank der vorhandenen Leitung

für das Drehzahlsignal prinzipiell auch geregelt werden. Des Weiteren ersparen Sie sich aufwendige Kabelverlegungen im Gehäuse, da die Hauptplatine meist an den passenden Stellen Anschlüsse für die Lüfter bietet. Da einige Mainboards inzwischen aber die Fähigkeit verloren haben, 3-Pin-Lüfter zu regeln, stellt aktuell ein Ventilator mit 4-Pin-(PWM-)Anschluss das Optimum dar. Dieser ist der aktuell verbreitetste Anschlussstandard und kann von vielen Mainboards geregelt werden.

## Regelung

Alternativ zur automatischen Lüftersteuerung bietet sich die Regelung über 5/7-Volt-Adapter, Potentiometer oder eine externe Lüftersteuerung für einen Laufwerks-Slot an. Die erste Methode ist unflexibel, die Geschwindigkeit kann nur durch den Ausbau/Austausch des Adapters verändert werden. Eine ausschließlich händische Regelung erlauben Potentiometer und einige günstigere Lüftersteuerungen. Da Potentiometer aber oft für einen Einbau als Slotblende konstruiert sind oder das Poti über eine Öffnung nach außen geführt werden muss, sind sie oft schlecht erreichbar oder stören an der Gehäuse-Außenwand. Universeller, aber auch



Im Bild sehen Sie die aktuell üblichen Anschlussmöglichkeiten: Molex, 3-Pin und 4-Pin-PWM. Die beiden Letzteren eignen sich deutlich besser für eine Regelung.



Drei Möglichkeiten zur Regelung von Lüftern: eine vollwertige Lüftersteuerung (1), ein Potentiometer für die Slotblenden-Montage (2) und vorne ein 7-Volt-Adapter (3).



Verschiedene Typen von Montagesystemen: die Bolzen der Be-quiet-Lüfter (1) sowie Gummi-Dübel (2) und Schrauben (3) von einem Nanoxia-Lüfter.



teurer sind vollwertige Lüftersteuerungen, die je nach Ausstattung sowohl eine manuelle als auch eine automatische Anpassung der Rotationsgeschwindigkeit erlauben.

Für den, der eine automatische Regelung möchte, dazu aber nicht noch zusätzlich Geld in die Hand nehmen will, empfiehlt sich die herkömmliche Art des Lüfterbetriebs über das Mainboard. Viele Modelle haben eine automatische Regelung integriert, erlauben aber auch die händische Kontrolle der Drehzahlen. Erledigt werden kann das im BIOS/UEFI oder auch unter Windows mit diverser Zusatzsoftware. Neben vielen herstellereigenen Lösungen ist Speedfan wohl das bekannteste Tool dazu, mit dem man über das Mainboard angeschlossene Lüfter anhand diverser Temperaturfühler und frei festlegbarer Kriterien regeln kann. Einen Artikel, der Speedfan und Lüftersteuerungen von Motherboards behandelt, finden Sie auf der Heft-DVD.

### Arten der Befestigung

Die Lüfter-Konstrukteure haben inzwischen diverse Methoden erdacht, mit denen die Lüfter am Gehäuse befestigt werden können. Die bewährteste ist die Nutzung von Schrauben. Damit ist der Kühler fest und stabil mit dem Gehäuse verbunden. Aufgrund dessen können sich aber auch unerwünschte Vibrationen auf das Gehäuse übertragen. Verhindern können Sie das, indem Sie Gummieinlagen zur Entkopplung benutzen. Einigen Lüftermodellen liegen Montage-Dübel aus Gummi bei, die eine entkoppelte Montage ohne Werkzeug ermöglichen. Falls keine in der Packung zu finden waren, können Sie diese Dübel für wenige Euro in vielen Online-Shops kaufen. Bei

den Lüftern von Be quiet gibt es ein spezielles Montage-System, bei dem Bolzen mit einer Gummieinlage einfach in die vorgesehenen Öffnungen im Lüfter gedrückt werden. Das funktioniert ebenfalls schnell und ohne Werkzeug.

### Wie montieren?

Des Weiteren gilt es bei der Montage der Lüfter das Kühlkonzept von Gehäusen zu beachten. Dieses soll gewährleisten, dass alle Komponenten mit ausreichend Frischluft versorgt werden. Das Konzept sieht vor, dass vom Netzteil unten und von den Lüftern von vorne frische Luft angesaugt wird. Die Grafikkarte saugt Luft an und bläst sie hinten aus dem Gehäuse. Ein weiterer Lüfter, der die Abluft des Prozessorkühlers aus dem Gehäuse befördert, befindet sich rückseitig auf Höhe der CPU. Oft befindet sich noch über dem Prozessor ein Lüfter, um die Luftabfuhr zu verbessern. Falls Sie sich nicht sicher sind, mit welcher Seite voran Sie den Lüfter montieren müssen: Die Verstreben, die den Ventilator halten, befinden sich immer auf der Seite, in die der Lüfter bläst (nach hinten). Die Anzahl der Lüfter wird von Ihren Vorlieben und Ihrem Gehäuse bestimmt; zwei bis drei sollten aber ausreichen. (rs)

### Fazit



#### Frischluft im Gehäuse

Gehäuselüfter bieten ein großes Potenzial zur Optimierung. Mit nur wenig Budget und Aufwand kann man sein System kühler und vor allem deutlich leiser machen. Ob durch Entkopplung der alten oder durch die Anschaffung von neuen und leisen Lüftern, das bleibt den eigenen Vorlieben und Kostenvorstellungen überlassen.



Hier sehen Sie das Befestigungssystem der Be-quiet-Lüfter. Diese Art und Weise der Montage kommt ohne Werkzeug aus und entkoppelt den Lüfter vom Gehäuse.

## Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Lüfter-Montage

### Schritt 1: Montageplätze für Lüfter zugänglich machen



Zum Einbau der vorderen Lüfter muss bei vielen Gehäusen erst die Frontabdeckung abgenommen werden. Dies erfordert unter Umständen auch einiges an Kraft.

### Schritt 2: Platzieren der Lüfter an den vorgesehen Positionen



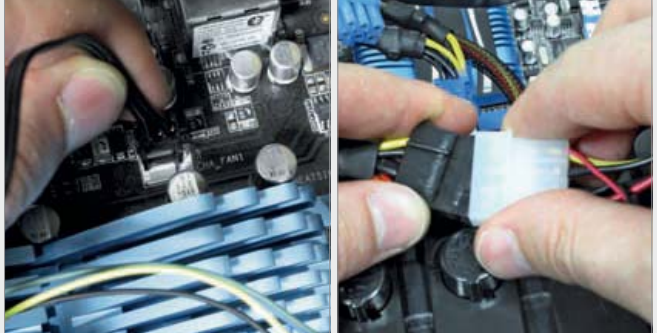
Nach dem Abnehmen der Frontabdeckung können Sie die Lüfter zwischen Festplattenkäfig und Frontblech platzieren. Unser Bitfenix Shinobi bietet vorne zwei Plätze.

### Schritt 3: Befestigen der Ventilatoren



Befestigen Sie die Lüfter mit Schrauben oder einem anderen Befestigungsmechanismus am Gehäuse. Schrauben haben den Nachteil der fehlenden Entkopplung.

### Schritt 4: Anschließen der Lüfter an die Stromversorgung



Schließen Sie die Lüfter an. Fast alle Mainboards bieten Anschlüsse in der Nähe der üblichen Lüfter-Positionen. Molex-Stecker werden direkt mit dem Netzteil verbunden.



## Der Temperaturvergleich: Wie warm wird identische Hardware im Midi- und Big-Tower?

# Eine Frage der Größe?

XL-Gehäuse bieten mehr Platz für die Hardware als Midi-Tower und Komponenten lassen sich einfacher einbauen. Wir prüfen nach, ob CPU, GPU und Co. im Big-Tower auch besser gekühlt werden.

Fast jeder PC-Spieler hat individuelle Ansprüche an sein Gehäuse. Beim Kauf eines neuen Towers hat er die Wahl zwischen einem Modell im Miniformat (Micro ATX/Mini ITX), mittlerer Größe (Midi-Tower) oder einem übergroßen Gehäuse (Big-Tower). Dabei sind die wohl wichtigsten Kriterien beim Gehäusekauf der Preis sowie der vorhandene Platz, um den zusammengeschaubten Rechner beispielsweise unter oder neben dem Schreibtisch zu platzieren. Ein Mini-Gehäuse sowie der Midi-Tower sind die Variante, den wenigsten Platz wegnehmen. Der Einbau der Komponenten geht dagegen in einer sehr großzügig dimensionierten, meist

deutlich teureren Hardware-Behaltung sehr locker von der Hand, da diese im Inneren viel Platz bietet.

Kaum ein Gehäusekäufer macht sich jedoch darüber Gedanken, dass sich die Größe des im Midi- und Big-Tower zur Verfügung stehenden Innenraums auch auf die Temperaturverhältnisse auswirken könnte. Doch bedeutet mehr Platz wirklich ein bessere Lüftung und damit niedrigere Temperaturen bei den Kernkomponenten (CPU/GPU/Chipsatz)? Wird die Hardware allgemein im Big-Tower besser gekühlt als im mittelgroßen Pendant? Diese Fragen wollen wir mit dem folgenden Versuch klären.

### Versuchsaufbau im Detail

Für unser Experiment wählen wir zwei Modellvarianten des Bitfenix Shinobi, wobei das deutlich teurere Shinobi XL einem Big- und das Shinobi ohne Namenszusatz einem Midi-Tower entspricht. Beide Gehäuse bestücken wir mit folgender Hardware: ein Core i7-2600K mit Intel-Boxed-Kühler, das Asus P8P67 mit P67-Chip, eine auf 810/2.050 MHz (Chip/VRAM) übertaktete Geforce GTX 580 mit Referenz-Kühl-Design, 4 Gigabyte DDR3-2400-RAM (Corsair CMGTX8, Dominator GT), eine 120-Gigabyte-Corsair-SSD sowie ein 630-Watt-Netzteil von Be quiet (BQT L8-CM-630W). Bei dem Kühl-

den Standard, der bei den meisten Gehäusen zum Einsatz kommt (siehe nächste Seite rechts unten). So montieren wir jeweils zwei 120-Millimeter Lüfter von Be quiet (Shadow Wings SW1) an die Front sowie einen ebenfalls 120 Millimeter großen Corsair-Gehäuselüfter oben an das Heck der beiden Shinobi-Tower. Bei der Drehzahl der Gehäuselüfter verzichten wir auf eine Drosselung, bei der temperaturabhängigen Lüftersteuerung des Boxed-Kühlers setzen wir im BIOS dagegen den Wert auf „Standard“.

### Jetzt wird's heiß

Bevor wir die identische Hardware in den beiden Gehäusen stark belasten, messen wir die Prozessor- und Grafikchiptemperatur per Coretemp respektive MSI Afterburner im 2D-Betrieb. Zusätzlich ermitteln wir per Messfühler, wie warm die Luft im Innenraum der beiden Tower ohne unser Lastszenario wird. Anschließend wird die Hardware der Test-PCs sowohl mit Prime95 (6 CPU-Threads) als auch Anno 2070 (2 Prozessor-Threads sowie maximale Grafik-Details) über eine Stunde aufgeheizt. Danach wiederholen wir die anfangs beschriebenen

### Video auf Heft-DVD



Wie bei allen bisherigen Versuchen der Reihe „PCGH experimentiert“ haben wir wieder ein Video für Sie erstellt. Dort sehen Sie, wie wir die Komponenten im Inneren des Midi- und Big-Towers aufheizen und wie wir die Temperatur der Hardware und des Gehäuseinneren messen.

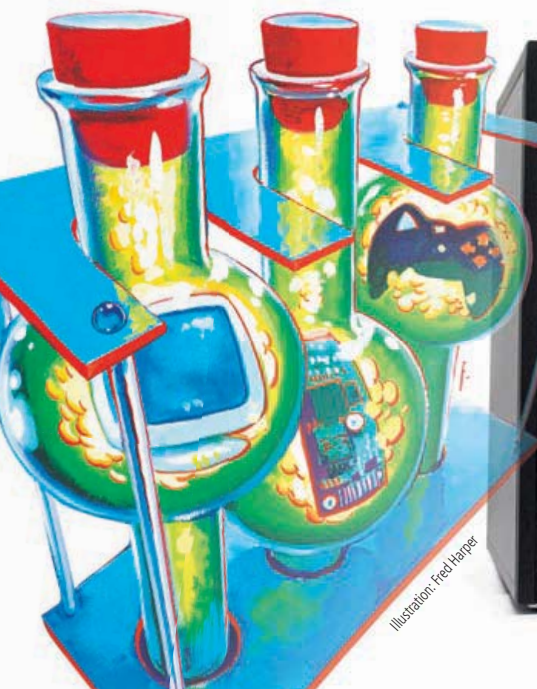


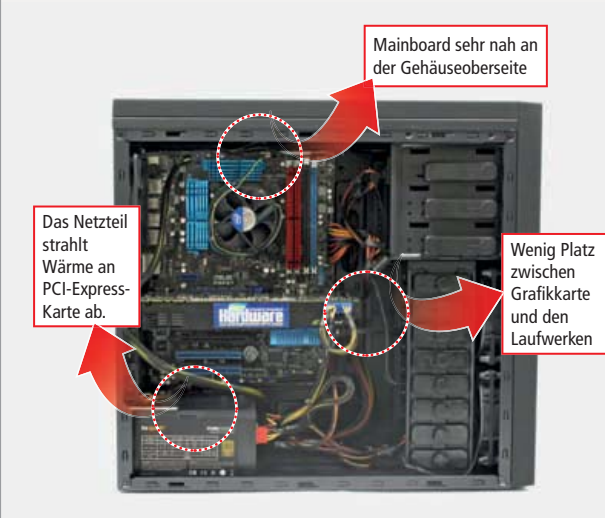
Illustration: Fred Harpner



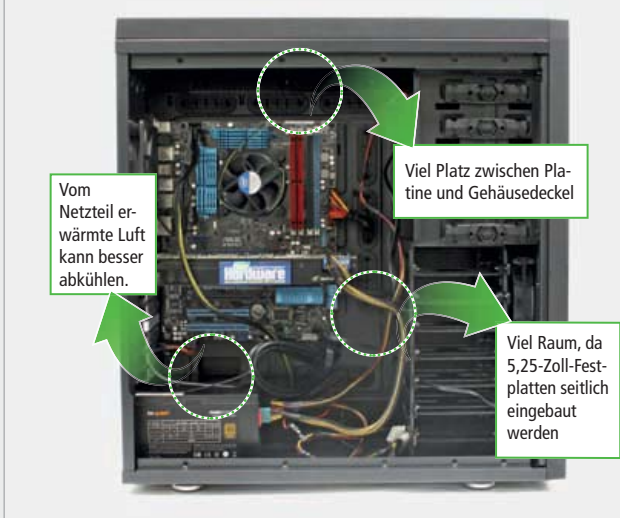


## Midi- und Big-Tower im Größenvergleich

Midi-Tower: Bitfenix Shinobi; 455 x 490 x 205 mm (H x B x T), Preis: ca. 55 Euro



Big-Tower: Bitfenix Shinobi XL; 555 x 535 x 245 mm (H x B x T), Preis: ca. 140 Euro



Da die XL-Variante des Shinobi höher und breiter ausfällt, ist hier mehr Platz zwischen dem Netzteil und dem Mainboard. Des Weiteren ist der Abstand zwischen der Platine inklusive der montierten Grafikkarte und den Einbauschächten für die Laufwerke beim Big-Tower größer. Warme Luft kann hier dank mehr Raum besser abkühlen.

Messungen und vergleichen die im Big-Tower ermittelten Werte mit denen, die wir im mittelgroßen Gehäuse gemessen haben. Eine ausführliche Versuchsbeschreibung sowie den Versuchsablauf in bewegten Bildern finden Sie im Video auf unserer Heft-DVD.

### Messwerte im Vergleich

Wie in der Tabelle rechts zu sehen ist, bestätigt sich unsere anfängliche Hypothese: Unabhängig vom 2D-Betrieb oder dem Lastszenario bleibt die Hardware im Big-Tower kühler als in der Midi-Entsprechung. Auch die Lufttemperatur im Innenraum des Shinobi XL fällt mit 25,9 Grad (2D) beziehungsweise 26,5 Grad (Last) 0,3 respektive 3,1 Grad messbar geringer aus als in der kleineren Variante des Shinobi-Gehäuses.

Während der Temperaturunterschied beim Prozessor gerade bei rund zwei Grad liegt – für die hohen Werte ist der schwache Boxed-Kühler verantwortlich –, verzeichnen wir beim Grafikchip eine sehr hohe Differenz von 20 Grad. Das liegt vermutlich daran, dass der Big-Tower dank seines größeren Innenraums der Luft mehr Volumen zum Abkühlen bietet und somit der Radiallüfter der GTX 580 von vornherein kältere Luft ansaugt, um den Grafikchip zu kühlen. Andererseits strahlt eine heißere GPU auch wieder Wärme ab, die die Luft im Innenraum des Midi-Towers zusätzlich erhitzt.

### Muss es ein Big-Tower sein?

Obwohl sowohl die Hardware als auch die Luft im Inneren des Big-Towers kühler bleibt als im Midi-Gehäuse, ist vom Kauf respektive Einsatz der letztgenannten Variante nicht generell abzuraten. Einerseits kommt es auch im mittelgroßen Bitfenix Shinobi nicht zum Hitzestau, denn die eingebauten Komponenten arbeiten noch lange nicht am Temperaturlimit. Andererseits ist das Bitfenix Shinobi XL mit 140 Euro viel teurer in der Anschaffung als das reguläre Shinobi, das gerade einmal 55 Euro kostet und bei Platzproblemen im Arbeits-, Wohn- oder Spielzimmer die einzige Wahl neben einem Mini-Gehäuse bleibt. Wer allerdings vorhat, seinen Spiele-Rechner mit mehreren HDDs, einer Sound- oder USB-3.0-Controller-Karte sowie einer Dual GPU-Lösung zu bestücken, sollte aufgrund des Temperaturvorteils sowie des großzügigen Platzangebots zum Big-Tower greifen. (fs)

### Fazit

Hardware

#### Temperatur: Midi- und Big-Tower

Die Temperatur der Hardware und der Luft im Inneren des großen Towers fällt niedriger aus als in der Midi-Variante. Ein K.o.-Kriterium für ein mittelgroßes Gehäuse ist das jedoch nicht, denn ein XL-Pendant nimmt im Gegenzug sehr viel Platz weg und ist deutlich teurer. Für den Einbau vieler Komponenten ist ein Big-Tower allerdings besser geeignet.

### Betriebstemperatur im Vergleich

| Temperatur in Grad Celsius | Bitfenix Shinobi XL (Big-Tower) | Bitfenix Shinobi (Midi-Tower) |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| CPU vor Lastszenario*      | 42,0 (43,0/43,0/42,0/40,0)      | 44,2 (43,0/47,0/42,0/45,0)    |
| GPU vor Lastszenario**     | 45,0                            | 46,0                          |
| Gehäuse vor Lastszenario   | 25,9                            | 26,2                          |
| CPU bei Volllast*          | 68,7 (67,0/71,0/70,0/67,0)      | 71,0 (70,0/72,0/71,0/71,0)    |
| GPU bei Volllast**         | 55,0                            | 75,0                          |
| Gehäuse bei Volllast       | 26,5                            | 29,6                          |

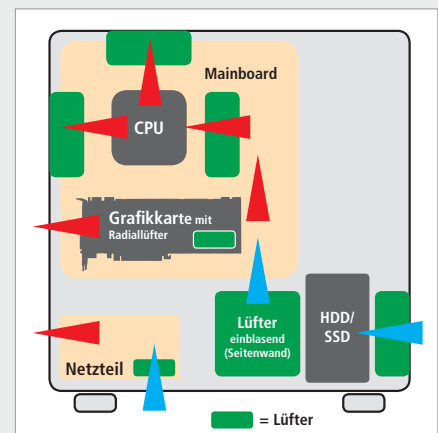
\* Mittelwert Coretemp (Core 0 bis 3) \*\* gemessen mit MSI Afterburner

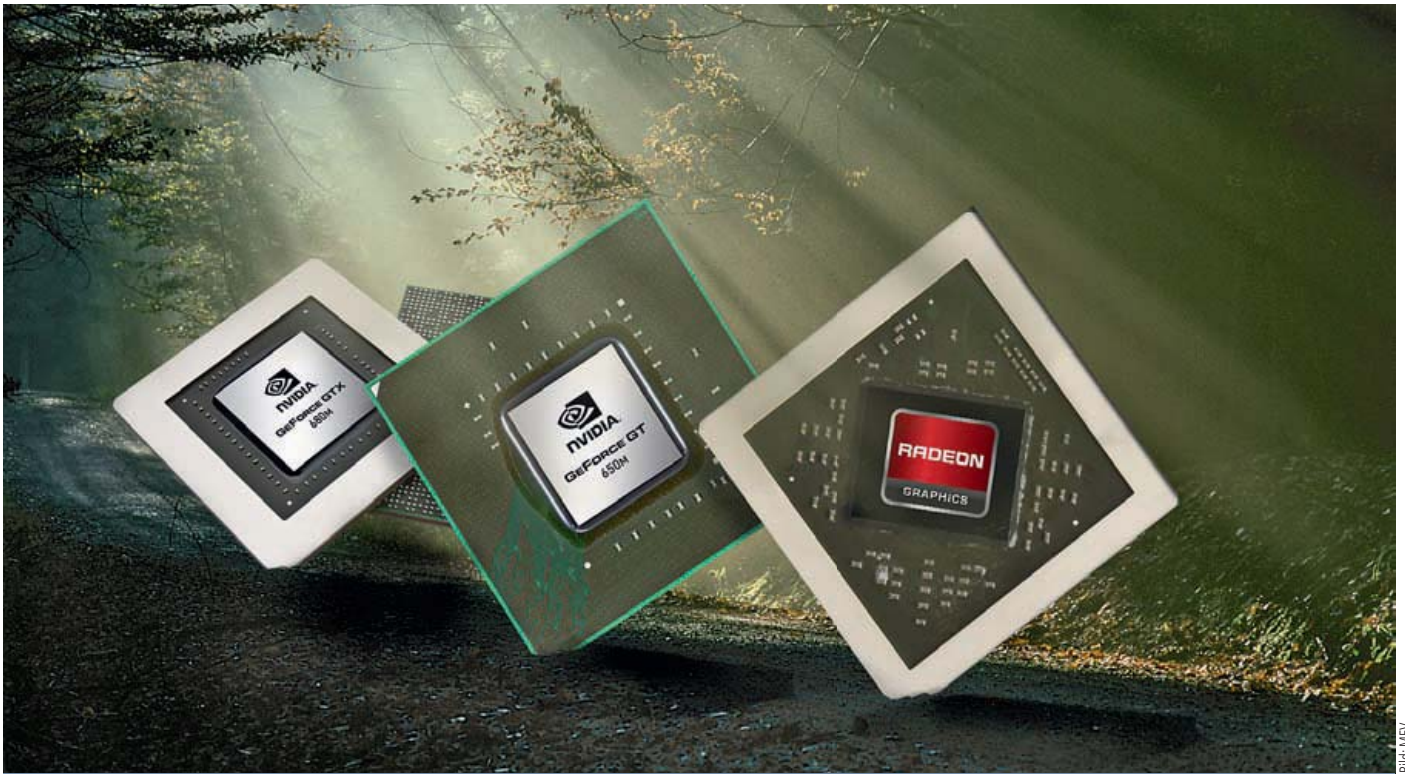
### Das gewöhnliche Gehäuse-Design im Detail

Ein Großteil aller Gehäuse, unter anderem auch die beiden Bitfenix-Shinobi-Varianten in unserem Versuch, nutzen ein einheitliches Kühlkonzept.

Der Quasi-Standard beim Gehäuse-Design respektive beim Kühlkonzept der Komponenten ist so einfach wie effizient und kommt mit leichten Variationen in fast jedem Tower unabhängig von dessen Größe zum Einsatz: Kühle Luft wird über Lüfter in der Front sowie am Boden (Netzteil Lüfter) angesaugt, in Richtung der Komponenten befördert und dort aufgeheizt. Weitere Lüfter im Heck sowie optional im Deckel sorgen für einen einheitlichen

Luftstrom, durch den die warme Luft aus dem Gehäuse befördert wird. Unterschiede betreffen vor allem das Netzteil: Entweder variiert die Position oder der Lüfter hat keine eigene Öffnung am Boden des Gehäuses und muss über den Innenraum Luft ansaugen. Für die effektive Kühlleistung macht das nur einen geringen Unterschied aus.





## Übersicht über aktuelle mobile Grafikprozessoren

# Licht im GPU-Wald

AMDs wie Nvidias Grafikkarten-Angebote sind schon im Desktop-Segment schwer zu überblicken, im mobilen Bereich ist Wildwuchs an der Tagesordnung. PC Games Hardware bringt Ordnung ins Chaos.

Wer sich derzeit ein Notebook kaufen möchte und Wert auf eine aktuelle Grafikeinheit legt, der stolpert über eine schier unüberblickbare Anzahl von Versionen – zusammen kommen AMDs HD-7000- und Nvidias 600M-Serie auf mehr als drei Dutzend Modelle, welche wiederum in diversen Ausführungen verbaut werden dürfen.

Neben den aktuellen Varianten existieren natürlich noch wie gehabt die Vorgängerprodukte am Markt, wir raten jedoch prinzipiell dazu, einen aktuellen mobilen Grafikprozessor zu verwenden, da hier insbesondere die Akkulaufzeit profitiert – wenngleich wir bereits an dieser Stelle zur Vorsicht aufrufen müssen: Obwohl 600M und HD 7000 suggerieren, dass hier ähnlich wie im Desktop-Segment ein top-modernes Innenleben zum Einsatz kommt, so ist vor allem der untere und mittlere mobile Bereich stark

von älteren Chips besiedelt, welche zum Teil einfach nur umbenannt und somit erneut verwendet wurden – man spricht hierbei vom sogenannten „Rebranding“.

An sich ist das nur bedingt tragisch, denn schließlich – so könnte man argumentieren – steht es jedem frei, sich detailliert über das zu kaufende Produkt zu informieren. Allerdings finden sich selten auf Anhieb ausreichende Informationen auf AMDs oder Nvidias Webseiten, geschweige denn beim jeweiligen Notebook-Hersteller. Neben den GPUs an sich wird vor allem bei den Chiptaktraten und insbesondere beim Speicher gerne gespart.

### Nvidias 600M-Versionen

Analog zu den Desktop-Grafikkarten der 600er-Reihe kommen auch bei der GeForce-600M-Serie nicht durchweg Kepler-basierte Modelle zum Einsatz. Immerhin, das erst

vor wenigen Wochen vorgestellte Flaggschiff GTX 680M nutzt einen teildeaktivierten GK104-Chip und entspricht mit 720 MHz Chiptakt einer untertakteten GeForce GTX 670 (915 MHz). Interessant ist, dass Nvidia der GTX 680M GDDR5-Speicher mit 1.800 MHz zur Seite stellt – weitaus weniger als im Desktop-Segment. Daher erreicht die GTX 680M „nur“ rund zwei Drittel der Leistung einer GTX 670 und liegt auf Höhe einer GTX 560 Ti 448.

Die GTX 675M und 670M wiederum basieren auf einem GF114, dem Fermi-Chip der GeForce GTX 560 (Ti). Auch hier ist der Chiptakt stark gedrosselt, weswegen sich die Karten im Bereich einer GTX 460 respektive GTX 560 SE bewegen.

Spannend wird es bei der GTX 660M, da diese den Kepler GK107 nutzt – dieser bringt nur ein Drittel der Funktionseinheiten des

GK104 mit sich, taktet jedoch mit 835/2.000 MHz und wird ausschließlich mit GDDR5-Speicher gepaart; das Interface ist 128 Bit breit. Eine Prognose ist schwer zu treffen, dieses Modell dürfte sich in etwa im Bereich einer GeForce GTX 550 Ti bis Radeon HD 7750 bewegen; die neue GT 640 ist langsamer („dank“ DDR3).

### Schwer zu durchschauen

Die GeForce GT 650M ist ein Kepler-Modell, erneut kommt der GK107 zum Einsatz – mit bis zu 850 MHz ist fast so viel Rechenleistung vorhanden wie bei der 660M (Nvidia gibt auf der Webseite bis zu 900 MHz an, die Spezifikationen zum Launch aber lauteten anders). Hinzu kommt wie bei allen Kepler-Modellen ein Turbo-Modus. Dieser ist wie die generellen Taktraten erstens optional und zweitens relativ frei einstellbar – es liegt am jeweiligen Hersteller, welche Fre-

## Nvidias GeForce 600M: Viele umbenannte Fermis und ein wenig Kepler

| GeForce-Modell | Codename       | Strukturbreite | Direct X | ALUs/TMUs/ROPs | Chip-/ALU-Takt (MHz)                 | Speichertakt (MHz)          | Interface (Bit) | Speichertyp                                       |
|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------------------------------|
| GTX 680M       | GK104 (Kepler) | 28 nm          | 11.1     | 1.344/112/32   | 720 (zzg. Turbo)                     | 1.800                       | 256             | GDDR5 (4 GiByte)                                  |
| GTX 675M       | GF114 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 384/64/32      | 620/1.240                            | 1.500                       | 256             | GDDR5 (2 GiByte)                                  |
| GTX 670M       | GF114 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 336/56/24      | 598/1.196                            | 1.500                       | 192             | GDDR5 (1,5 oder 3 GiByte)                         |
| GTX 660M       | GK107 (Kepler) | 28 nm          | 11.1     | 384/32/16      | 835 (zzg. Turbo)                     | 2.000                       | 128             | GDDR5 (2 GiByte)                                  |
| GT 650M        | GK107 (Kepler) | 28 nm          | 11.1     | 384/32/16      | 850 (zzg. Turbo)<br>735 (zzg. Turbo) | 900 (DDR3)<br>2.500 (GDDR5) | 128             | DDR3 (1 oder 2 GiByte)<br>GDDR5 (1 oder 2 GiByte) |
| GT 640M        | GK107 (Kepler) | 28 nm          | 11.1     | 384/32/16      | 625 (zzg. Turbo)                     | 900 (DDR3)<br>2.000 (GDDR5) | 128             | DDR3 (1 oder 2 GiByte)<br>GDDR5 (1 oder 2 GiByte) |
| GT 640M LE     | GF108 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 96/16/4        | bis zu 762/1.524                     | 900 (DDR3)                  | 128             | DDR3 (1 oder 2 GiByte)                            |
|                | GK107 (Kepler) | 28 nm          | 11.1     | 384/32/16      | 500 (zzg. Turbo)                     | 1.800 (GDDR5)               | 128             | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)                           |
| GT 635M        | GF116 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 144/24/24      | bis zu 675/1.250                     | 900                         | 192             | DDR3 (1 oder 2 GiByte)                            |
|                | GF106 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 96/16/4        |                                      |                             |                 |                                                   |
| GT 630M        | GF117 (Fermi)  | 28 nm          | 11.0     | 96/16/4        | bis zu 672                           | 900 (DDR3)                  | 128 (DDR3)      | DDR3 (1 oder 2 GiByte)                            |
|                | GF108 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 96/16/4        | bis zu 800                           | 1.800 (GDDR5)               | 64 (GDDR5)      | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)                           |
| GT 620M        | GF117 (Fermi)  | 28 nm          | 11.0     | 96/16/4        | bis zu 625                           | 900                         | 128             | DDR3 (1 oder 2 GiByte)                            |
| 610M           | GF119 (Fermi)  | 40 nm          | 11.0     | 48/8/4         | bis zu 900                           | 900                         | 64              | DDR3 (1 oder 2 GiByte)                            |

## AMDs Radeon HD 7000: Aktuelle Technik trifft auf diverse Rebrandings

| Radeon-Modell   | Codename                  | Strukturbreite | DX   | ALUs/TMUs/ROPs | Chiptakt (MHz) | Speichertakt (MHz)        | Interface (Bit) | Speichertyp                     |
|-----------------|---------------------------|----------------|------|----------------|----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------|
| HD 7970M        | Wimbledon XT (Pitcairn)   | 28 nm          | 11.1 | 1.280/80/32    | 850            | 2.400                     | 256             | GDDR5 (2 GiByte)                |
| HD 7870M        | Heathrow XT (Cape Verde)  | 28 nm          | 11.1 | 640/40/16      | 800            | 2.000                     | 256             | GDDR5 (2 GiByte)                |
| HD 7850M        | Heathrow Pro (Cape Verde) | 28 nm          | 11.1 | 640/40/16      | 675            | 2.000                     | 256             | GDDR5 (2 GiByte)                |
| HD 7770M        | Chelsea XT (Cape Verde)   | 28 nm          | 11.1 | 512/32/16      | 675            | 2.000                     | 128             | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)         |
| HD 7750M        | Chelsea Pro (Cape Verde)  | 28 nm          | 11.1 | 512/32/16      | 575            | 2.000                     | 128             | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)         |
| HD 7730M        | Chelsea LP (Cape Verde)   | 28 nm          | 11.1 | 512/32/16      | bis zu 675     | 900                       | 128             | GDDR3 (2 GiByte)                |
| HD 7690M        | Whistler XT (Turks)       | 40 nm          | 11.0 | 480/24/8       | 600            | 1.800                     | 128             | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)         |
| HD 7670M        | Whistler Pro (Turks)      | 40 nm          | 11.0 | 480/24/8       | 600            | 900 (DDR3), 1.800 (GDDR5) | 128             | DDR3 oder GDDR5 (1 GiByte)      |
| HD 7660G (iGPU) | Trinity                   | 32 nm          | 11.0 | 384/24/8       | bis zu 686     | 800                       | 128             | DDR3 (abh. vom Arbeitsspeicher) |
| HD 7650M        | Whistler Pro (Turks)      | 40 nm          | 11.0 | 480/24/8       | bis zu 550     | 800                       | 128             | DDR3 (1 GiByte)                 |
| HD 7640G (iGPU) | Trinity                   | 32 nm          | 11.0 | 256/16/8       | bis zu 655     | 800                       | 128             | DDR3 (abh. vom Arbeitsspeicher) |
| HD 7630M        | Whistler LP (Turks)       | 40 nm          | 11.0 | 480/24/8       | 450            | 800                       | 128             | DDR3 (1 GiByte)                 |
| HD 7620G (iGPU) | Trinity                   | 32 nm          | 11.0 | 384/24/8       | bis zu 497     | 667                       | 128             | DDR3 (abh. vom Arbeitsspeicher) |
| HD 7610M        | Whistler LE (Turks)       | 40 nm          | 11.0 | 400/20/8       | 450            | 800                       | 128             | DDR3 (1 GiByte)                 |
| HD 7590M        | Whistler XT (Turks)       | 40 nm          | 11.0 | 480/24/8       | 600            | 1.600                     | 64              | GDDR5 (1 oder 2 GiByte)         |
| HD 7570M        | Whistler Pro (Redwood)    | 40 nm          | 11.0 | 400/20/8       | bis zu 650     | 900 (DDR3), 1.600 (GDDR5) | 64              | 1 GiByte                        |
| HD 7550M        | Whistler Pro (Redwood)    | 40 nm          | 11.0 | 400/20/8       | bis zu 550     | 900 (DDR3), 1.600 (GDDR5) | 64              | 1 GiByte                        |
| HD 7530M        | Whistler LP (Redwood)     | 40 nm          | 11.0 | 400/24/8       | 450            | 900                       | 64              | 1 GiByte DDR3                   |
| HD 7520G (iGPU) | Trinity                   | 32 nm          | 11.0 | 192/12/4       | bis zu 686     | 800                       | 128             | DDR3 (abh. vom Arbeitsspeicher) |
| HD 7510M        | Whistler LE (Redwood)     | 40 nm          | 11.0 | 400/20/8       | 450            | 800                       | 64              | 1 GiByte DDR3                   |
| HD 7500G (iGPU) | Trinity                   | 32 nm          | 11.0 | 256/16/8       | bis zu 424     | 667                       | 128             | DDR3 (abh. vom Arbeitsspeicher) |
| HD 7490M        | Seymour XTX (Caicos)      | 40 nm          | 11.0 | 160/8/4        | 800            | 1.900                     | 64              | 1 GiByte GDDR5                  |
| HD 7470M        | Seymour XT (Caicos)       | 40 nm          | 11.0 | 160/8/4        | bis zu 800     | 900 (DDR3), 1.600 (GDDR5) | 64              | 1 GiByte                        |
| HD 7450M        | Seymour Pro (Caicos)      | 40 nm          | 11.0 | 160/8/4        | 700            | 900 (DDR3), 1.600 (GDDR5) | 64              | 1 GiByte                        |
| HD 7430M        | Seymour Pro (Caicos)      | 40 nm          | 11.0 | 160/8/4        | 600            | 900                       | 64              | 1 GiByte DDR3                   |

quenzen er fahren möchte. Hier hilft es meist nur, GPU-Z auf dem jeweiligen Gerät zu starten und die Daten der verbauten Grafikeinheit damit auszulesen.

Kurioserweise spricht Nvidia zudem von GDDR5-Speicher und bis zu 80 GB/s, was in 2.500 MHz resultiert. Damit wäre eine GTX 650M schneller als die 660M! In der Praxis wird aber zumeist ein niedrigerer Chiptakt gefahren und lahmere DDR3-Speicher eingesetzt, hier sollten Sie also bei einem Kauf ganz genau hinschauen und am besten

GPU-Z auf dem Notebook starten. Die GT 640M kommt auf nur bis zu 625 MHz Chiptakt, die Leistung liegt je nach Speicher (DDR3 oder GDDR5) teils deutlich unter einer GT 640 für Desktop-PCs.

Völlig verrückt ist die GT 640M LE, hier dürfen die Hersteller munter einen GF108 (Fermi) oder GK107 (Kepler) mit DDR3 oder GDDR5 sowie variierenden Frequenzen kombinieren – wir bewegen uns hier irgendwo oberhalb einer lahmen GT 440. Auch die GT 635M und 630M (beides Rebrandings

## Crysis Warhead: HD 7970M klar in Front

### PCGH-Benchmark „From Hell's Heart“ – 720p, kein AA/AF, Enthusiast (DX10)

|                  |      |
|------------------|------|
| Radeon HD 7970M  | 55,0 |
| GeForce GTX 675M | 46,1 |
| GeForce GTX 580M | 45,8 |
| Radeon HD 6970M  | 39,2 |
| GeForce GTX 670M | 38,5 |
| GeForce GTX 570M | 33,6 |
| GeForce GT 650M  | 28,9 |
| GeForce GTX 560M | 28,4 |
| GeForce GT 540M  | 15,4 |

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

**System:** Unterschiedliche Notebooks; Win 7 x64 SP1 **Bemerkungen:** Beachten Sie bitte, dass die GPUs auf verschiedenen Plattformen und Treiberversionen getestet wurden. Da Warhead aber GPU-limitiert ist, sind diese Werte für eine Leistungseinschätzung geeignet.

Ø Fps  
➤ Besser



Das Asus-Ultrabook UX32VD bietet eine GT 620M, Acers Aspire Timeline Ultra M3 setzt gar auf die schnellere GT 640M.



Eine schnelle mobile Grafiklösung sind Steckkarten in MXM-Bauweise (Mobile PCI Express Module); sie benötigen bis zu 100 Watt. Im Bild ist eine GTX 570M zu sehen.

| TechPowerUp GPU-Z 0.6.2 |                        |                  |                          |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|
| Graphics Card           |                        |                  |                          |
| Name                    | NVIDIA GeForce GT 650M |                  |                          |
| GPU                     | GK107                  | Revision         | A2                       |
| Technology              | 28 nm                  | Die Size         | Unknown                  |
| Release Date            | Mar 22, 2012           | Transistors      | Unknown                  |
| BIOS Version            | 80.07.14.00.a6         |                  |                          |
| Device ID               | 10DE-0FD1              | Subvendor        | CLEVO/KAPOK (1558)       |
| ROPs                    | 16                     | Bus Interface    | PCI-E 3.0 x16 @ x8 3.0 ? |
| Shaders                 | 384 Unified            | DirectX Support  | 11.1 / SM5.0             |
| Pixel Fillrate          | 13.4 GPixel/s          | Texture Fillrate | 26.7 GTexel/s            |
| Memory Type             | DDR3                   | Bus Width        | 128 Bit                  |
| Memory Size             | 2048 MB                | Bandwidth        | 28.8 GB/s                |

Die Geforce GT 650M wird gerne in der günstigeren Version mit lahmem DDR3 verbaut, dafür ist als Ausgleich der Chiptakt deutlich höher als beim GDDR5-Pendant.

der 500M-) nutzen eine von zwei GPUs, hier jedoch durchweg Fermi-basiert. Die Leistung geht in Richtung der GT 440 DDR3, nach unten hin runden die GT 620M und der Präfix-lose Rebrand 610M das Portfolio ab – greifen Sie hier zu einer integrierten Intel- oder AMD-GPU.

Das komplette 600M-Portfolio ist überdies Optimus-fähig, das bedeutet, die Geforce wird etwa im Office-Betrieb oder der Video-Wiedergabe automatisch deaktiviert – das spart Strom, muss aber vom Hersteller implementiert werden.

### AMDs HD-7000-Reihe

Das 7970M-Flaggschiff basiert entgegen seinem Namen auf einem vollwertigen Pitcairn-Chip mit aktueller GCN-Architektur und liegt gleichauf mit der GTX 680M – dies entspricht einer leicht untertakten HD 7870, es fehlen nur gute zehn Prozent. Die HD 7870M und HD 7850M folgen erst mit großem Abstand, da AMD hier einen Cape Verde (Vollausbau) einsetzt, bekannt von der HD 7770/7750. Erneut leidet der Chiptakt (bis zu 800 MHz), weswegen sich beide Karten im Bereich zwischen den genannten Desktop-Modellen einsortieren – sparsam, aber flott. Der Nvidia-Gegner in diesem Segment ist die GT 660M, wenngleich mit Vorteil für die Radeons.

Bei der HD 7770M/7750M vertraut AMD weiterhin auf den Cape Verde, reduziert die Shader-Einheiten aber von 640 auf 512 und senkt den Chiptakt auf 575 bis 675 MHz; dafür ist in dieser Klasse wie gehabt nur GDDR5-Speicher verbaut. Die Leistung liegt auf Höhe der GT 650M, als Desktop-Vergleich sei hier die Radeon HD 6750 genannt. Die HD 7730M bietet die Rechenleistung der HD 7770M, „dank“ GDDR3-Speicher aber nur die halbierte Datentransfer-Rate; das macht die Leistungseinschätzung schwer.

### Altes neu aufgelegt

Die HD 7690M ist die erste und zugleich schnellste Karte auf Basis der älteren Turks-Technik sowie des 40-nm-Verfahrens. Die HD 7690M ist somit nichts weiter als eine umbenannte HD 6770M – ergo entspricht sie einer untertakten HD 6670. Für die Radeon HD 7670M gilt das Gleiche, allerdings darf hier optional langsamer DDR3-Speicher eingesetzt werden, welcher die Leistung drastisch senkt.

Die HD 7650M und HD 7630M bieten zwar die vollen 480 Shader-Einheiten (von der HD 7310M sollten Sie die Finger lassen), aber wenig Chiptakt und nur DDR3 – das reicht, um mit der GT 640M zu konkurrieren; unter der Haube steckt die bekannte HD 6650M/6630M.

### HD 7500M und HD 7400M

Beginnend bei der HD 7590M bis hinab zur HD 7510M kommt der Redwood-Chip zum Einsatz. Das Flaggschiff ist GPU-seitig so flott wie eine HD 7670M GDDR5, muss aber mit einem auf 64 Bit halbierten Interface auskommen – das bremst gewaltig. Diese Einschränkung betrifft auch die komplette 7400M-Serie, zudem sind hier maximal 160 Shader-Einheiten verbaut. Diese Caicos-basierten Modelle sind damit langsamer als eine HD 6450 und somit bei einem Neukauf nicht zu empfehlen – auch hier gilt, dass eine in der CPU integrierte Intel- oder AMD-Lösung zumeist die bessere Wahl darstellt.

Das Pendant zu Optimus ist Enduro (einst „Dynamic Switchable Graphics“), das recht gut funktioniert – die Software-Erkennung gelingt Nvidia jedoch besser. Unter Open GL strauchelt der Catalyst-Treiber wie gehabt, hier kommt daher die interne Grafikeinheit zum Einsatz – derartige Spiele sind jedoch selten.

### Trinity-Integration

Eine Sonderstellung haben die HD 7660G, die HD 7640G, die HD 7620G, die HD 7520G und die HD 7500G: Sie alle sind Teil eines Trinity-Prozessors und bieten chipseitig eine durchaus attraktive Leistung. Wenn der Hersteller aber lahm DDR3-Speicher oder nur ein statt zwei Module einsetzt, leidet die Performance extrem – kaufen Sie zur Not noch einen Riegel. (ms)

### Fazit



#### Mobiler GPU-Dschungel

Während die Flaggschiffe klar spezifiziert sind und sich gute Desktop-Vergleiche finden, wird es im Mittelfeld „dank“ unterschiedlicher Chips und Speichervarianten bereits schwierig, den Durchblick zu behalten. Die langsamen Modelle sind oft umbenannte Vorgänger und in einigen Fällen gar lahm als eine Intel HD 4000 oder eine Trinity-Grafikeinheit. Informieren Sie sich daher vorab detailliert über den Chip in Ihrem Wunsch-Notebook.

# WERBUNG



# Peripherie

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



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

## Kommentar

**Die Maushersteller drehen die Dpi-Schraube weiter nach oben. Doch was hat der Spieler davon?**

Bis vor ein paar Wochen war bei der Abstimmung per Laser die 6.000-Dpi-Marke noch das Maß aller Dinge, doch diese Grenze ist seit Kurzem gefallen. CM Storm macht mit der Sentinel Advanced II den Anfang und Logitech sowie Roccat ziehen mit der G600 MMO Gaming Mouse respektive mit der auf der Computex 2012 präsentierten Kone XTD nach. Die Hersteller werfen neue Mäuse auf den Markt, deren Laser, wie zum Beispiel der Avago ADNS 9800 (CM Storm) oder der Pro Aim R3 (Roccat) mit 8.200 Dpi abstastet. Dabei soll nicht nur die Präzision im Vergleich mit den gängigen 6.000-Dpi-Lasersensoren (z. B. Avago ADNS 9500 oder ADNS-6000-Reihe) nochmals verbessert worden sein, man verspricht auch eine durch die genauere Abstimmung bedingte minimale Lift-Off-Entfernung (LOD). Auf dem Papier sind das tolle Innovationen, mit denen man das Produkt natürlich bestens bewerben kann, aber braucht der Spieler wirklich eine Abtastrate von 8.200 Dpi?

Meine eigene Erfahrung als Maustester hat gezeigt, dass schon ein Nager, der präzise mit 6.000 Dpi abstastet, nur noch mit Mühen zu kontrollieren ist. Fragt man E-Sportler nach ihrer bevorzugten Abtastrate, geben viele maximal 2.000 Dpi an. Mittlerweile wechseln viele Spieler sogar auf eine optische Abtastung, da bei Laser-Sensoren Hardware-Tricks wie Acceleration oder Angle Snapping zum Einsatz kommen. Warum beschleicht mich das Gefühl, das hier mit Features geprotzt wird, für die der Nutzer eigentlich gar keinen Bedarf hat und die mehr marketing-als praxistauglich sind. Sehe ich das etwa zu kritisch?



## Logitech G600 MMO Gaming Maus

Das von Logitech speziell für den MMO-Einsatz konzipierte Eingabegerät tastet mit sehr hohen 8.200 Dpi ab. Damit MMO-Spieler die linke Hand für die WASD-Tasten frei haben, besitzt die G600 MMO Gaming Mouse 20 individuell konfigurierbare Tasten. Zwölf davon sind Daumentasten, die so geformt und positioniert sind, dass sie problemlos auch blind betätigt werden können. Zur weiteren Ausstattung der ab Juli 2012 verfügbaren Maus (ca. 80 Euro) gehören eine Beleuchtung, ein Profilspeicher, eine Makrofunktion sowie die G-Shift-Funktion für die Doppelbelegung der Tasten.

Bilder: Logitech



## Soundblaster AXX SBX 20 ausprobiert

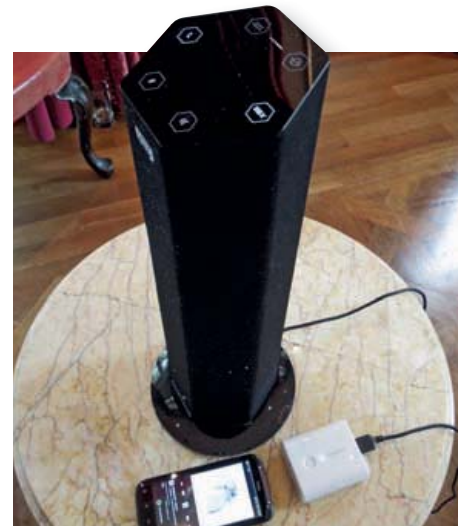
**Bei der Soundblaster-Axx-Reihe handelt es sich um Bluetooth-/USB-/Klinke-Lautsprecher mit Quadcore-Chip und integrierten Mikrofonen.**

werden oder nur Personen zu hören sind, die sich direkt vom dem Lautsprecher befinden.

Creative bietet mit der neuen Soundblaster-Axx-Reihe ab Juli oder August drei Modelle an: Die günstigste Variante SBX 8 kostet rund 100 Euro. Sie lässt sich per USB oder Klinke-Stecker mit PCs/Notebooks verbinden und kann über die Soft-Touch-Buttons an der Oberseite bedient werden. Das größere Modell SBX 10 für 150 Euro verfügt zusätzlich über Bluetooth-Unterstützung, bessere Lautsprecher und ein Mikrofon-Array anstelle eines einzelnen Mikros. Das Topmodell SBX 20 (200 Euro) ist noch etwas höher. Ansonsten unterscheidet es sich nur durch die größeren Lautsprecher vom SBX 10.

Alle drei Modelle verfügen über den Quadcore-Chip SBAXX-1. Dieser sorgt dafür, dass der Musikklang in Echtzeit bearbeitet wird. Dank Bluetooth-Unterstützung können Sie den SBX 10 und den SBX 20 zudem mit Ihrem Smartphone koppeln und über die im Lautsprecher integrierten Mikrofone Voice-Activated Apps nutzen (Siri, Google Talk etc.) oder Skype-Gespräche führen. Der Quadcore-Chip sorgt dafür, dass beispielsweise Hintergrundgeräusche herausgefiltert

Beim ersten Probegören klang der SBX-20 ordentlich, lediglich der Tieftontpart war bauartbedingt etwas schwach. Allerdings handelt es sich auch nicht um ein Hifi-Produkt, sondern eine gute Smartphone-Ergänzung daheim. (dm)



# 27 Zoll, 120 Hertz und nur 340 Euro

Iiyama bietet mit dem Prolite G2773HS ein 27-Zoll-LCD mit 120-Hertz-Technik sowie einer Millisekunde Reaktionszeit für nur 340 Euro an.

Das Iiyama Prolite G2773HS arbeitet mit einem schnellen TN-Panel, dass laut Hersteller 1 Millisekunde Reaktionszeit erreicht. Im PCGH-Farbkombinationstest messen wir sehr gute 13 Millisekunden. Dabei ist die Overdrive-Schaltung auf maximal eingestellt, sodass auch eine deutliche Korona-Bildung zu sehen ist. Mit der mittleren Einstellung des Overdrives messen wir immer noch gute 17 Millisekunden bei deutlich weniger Korona-Effekten. Der Inputlag liegt bei 11 Millisekunden – praktisch nicht wahrnehmbar. Für die Messungen haben wir den Bildschirm mit 120 Hertz betrieben. Im subjektiven Spieleauglichkeitstest zeigt das 27-Zoll-LCD seine Stärken: Alle Spiele sind völlig schlierenfrei spielbar. Das hohe statische Kontrastverhältnis von 1.015:1 verstärkt zudem die sehr gute Darstellung von Spielen.

Patzer leistet sich das Display bei der Farbbrillanz und bei der Interpolation sowie der Helligkeitsverteilung (Abweichung bis zu 17 Prozent). Die Darstellung von Auflösungen unterhalb der nativen von 1.920 x 1.080 sind nur befriedigend und das LCD erkennt nicht automatisch das richtige Seitenverhältnis. Dies müssen Sie immer im OSD einstellen. Mit dem Rechner verbinden Sie das Display per DVI-D, HDMI oder D-Sub. Wir emp-

fehlen DVI, da Sie sonst die 120 Hertz Bildwiederholfrequenz nicht nutzen können. Ein entsprechendes Duallink-DVI-Kabel ist im Lieferumfang des Prolite G2773HS enthalten. Durch die eingesetzte TN-Technik ist der Einblickwinkel horizontal und vertikal auf 160 Grad begrenzt. (ma)



## Prolite G2773HS

**FAZIT:** Das Iiyama Prolite G2773HS ist im Vergleich zu anderen 27-Zoll-120-Hertz-LCDs wie Samsungs Syncmaster T27A750, Philips 273G3DHSB oder Acers HN274Hbmiid 40 bis 100 Euro günstiger und bietet trotzdem eine sehr ordentliche Leistung.

Hersteller: **Iiyama**

Web: **www.iiyama.de**

Preis: **Ca. € 340,-** | Preis-Leistung: **Sehr gut**

|                              |               |             |
|------------------------------|---------------|-------------|
| ➢ Overdrive-Regler           | Ausstattung   | <b>1,93</b> |
| ➢ Voll spieleauglich         | Eigenschaften | <b>2,30</b> |
| ➢ Farbbrillanz/Interpolation | Leistung      | <b>1,95</b> |
| <b>WERTUNG</b>               |               | <b>2,01</b> |



www.pcgameshardware.de/hardware



## CM Storm Sentinel Advanced II

CM Storm präsentiert die neue Variante der Sentinel-Spielermaus – mit bewährter Ausstattung und neuem Sensor mit bis zu 8.200 Dpi Abtastrate.

Die Sentinel Advanced II ist aktuell die einzige Spielermaus auf dem Markt, die mit bis zu 8.200 Dpi abtastet. Ermöglicht wird die hohe Empfindlichkeit durch den neuen ADNS-9800-Laser-Sensor. Dank der modernen Avago-Abtasttechnik soll auch die Lift-Off-Entfernung (LOD) bei der CM-Storm-Maus besonders gering ausfallen. Ob Low-Sense-Spieler das Gerät wirklich optimal umsetzen können, ohne dass der Mauszeiger verspringt, und ob die Maus bei einer Abtastung von 8.200 Dpi noch gut kontrollierbar bleibt, wird der Test in der Ausgabe 09/2012 zeigen. (fs)

## Cougar Attack: mechanisches Debüt

Der Netzteil- und Gehäuse-Hersteller Cougar steigt in den Peripheriemarkt ein und stellt mit Attack die erste mechanische Tastatur vor.

Statt in der Tastatursparte mit einem Mittelklasse-Mainstream-Produkt zu debütieren, präsentiert Cougar mit dem mechanischen Attack-Gaming-Keyboards gleich ein High-End-Eingabegerät. Für die sehr hohe Wertigkeit sorgen zuerst einmal die bei allen (!) Tasten zum Einsatz kommenden Cherry-MX-Schalter. Diese werden laut Hersteller in den Varianten respektive Farben Blau, Braun, Schwarz und Rot angeboten. Somit stehen sowohl lineare als auch taktile (mit und ohne Klick) Schaltertypen zur Verfügung.

Auch die weitere Ausstattung kann sich sehen lassen: Für Makro-Programmierung inklusive Direktaufzeichnungsfunktion stehen acht Tasten bereit, über dem Zahlenblock befinden sich vier zusätzliche Pendants mit Multimedia-Funktionen. Die LED-Beleuchtung für jede Taste kann sowohl in den Farben Weiß, Schwarz, Blau und Rot angepasst als auch komplett abgeschaltet werden. Vier gummierte Füße versprechen eine optimale Rutschfestigkeit und das mit einem vergoldeten USB-Stecker versehene Kabel ist abnehmbar.

Ebenfalls mit im Paket sind vier orange Tastenaufsätze für die WASD-Tasten. Eine Handballenablage bietet das Cougar Attack allerdings nicht, das kann sich negativ auf die Ergonomie auswirken. Im Gegenzug behält Cougar beim Attack das Standard-MF-Tastenlayout und packt die M-Tasten in eine zusätzlich Reihe oberhalb der F-Tasten. Das ist vorbildlich, denn bei anderen Geräten befinden sich die Makrotasten oft am linken Rand neben dem Tastfeld. Hier besteht Gefahr, diese unbewusst anstelle der Strg-Taste zu drücken. (fs)





## Surround-Sound am Headset und am Lautsprechersystem im Test

**Wird das Thema „Headset gegen Lautsprechersystem“ aufgegriffen, flammen immer wieder heftige Diskussionen auf. Zu Recht? Wir vergleichen beide Wiedergabemöglichkeiten in der Praxis.**

Viele der Argumente für oder gegen das eine oder andere Ausgabegerät spiegeln leider oft nur Halbwissen wider. Sei es wegen der Psychoakustik, die dem Hörer ohne Möglichkeit zum Direktvergleich einen Streich spielt, oder schlichtweg aufgrund fehlender Informationen. Mit unserem Praxisvergleich, in dem drei Headsets mit unterschiedlicher Raumklang-Simulation gegen ein Lautsprechersystem antreten, möchten wir Licht in den Meinungs-Dschungel bringen und überprüfen, welche Technologie am Ende die Nase vorn hat.

### Die Kandidaten

Bei der Wahl der Testkandidaten versuchen wir, möglichst jede Sparte abzudecken. Daher haben wir uns für die Kategorien Funkheadsets (siehe dazu auch PCGH 04/2012), Stereo-Headsets und Surround-Headsets entschieden. Vertreten werden die jeweiligen

Produktklassen durch das Corsair Vengeance 2000, das Sennheiser PC360 Game und das Razer Tiamat Elite 7.1. Beim Vergleich der Wiedergabemethode per Lautsprechersystem kommt das Teufel Concept E300 zum Einsatz, da es eine relativ hohe Verbreitung in seinem Preissegment genießt. Eine Asus Xonar Essence ST samt Zusatzboard H6 sorgt für eine angemessene Ausgabequalität.

Betrachtet man die Besonderheiten der Geräte, fällt dabei als Erstes das Razer Tiamat auf. Das futuristisch gestaltete Headset wird in einer schicken Verpackung geliefert und ermöglicht dank seiner durchsichtigen Abdeckung einen direkten Blick auf die einzelnen Chassis. Bedient wird das leichte Gerät per Kabelfernbedienung für den Schreibtisch, die per USB mit Strom versorgt wird. Eine Lautstärkeanpassung ist für jeden der vier

Einzelkanäle, die Mikrofonlautstärke und die Gesamtlautstärke ebenfalls möglich. Mit an Bord ist eine Umschaltung zwischen dem Stereo- und dem Mehrkanalmodus, der bereits bei Stereomaterial eine deutliche Klangveränderung bewirkt (mehr dazu später). Im Vergleich dazu wirkt das Corsair Vengeance 2000 mit seinen Hochglanzapplikationen, die zwar wie der Rest vom Headset aus Plastik bestehen, aber auf den ersten Blick hochwertig aussehen, geradezu schlicht. An der linken Hörmuschel befindet sich ein Taster zur Inbetriebnahme, ein Lautstärkeregel sowie das Mikrofon. Blaue Akzente an den Hörmuscheln lockern das Design etwas auf.

Bei dem von uns bereits in der Ausgabe 12/2010 getesteten Stereo-Headset Sennheiser PC360 Game (Wertung: 1,53) liegt der Schwerpunkt nicht auf der räumlichen

Darstellung, sondern auf einem feinen Klang. Doch auch ohne mehrere Lautsprecher oder virtuellen Raumklang kann sich ein Headset gut für die akustische Ortung in Spielen eignen. Optisch lässt sich das PC360 nur durch das zusätzlich angebrachte Mikrofon von Sennheisers anderen Kopfhörermodellen unterscheiden. Als einziges Bedienelement sitzt ein Lautstärkeregel in der rechten Hörmuschel.

Die Kategorie Lautsprecher wird von dem Teufel Concept E300 vertreten. Das 5.1-System haben wir bereits in Ausgabe 09/2010 getestet. Es erreichte mit den damaligen Wertungskriterien die Note 1,61.

### Surround-Simulation

Damit die dreidimensionale Geräuschkulisse auch wirklichkeitsgetreu wiedergegeben wird, nutzen die Testkandidaten verschiedene Techniken. Das einzige Headset

## Gute Alternative: Kopfhörer und Mikrofon

Der Mythos, dass eine Kombination aus Kopfhörer und separatem Mikrofon automatisch ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis bietet als ein Headset vergleichbaren Wertes, hält sich hartnäckig. Verallgemeinern sollte man dies nicht, ein Preisvergleich lohnt jedoch oft. Besonders interessante Kandidaten wären beispielsweise der Superlux HD681 oder, wenn es etwas hochwertiger sein darf, der Beyerdynamic DT880Pro (siehe Kasten: Alternativen zum Testfeld) – jeweils kombiniert mit einem Ansteckmikrofon oder Tischmikrofon. Nach Geschmack des Anwenders lässt sich auch der eine oder andere Euro bei vergleichbarer oder gar höherer Qualität sparen. Von überbeurteilten Bastlerlösungen wie dem sogenannten „Modmic“, das gerne auf Internetplattformen propagiert wird, sollten Sie zugunsten der Qualität absehen.



im Feld, welches wirklich mehrere Schallquellen in seinen Hörmuscheln vereint, ist das Razer Tiamat. Das Corsair Vengeance 2000 wird zwar ebenfalls als 7.1-Headset beworben, setzt aber wie das Stereoheadset Sennheiser PC360 Game auf nur zwei herkömmliche 50-mm-Chassis. Wie kann hier also von Surround gesprochen werden? Mithilfe aufwendiger Befehlsabfolgen wird per Software ein räumliches Klangbild erschaffen. Diese Simulation stützt sich auf das HRTF-Prinzip: Die Head-Related Transfer Function (kurz HRTF) wird durch die Form unseres Außenohrs in Kombination mit dem Schallweg innerhalb des Ohrs möglich. Diese vorgegebene Schallführung wirkt filternd auf minimale Pegelunterschiede innerhalb der Schallwellen, die unseren Kopf erreichen, und ermöglicht so im Normalfall eine sehr genaue Ortung.

Werden diese Differenzen künstlich erzeugt, muss eine exakte Reproduktion dieses Phänomens erfolgen – je nach Sorgfältigkeit der Umsetzung schwankt die Qualität allerdings beträchtlich. Nicht ganz so umfangreich in ihrer Funktion ist die Methode der räumlichen Abbildung mithilfe von Laufzeitunterschieden zwischen dem linken und dem rechten Ohr. Dabei wird hauptsächlich die Information wahrgenommen, auf welcher Position der Bühne ein Schallereignis stattfindet. Unter Umständen kann sogar schon eine Differenz im Bereich des geringen Millisekundenbereichs, angewendet auf die linke Hörmuschel eines Kopfhörers, das Ereignis auf die rechte Seite der imaginären Bühne verschieben. Das menschliche Gehirn interpretiert diesen Unterschied und setzt ihn in genau diesen beschriebenen Effekt um. Oftmals wird diese Stra-

tegie erfolgreich beim Abmischen von Musik genutzt, woran man erkennt, wie gut diese Technik funktionieren kann. Abschließend stellt sich natürlich die Frage, welches Prinzip für Spieler besser geeignet ist. Um das herauszufinden, nutzen wir neben unseren üblichen Musikstücken *Crysis 2* zur Beurteilung der räumlichen Abbildung.

### Sennheiser PC360 Game

Eins vorweg: Das simple und unauffällige Headset macht auch im erneuten Vergleich mit dem Corsair Vengeance 2000 und dem Razer Tiamat eine hervorragende Figur. Es besitzt eine sehr gute Abstimmung mit angehobenem Tieftönen und leicht dominierenden Höhen. Durch den dennoch nicht unterrepräsentierten Mitteltonbereich stellt sich aber kein stark störender Badewanneneffekt (dumpler Hall) ein. In puncto Detailauflösung macht dem Sennheiser keiner der anderen Testkandidaten etwas vor. Kleinere Nebengeräusche werden zwar nicht auf Referenzniveau herausgearbeitet; um einen Gegner beim Anschleichen orten zu können, reicht die Qualität aber sehr gut aus. Außerdem garantiert die Abstimmung des Geräts ein akustisch nahezu ermüdungsfreies Spielvergnügen. Dazu trägt auch der gute Tragekomfort bei, denn dank seines geringen Gewichts und des stimmigen Anpressdrucks spüren Sie das PC360 Game kaum auf Ihrem Kopf. Das Mikrofon kann das hohe Qualitätsniveau der Wiedergabeabteilung des Headsets beibehalten und sorgt für eine gute Sprachverständlichkeit in vielen Situationen. Des Weiteren baut das Headset mithilfe der Asus Xonar Essence ST im Spiel eine sehr gute Räumlichkeit auf, sodass der Spieler die Position der Geräuschquelle optimal orten kann.

## Problemreport aus dem Testlabor

Die Klangqualität des Razer Tiamat gibt Anlass zur Kritik. Je nach wiedergegebenem Stück, ja sogar innerhalb eines Tracks, variiert die Wiedergabequalität zum Teil beachtlich. Besonders fällt die stark schwankende Lautstärke und die Qualität von Stimmen im Stereomodus auf. Der Gesang in „Leider Geil“ von Deichkind wird gar nahezu unverständlich. Zum jetzigen Zeitpunkt besitzen wir keinerlei Informationen über mögliche Ursachen. Die etwas zu feinfühlig agierenden Bedienelemente auf der Kabelfernbedienung hingegen sind zwar nervig, beeinträchtigen die Qualität aber nicht. Beim Corsair Vengeance 2000 stört ein wenig die scheinbar nicht vorhandene Abschaltfunktion bei Nichtbenutzung. Auch nach einer Stunde ohne Signal wird Bereitschaft über die blinkende LED am Headset angezeigt.



## Alternativen zum Testfeld

### Beyerdynamic DT 880 Pro

Eine hochwertige Alternative innerhalb der gehobenen Preiskategorie stellt der Beyerdynamic DT880 Pro dar. Das Gerät vermag durch eine lineare Abstimmung und gute Verarbeitungsqualität zu überzeugen und lässt sich bei Direktbestellung über den Beyerdynamic-Shop individualisieren. Qualitativ spielt das DT880-Pro-Headset über dem bereits von uns getesteten MMX300.



€230,-



### Superlux HD681

Das HD681 des Herstellers Superlux ist mit einem Straßenpreis von knapp 20 Euro günstiger als viele Einsteigerheadsets. Diesen Umstand merkt man ihm beim Hören aber nicht an, vielmehr klingt das Headset erwachsen mit solider Wiedergabequalität. Im Vergleich mit hochwertigeren Alternativen muss es meist zurückstecken, kann aber auch einigen Kandidaten Paroli bieten.

## Pro/Contra: Headset versus Boxensystem

### Headset ...

- + ... Abschirmung vor Außengeräuschen
- + ... Mikrofon integriert
- + ... Keine negativen Raumeinflüsse
- ... Problem der warmen Ohren nach längerer Tragezeit (je nach Modell)
- ... Direkte Einwirkung auf das Ohr, daher höhere Gefahr der Schädigung
- ... Nicht immer ideales Preis-Leistungs-Verhältnis



### Boxensystem ...

- + ... Flexibilität
- + ... Ohren werden nicht bedeckt
- + ... Mithören ist möglich
- ... Gefahr der Belästigung durch tiefe Frequenzen
- ... Aufwand beim Aufbau
- ... Platzbedarf



## Corsair Vengeance 2000

Das Vengeance 2000 ordnet sich mit knappem Wertungsabstand hinter dem PC360 Game von Sennheiser ein. Corsair stieg zwar erst vor kurzer Zeit mit dem SP2500 und SP2200 in den Audiomarkt ein und hat daher wenig Erfahrung, dennoch bietet das Vengeance 2000 eine qualitative Leistung, die sich vor den Großen der Branche nicht verstecken muss. Die Feinzeichnung ist zwar über den gesamten Frequenzbereich nicht mit dem PC360 vergleichbar, kommt stellenweise aber dicht heran. Lediglich die Ausgeglichenheit fällt negativ auf: Wie bei bereits getesteten (Funk-)Headsets offenbart sich hier ebenfalls eine auffällige Bassanhebung, die bei Musik in manchen Fällen für mehr Fundament sorgt, als es der Hörer bevorzugt. Die Stimmwiedergabe fällt gut aus, ebenso wie die Aufnahmequalität des Mikrofons. Im Hochtonbereich kann das Vengeance 2000 im Vergleich zum Tiamat zwar punkten, ein leichter Schleier verhindert jedoch eine höhere Wertung. Die

Räumlichkeit ist gut, es kommt ein realistisches Mittendrin-Gefühl auf.

## Razer Tiamat Elite 7.1

So viel Freude wie beim Musikhören mit den anderen beiden Headsets kommt beim Test des Razer Tiamat leider nicht auf: Ein stark aufgeblähter Bassbereich schließt an einen wahrnehmbar verwaschenen Mitteltonbereich an, das kommt der Stimmwiedergabe nicht zugute. Impulse beim Tieftönen werden teils verschluckt und dringen gedämpft zum Hörer vor. Der Hochtonbereich ist zwar vorhanden, wirkt aber recht dumpf und undefiniert. Das mit je fünf Lautsprechern pro Hörmuschel bestückte Razer Tiamat Elite 7.1 ist das einzige reinrassige Surround-Headset im Testfeld, was auch deutlich wird: Die räumlichen Ereignisse sind in einigen Situationen besser zu orten – in anderen Fällen punkten hier jedoch wieder die Konkurrenten, da das Tiamat die entscheidenden Geräusche (Kleinsignale), die im Spiel abgebildet werden müssen, gar nicht in dem geforderten Umfang wieder-

geben kann. Leider bestätigt sich hier zumindest das Gerücht, dass Gamerprodukte nicht immer das beste Preis-Leistungs-Verhältnis bieten. Die räumliche Ortung lässt sich hier allerdings verbessern, wenn Sie die Basslautstärke manuell reduzieren. Schließlich kann das menschliche Gehör kaum wahrnehmen, aus welcher Richtung besonders tiefe Geräusche stammen, daher stören diese beim ambitionierten Spielen.

## Teufel Concept E300

Sehr gute Klangeigenschaften bescheinigten wir dem Teufel Concept E300 schon in der Marktübersicht der Ausgabe 09/2010. Daher gehen wir hier nur auf die Unterschiede in der räumlichen Abbildung im Vergleich zu den Headsets ein. Lässt es das Zimmer zu, die Lautsprecher korrekt in einem Kreis um den Hörer herum aufzustellen, und werden die Schallwellen nicht von störenden, reflektierenden Flächen abgelenkt, baut das Teufel-System einen realistischen Klangraum auf. Aufgrund des auch körperlich spürbaren Tieftons tauchen viele

Spieler so tief in das Geschehen ein. Ein gutes Beispiel dafür ist die Anfangssequenz von *Crysis 2* (Retung aus dem leckgeschlagenen U-Boot). Der Nachteil: Besonders nachbarschaftsfreundlich sind solche tieffrequenten Ausflüge nicht. Da bleibt nichts anderes übrig, als zum Headset zu greifen, zumal das hier angetretene Sennheiser PC360 Game keine Nebengeräusche besser darstellt. (dr)

## Fazit

## Hardware

### 3D-Sound: Headset vs. Lautsprecher

Nicht alles, was als Gamerprodukt beworben wird, muss auch automatisch Bestleistungen in diesem Anwendungsbereich abliefern. Die Frage, ob ein Headset oder doch eher ein Lautsprechersystem eine bessere Akustik bei Spielen abliefern, bleibt dem persönlichen Geschmack überlassen. Der Profi, der auch zu nachtschlafender Zeit seinen virtuellen Helden durch diverse Schlachten manövriert, wird dennoch eher zum hochwertigen Headset greifen als zum Lautsprechersystem.

| EMPFEHLENSWERTE HEADSETS UND LAUTSPRECHER                     |                                                                                                                                | Test in PCGH 12/2010                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           | Test in PCGH 09/2010                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
| <b>Produkt</b>                                                | Vengeance 2000                                                                                                                 | Tiamat Elite 7.1                                                                                                                                                             | PC360 Game                                                                                                                                | Concept E300                                                                                                                                 |
| <b>Hersteller</b>                                             | Corsair (www.corsair.com/de)                                                                                                   | Razer (www.razerzone.com)                                                                                                                                                    | Sennheiser (www.sennheiser.com)                                                                                                           | Teufel (www.teufel.de)                                                                                                                       |
| <b>Preis</b>                                                  | Ca. € 120,-                                                                                                                    | Ca. € 180,-                                                                                                                                                                  | Ca. € 140,-                                                                                                                               | Ca. € 300,-                                                                                                                                  |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                    | www.pcgh.de/preis/769755                                                                                                       | www.pcgh.de/preis/777348                                                                                                                                                     | www.pcgh.de/preis/540263                                                                                                                  | Ausschließlich bei www.teufel.de erhältlich                                                                                                  |
| <b>Art</b>                                                    | Kabelloses Headset                                                                                                             | Kabelgebundenes Headset                                                                                                                                                      | Kabelgebundenes Headset                                                                                                                   | Kabelgebundene Lautsprecher                                                                                                                  |
| <b>Raumklang</b>                                              | Virtueller Raumklang                                                                                                           | Insgesamt zehn Lautsprecher                                                                                                                                                  | Guter Stereoklang                                                                                                                         | Fünf Satelliten und Subwoofer                                                                                                                |
| <b>Mikrofontyp</b>                                            | Kondensator, Nierencharakteristik                                                                                              | Kondensator, Kugelcharakteristik                                                                                                                                             | Kondensator, Nierencharakteristik                                                                                                         | Kein Mikrofon                                                                                                                                |
| <b>Ausstattung</b>                                            |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
| <b>Konnektivität</b>                                          | 2,4-GHz-USB-Modul in Stickform                                                                                                 | 5x 3,5-mm-Klinkenstecker, USB zur Stromversorgung, Durchschleifoption für Lautsprecher                                                                                       | 2x 3,5-mm-Klinkenstecker                                                                                                                  | 6x Cinchbuchse                                                                                                                               |
| <b>Zubehör</b>                                                | USB-Verlängerungskabel, Ladekabel                                                                                              | Kabelfernbedienung für den Schreibtisch                                                                                                                                      | Keines                                                                                                                                    | Keines                                                                                                                                       |
| <b>Bedienelemente</b>                                         | Ein-/Ausschalter, Rad zur Lautstärkeregelung                                                                                   | Lautstärkeregelung pro Kanal oder insgesamt einstellbar, Umschalter: Stereo- oder 7.1-Modus, Stummschaltfunktion für Headset und Mikrofon, Umschalter auf Lautsprechersystem | Lautstärkeregler                                                                                                                          | Lautstärkeregler, Regler für die Subwooferlautstärke                                                                                         |
| <b>Eigenschaften</b>                                          |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
| <b>Auffälligkeiten im Test</b>                                | Keine                                                                                                                          | Stark schwankende Klangqualität im Stereomodus, überempfindliche Bedienelemente                                                                                              | Keine                                                                                                                                     | Keine                                                                                                                                        |
| <b>Tragekomfort/Ergonomie</b>                                 | Etwas schwerer als das Sennheiser PC 360, aber noch im Rahmen, Polsterdrücken nach längerer Zeit, Erwärmung unter den Polstern | Sehr leichte Konstruktion, weiche Ohrpolster mit kleiner Innenaussparung, Mikro (hakelig) in der Ohrmuschel versenkbar, Wärmeentwicklung                                     | Ohrpolster rutschen nicht, keine starke Temperaturerhöhung unter den Polstern, Mikrofonhals flexibel und anpassbar, anschmiegsame Polster | Keine Bewertung möglich                                                                                                                      |
| <b>Verarbeitung</b>                                           | Keine Mängel                                                                                                                   | Keine Mängel                                                                                                                                                                 | Keine Mängel                                                                                                                              | Keine Mängel                                                                                                                                 |
| <b>Leistung</b>                                               |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
| <b>Praxiseindrücke</b>                                        | Abgesehen von den drückenden Polsterrändern, gute Praxistauglichkeit                                                           | Extreme Abschirmung vor Umgebungsgeräuschen, Polster liegen am Rand auf den Ohren auf                                                                                        | Gute Praxistauglichkeit und angenehm zu tragen                                                                                            | Aufstellung benötigt etwas Zeit und Aufmerksamkeit                                                                                           |
| <b>Grundcharakteristik Wiedergabe (Tiefen, Mitten, Höhen)</b> | Angehobener Tiefton, brauchbare Stimmverständlichkeit, etwas detailarmer Hochtonbereich                                        | Sehr stark angehobener Tiefton, blecherne Mitten, zurückgenommene und detailarme Höhen                                                                                       | Angehobener Tiefton, gute Stimmverständlichkeit, minimal angehobener Hochton, gute Detaillierung                                          | Weitgehend ausgeglichen, minimale Lücke zwischen Satelliten und Subwoofer                                                                    |
| <b>Charakteristik und Qualität Aufnahme</b>                   | Grenze bei etwa 100 Hz, dadurch keine tieffrequenten Störgeräusche; saubere Stimmaufnahme                                      | Keine Störgeräusche, durch die Kugelcharakteristik allerdings viele Umgebungsgeräusche, Stimmaufnahme brauchbar                                                              | Kaum tieffrequente Störgeräusche; saubere Stimmaufnahme und gute Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen                                  | Kein Mikrofon                                                                                                                                |
| <b>Pegelfestigkeit</b>                                        | Keine Probleme bei Vollaussteuerung                                                                                            | Keine Probleme bei Vollaussteuerung                                                                                                                                          | Keine Probleme bei Vollaussteuerung*                                                                                                      | Keine Probleme bei Vollaussteuerung                                                                                                          |
| <b>Raumabbildung</b>                                          | Recht realistischer Raumaufbau (Stereo und Surround)                                                                           | Eingeschränkt realistischer Raumaufbau                                                                                                                                       | Realistischer Raumaufbau                                                                                                                  | Bei sorgfältiger Aufstellung guter, lückenloser Raumeindruck, Akustik nimmt große Stellung ein                                               |
| <b>FAZIT</b>                                                  | <div> <div>+</div> Guter Tragekomfort <div>+</div> Ordentlicher Klang <div>-</div> Kein Stromsparmmodus </div>                 | <div> <div>+</div> Guter Tragekomfort <div>+</div> Viel Zubehör <div>-</div> Für Musikkwiedergabe nicht optimal </div>                                                       | <div> <div>+</div> Guter Klang <div>+</div> Detaillierung <div>-</div> Wenig Zubehör </div>                                               | <div> <div>+</div> Guter Klang <div>+</div> Bessere Ortung als bei Headsets ... <div>-</div> ... dafür aber teurer und komplizierter. </div> |





Bild: MMD/Philips

**23- bis 24-Zoll-LCDs mit TN- und IPS-Panels zu günstigen Preisen**

# Preiswerte Allrounder

Während vor einem Jahr noch 22-Zöller die Einsteigerklasse bildeten, sind die Preise der 23- und 24-Zoll-LCDs inzwischen auf dieses Niveau gefallen. Doch was taugen die neuen Billig-LCDs überhaupt?

Eine Umfrage auf [www.pcgh.de](http://www.pcgh.de) mit über 800 Teilnehmern hat ergeben, dass rund 30 Prozent der Befragten als Nächstes ein 23- oder 24-Zoll-LCD mit Full-HD-Auflösung kaufen wollen. Da zudem die Preise der genannten Bildschirmgrößen aktuell sehr attraktiv sind und auch schon IPS-Geräte bei rund 200 Euro liegen, testet PC Games Hardware acht 23- und zwei 24-Zoll-Displays. Darunter sind fünf Monitore mit IPS- sowie fünf Bildschirme mit TN-Panel. Die Preise der getesteten LC-Displays reichen von einsteigerfreundlichen 130 bis hin zu noch fairen 280 Euro.

## 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 neh-

men 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.

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

**LG IPS234V: Preiswertes und gutes IPS-Gerät.** Das nagelneue IPS234V von LG hat eine Bildschirmdiagonale von 58,4 Zentimetern und löst mit 1.920 x 1.080 Pixel auf. Daraus ergibt sich eine Pixeldichte von 95,8 ppi (pixel per inch; deutsch: Punkte pro Zoll). Zum Vergleich: Ein 27-Zöller (2.560 x 1.440 Pixel) erreicht 108,8 ppi und das neue Macbook Pro (2.560 x 1.600 Pixel) 227 ppi. LG setzt ein IPS-Panel ein, wodurch das LCD einen hohen Einblickwinkel von 175 Grad erreicht.

Zudem ist das IPS234V in der Höhe verstellbar, drehbar und neigbar – sehr gut!

LG gibt eine Reaktionszeit von 5 Millisekunden an, im Farbkombinationstest messen wir 19 Millisekunden. Dies ist ein guter Wert für ein IPS-Display. Allerdings erreichen Sie die 19 Millisekunden Schaltgeschwindigkeit nur, wenn Sie im Bildschirmmenü Overdrive auf „Schnell“ einstellen. Dadurch verstärkt sich aber auch der Korona-Effekt, sodass das Überspringen der Flüssigkristalle in Form von hellen Rändern um dunkle Objekte auf dem Display sichtbar wird. Zusammen mit dem praktisch nicht wahrnehmbaren Inputlag von 6 Millisekunden ist das IPS234V voll spielefähig. Ebenfalls gut bis sehr gut sind die Farbbrillanz und die Helligkeitsverteilung. Bemängeln müssen wir allerdings die Interpolationsleistung: Auflösungen

unterhalb der nativen 1.920 x 1.080 werden unscharf dargestellt. Das Kontrastverhältnis ist mit 805:1 akzeptabel und auch die Energieaufnahme ist mit 35 Watt für ein IPS-Display passabel. Fazit: Mit dem IPS234V bietet LG ein gutes und zudem sehr günstiges 23-Zoll-LCD mit IPS-Panel an. Der Preis liegt bei rund 170 Euro.

**Fujitsu P23T-6 IPS: Top-Display, aber nur bedingt für Spieler geeignet.** Das Fujitsu P23T-6 IPS hat ebenfalls eine Bildschirmdiagonale von 58,4 Zentimetern (1.920 x 1.080 Pixel; 95,8 ppi). Zusätzlich zu DVI-D, HDMI und D-Sub bietet das Fujitsu-LCD auch einen Displayport-Anschluss. Ein entsprechendes Kabel ist sogar im Lieferumfang. Das IPS-Panel des P23T-6 IPS wird wie bei allen anderen Monitoren dieses Vergleichstests mittels LED-Technik durchleuchtet. Fujitsu hat das P23T-6 IPS auch mit Höhenverstellung ausgestattet und das Display kann gedreht sowie geneigt werden. Die Ausstattung wird durch Lautsprecher, einen Kopfhöreranschluss und drei Jahre Garantie abgerundet.

Das Kontrastverhältnis ist mit 740:1 noch akzeptabel. Bei der Reaktionszeit sieht es schlechter aus: Wir messen 26 Millisekunden – damit ist das LCD nur bedingt spieletauglich. Offenbar wird Overdrive nur sehr sanft eingesetzt, denn den Korona-Effekt beobachten wir nicht. Für das Fujitsu P23T-6 IPS sprechen eine sehr gute Farbbrillanz und Interpolations-Leistung. Die Helligkeitsverteilung ist mit maximal 12 Prozent Abweichung noch gut. Fazit: Fujitsu bietet mit dem P23T-6 IPS ein Top-Display an, allerdings sind die für Spieler wichtigen Leistungswerte wie die Reaktionszeit zu schlecht. Damit verpasst das rund 280 Euro teure 23-Zoll-LCD eine bessere Platzierung.

**Samsung S24B350H: Bestes LCD mit TN-Panel im Test.** Das Samsung S24B350H fällt zunächst durch sein ansprechendes Design auf. Zudem handelt es sich um ein 24-Zoll-LCD mit 91,8 ppi (23 Zoll: 95,8 ppi). Das eingebaute TN-Panel arbeitet mit 1.920 x 1.080 Bildpunkten wird mit LEDs beleuchtet. Da TN-Panels durch die enger zusammenliegenden Glaspatten schneller reagieren als IPS-Systeme, erreicht das S24B350H von Samsung 2 (Hersteller) beziehungsweise 17 Millisekunden (PCGH-Farbkombinationstest).

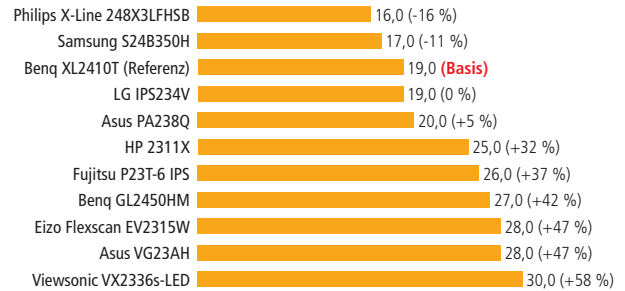
Die Signallaufverzögerung liegt bei sehr kurzen 4 Millisekunden. Das Samsung S24B350H ist daher voll spieletauglich, dies bestätigt sich auch im subjektiven Test (siehe auch Spielbarkeitstabelle). Durch die TN-Technik ist der Einblickwinkel des LCDs eingeschränkt: Wir messen 170 horizontal und 160 Grad vertikal – ein guter Wert. Das statische Kontrastverhältnis liegt bei 900:1 und die Energieaufnahme ist mit 8 bis maximal 27 Watt sehr gering. Helligkeitsverteilung, Interpolation und Farbbrillanz sind gut. Mit dem Rechner verbinden Sie das Samsung S24B350H entweder per D-Sub oder besser per HDMI (inklusive HDCP-Unterstützung). Ein HDMI-Kabel befindet sich allerdings nicht im Lieferumfang. Fazit: Das Samsung S24B350H ist für Spieler eine gute Wahl, da es schnell reagiert und keinen Inputlag hat. Zudem sind rund 180 Euro ein fairer Preis für einen 24-Zöller.

**Asus PA238Q: LCD mit mehrstufigem Overdrive-Schalter.** Die Ausstattungs- und Funktionsliste zeigt, dass das Asus PA238Q für professionelle Anwender gedacht ist. So verfügt das LCD über „Quickfit“, damit lassen sich Gitternetzlinien oder Rahmen direkt per Monitor über das Bild blenden. Da liegt es nahe, dass Asus im PA238Q ein IPS-Panel einsetzt. Das blickwinkelunabhängige LCD verfügt über DVI-D, HDMI, D-Sub und Displayport zur Signalansteuerung. Sie können den 23-Zoll-Bildschirm auch drehen, neigen und in der Höhe verstellen.

Das Highlight für Spieler ist der Regler „Trace Free“ im Bildschirmenü: Damit bestimmen Sie die Intensität der Overdrive-Technik in fünf Stufen. In der höchsten Einstellung erreicht das Asus PA238Q eine Reaktionszeit von 20 Millisekunden, doch dann sind auch Korona-Effekte sichtbar. Reduzieren Sie die Overdrive-Einstellung, steigt die Reaktionszeit jeweils um rund 2 Millisekunden an. Der subjektive Spielbarkeitstest zeigt, dass das PA238Q nur mit maximalem „Trace Free“-Regler voll spieletauglich ist. Die Signallaufverzögerung ist mit 20 Millisekunden etwas zu hoch, aber für die Mehrheit der Spieler noch nicht wahrnehmbar. Die Helligkeitsverteilung ist gut, da die maximale Abweichung bei 10 Prozent liegt. Die Interpolation und die Farbbrillanz sind gut beziehungsweise gut bis sehr gut. Fazit:

## Viele LCDs arbeiten für Spiele zu träge

### Schaltzeit (Reaktionsgeschwindigkeit)

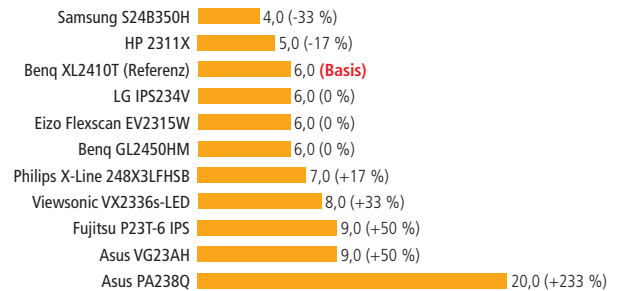


**System:** TFT-Schlierentest **Bemerkungen:** Ein Flüssigkristallbildschirm sollte eine Reaktionszeit von weniger als 20 Millisekunden erreichen, damit in Spielen keine störenden Schlieren sichtbar werden.

**Millisekunden**  
 Besser

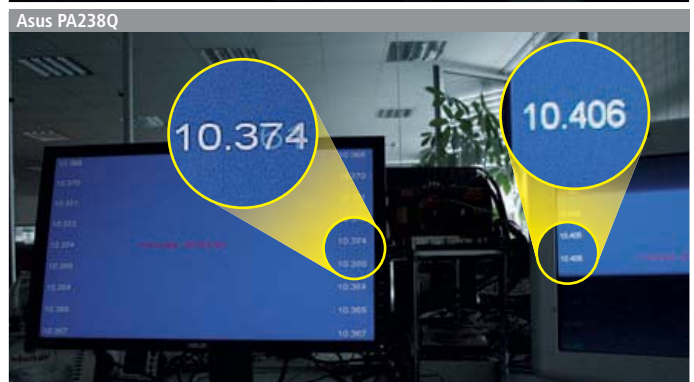
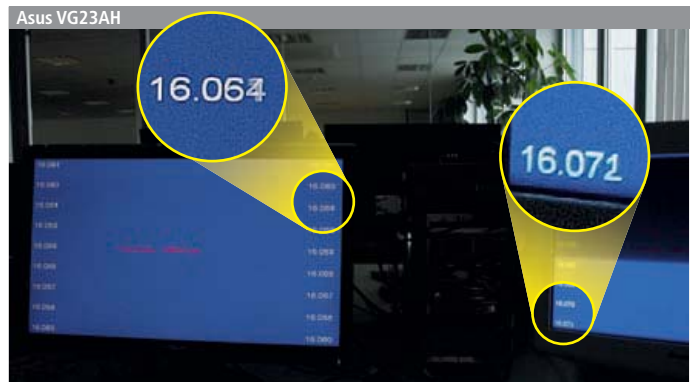
## Fast alle LCDs haben keinen Inputlag

### Inputlag (Signallaufzeit)



**System:** Small Monitor Test Tool (SMTT Version 1.x), Röhrenmonitor, Olympus E210 **Bemerkungen:** Der Inputlag eines LC-Displays sollte 30 Millisekunden keinesfalls übersteigen. Für Spieler ist eine Signallaufzeit von weniger als 10 Millisekunden optimal.

**Millisekunden**  
 Besser



Beim Asus PA238Q (unten) messen wir einen Inputlag von durchschnittlich 20 bis maximal 30 ms, während der Lag beim VG23AH nur 7 ms beträgt.

## Blickwinkelvergleich



IPS-Panel



TN-Panel

Wir haben die LC-Displays in fünf Positionen fotografiert: direkt von vorn und jeweils 85 Grad vertikal vom Scheitelpunkt des LCDs sowie 85 Grad horizontal. Die Bilder von der Seite zeigen, wie der Einblickwinkel von 170 Grad horizontal und 170 Grad vertikal aussieht.

## Subjektive Einschätzung der Spielbarkeit

| Spiel/Modell           | Viewsonic VX2336s-LED | Fujitsu P23T-6 IPS | Samsung S24B350H | LG IPS234V | Philips X-Line 248X3LFH5B | HP 2311X | Eizo Flexscan EV2315W | Benq GL2450HM | Asus VG23AH | Asus PA238Q |
|------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|------------|---------------------------|----------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|
| Alan Wake              |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Anno 2070              |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Battlefield 3          |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| CoD MW3                |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Dirt Showdown          |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Crysis 2               |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Diablo 3               |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Mass Effect 3          |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Max Payne 3            |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Need for Speed The Run |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Portal 2               |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| Rage                   |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| TES 5 Skyrim           |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |
| The Witcher 2          |                       |                    |                  |            |                           |          |                       |               |             |             |

■ Sehr gut spielbar ■ Gut spielbar ■ Spielbar ■ Bedingt spielbar ■ Nicht spielbar

Das Asus PA238Q gehört zu den wenigen LCDs mit IPS-Technik, die voll spieletauglich sind. Die 240 Euro sind zwar fair, doch die Konkurrenz ist deutlich preiswerter.

**Philips X-Line 248X3LFH5B: Display mit Wohlfühl-Beleuchtung.** Fühlen Sie sich nach stundenlangem Spielen müde und abgespannt? Dann kann Ihnen vielleicht dieses LCD mit blauer Rahmenbeleuchtung helfen. MMD wirbt dafür mit folgenden Worten: „Das blaue Licht mit seiner speziellen Wellenlänge ist nicht nur ein optischer Hingucker, sondern hat nachgewiesene positive Effekte für den Nutzer: Es reduziert Ermüdungserscheinungen und steigert die Konzentration.“ Wir können den Effekt zwar nicht bestätigen, doch das Arbeiten und Spielen am Philips X-Line 248X3LFH5B macht wirklich Spaß. Die blaue Rahmenbeleuchtung strahlt in drei Stufen und kann komplett abgeschaltet werden. Das Zusatzlicht benötigt rund 2 Watt bei maximaler Lichtstärke.

Das Philips X-Line 248X3LFH5B wird per HDMI oder D-Sub mit dem Rechner verbunden. Das TN-Panel sorgt zusammen mit einer Overdrive-Schaltung für flinke 16 Millisekunden Reaktionszeit. Der Inputlag liegt bei 7 Millisekunden. Damit ist das 24-Zoll-LCD sehr gut für Spiele geeignet. Leider ist der Schwarzwert mit 0,8 Candela pro Quadratmeter zu hoch, was in einem niedrigen Kontrastverhältnis von 400:1 mündet. Die Helligkeitsverteilung ist mit 18 Prozent Abweichungen ebenfalls nicht überlegend. Bei der Interpolation von niedrigen Auflösungen (kleiner als 1.920 x 1.080 Pixel) wird Schrift meistens unscharf dargestellt. Fazit: Das Philips X-Line 248X3LFH5B ist für Spieler eine Überlegung wert, der beleuchtete Rahmen macht sich zudem gut auf dem Schreibtisch. Doch das LCD hat einige Schwächen und ist mit 260 Euro nicht besonders preiswert.

Kurze Info zu MMD: Die Firma MMD wurde 2009 durch einen Marken-Lizenzvertrag mit Philips ins Leben gerufen und befindet sich vollständig im Besitz von TPV (Hersteller von IT-Displays). MMD vermarktet und vertreibt weltweit Philips-gebrandete LC-Displays.

**Eizo Flexscan EV2315W: Günstiger Eizo-Bildschirm.** Das Flexscan

EV2315W gehört zu den preiswertesten Displays, die Eizo in Deutschland überhaupt anbietet. Trotzdem müssen Sie für das 23-Zoll-LCD mit TN-Technik noch rund 240 Euro hinlegen. Dafür bekommen Sie aber Höhen- und Neigungsverstellung sowie Drehbarkeit, 10-Bit-Look-Up-Table und Lichtsensor. Besonders erwähnenswert beim Eizo-LCD sind die fünf Jahre Garantie. Der Nachteil der TN-Technik ist der kleinere Einblickwinkel: Das Flexscan EV2315W erreicht 170 beziehungsweise 160 Grad, ein IPS-Gerät kommt auf 175 Grad. Der Vorteil ist der geringe Energiebedarf, so benötigt das Flexscan EV2315W bei 215 Candela pro Quadratmeter nur 25 Watt. Das Fujitsu P23T-6 IPS nimmt bei ähnlicher Helligkeitseinstellung 10 Watt mehr auf.

Eizo verzichtet auf eine Overdrive-Schaltung und daher erreicht das Flexscan EV2315W nur 28 Millisekunden Reaktionszeit. Schlieren sind gerade in schnellen Shootern deutlich erkennbar. Die Interpolation arbeitet gut und kann im Bildschirmenü über einen Schärferegler angepasst werden. Helligkeitsverteilung und Farbbrillanz sind gut bis sehr gut. Fazit: Das Eizo Flexscan EV2315W ist ein sehr gutes Office-LCD, aber für Spieler nicht geeignet.

**Asus VG23AH: Hochwertiges Panel mit 3D-Unterstützung.** Das Asus VG23AH ist mit einem Polfilter ausgestattet, sodass Sie das 23-Zoll-LCD auch als 3D-Monitor nutzen können. Das Display rechnet dabei auf Wunsch 2D-Inhalte in die 3D-Darstellung um. Wir haben es mit *Left 4 Dead* getestet und ein überzeugendes 3D-Bild gesehen. Allerdings reicht die räumliche Darstellung nicht an einen guten 120-Hertz-Monitor mit Nvidia GeForce 3D Vision heran.

Asus setzt im VG23AH ein IPS-Panel mit Full-HD-Auflösung ein und bietet als Anschlüsse DVI-D, zweimal HDMI sowie D-Sub. Dank „Trace Free“ im Bildschirmenü können Sie die Overdrive-Technik regulieren und damit die Reaktionszeit anpassen. Wir messen trotzdem eine schlechte Schaltgeschwindigkeit von 28 Millisekunden und beobachten Schlieren- sowie Korona-Effekte. Bei der Interpolation von niedrigen Auflösungen gibt sich das VG23AH keine Blöße, doch die Farbbrillanz ist für ein IPS-Gerät zu

schlecht. Die Helligkeitsverteilung hingegen ist akzeptabel. Fazit: Das Asus VG23AH ist ein interessantes LCD für 3D-Fans; Spieler sollten die Finger davon lassen.

**HP 2311X: Sehr preiswerter 23-Zoll-Monitor.** Das HP 2311X gehört zu den preiswertesten 23-Zoll-Displays, die aktuell im Handel verfügbar sind. Der günstige Preis fordert allerdings seinen Tribut: Zum einen hat das LCD keine merkliche Overdrive-Technik und zum anderen ist die Garantie (nicht Gewährleistung) mit einem Jahr für einen Monitor sehr kurz. Bis vor Kurzem waren hier drei Jahre Standard. Die Reaktionszeit liegt bei unserem Test bei 25 Millisekunden und der Inputlag bei 5 Millisekunden. In Spielen ist eine deutliche Schlierenbildung erkennbar. Einen Korona-Effekt gibt es nicht, ein weiteres Indiz für den fehlenden Overdrive. Überraschend gut sind die Helligkeitsverteilung und die Farbbrillanz. Die Interpolation hingegen ist nur befriedigend. Vor allem 1.680 x 1.050 und 1.280 x 1.024 werden unscharf aufs Vollbild skaliert. Im Bildschirmenü stellen Sie die Darstellung auf die Interpolation im korrekten Seitenverhältnis um.

Mit dem PC verbinden Sie das HP 2311X per DVI-D, HDMI oder D-Sub. DVI- und RGB-Kabel sind im Lieferumfang. Das statische Kontrastverhältnis von 805:1 ist befriedigend bis gut. Mit 160 Grad ist der Einblickwinkel leicht eingeschränkt. Fazit: Das HP 2311X ist sehr preiswert, eignet sich aber nur bedingt für Spieler und zudem hat das 23-Zoll-LCD einige Schwächen.

**Benq GL2450HM: Günstiges, aber trübes 24-Zoll-LCD.** Das Benq GL2450HM gehört zu den wenigen echten 24-Zoll-LCDs, die aktuell unter 200 Euro angeboten werden. Das Display bietet eine Auflösung von 1.920 x 1.080, was 91,8 ppi entspricht. Das TN-Panel wird von einer LED-Lichteinheit durchleuchtet. Bezüglich der Anschlüsse ist das Benq GL2450HM gut ausgestattet, denn es sind DVI-D, HDMI und D-Sub vorhanden. Ein DVI- oder HDMI-Kabel ist nicht im Lieferumfang. Die Reaktionszeit im Farbkombinationstest liegt bei 27 Millisekunden, damit sind Schlieren erkennbar. Eine Korona-Bildung sehen wir nicht. Der Inputlag liegt bei 6 Millisekunden – dies ist ein sehr guter Wert. Im subjektiven Spielertest stört

das Nachziehen bei schnellen Bewegungen. Bei der Interpolation fällt auf, dass das GL2450HM vor allem Probleme hat, 1.680 x 1.050 sauber auf die native Auflösung zu berechnen. Texte werden unscharf und schlecht lesbar dargestellt. Noch akzeptabel ist die Helligkeitsverteilung: An den Rändern leuchtet das Display bis zu 12 Prozent schwächer als im Mittelpunkt. Erfreulich gering ist die Energieaufnahme von 25 Watt bei 266 Candela pro Quadratmeter Leuchtkraft. Zudem lässt das statische Kontrastverhältnis von 1.200:1 keine Wünsche offen. Fazit: Das Benq GL2450HM eignet sich nur bedingt zum Spielen, kostet aber mit rund 150 Euro für einen 24-Zöller sehr wenig.

**Viewsonic VX2336s-LED: Günstiges, aber trübes 23-Zoll-LCD.** Am Viewsonic VX2336s-LED fällt sofort die vom Hersteller angegebene Reaktionszeit von 14 Millisekunden auf – dies ist ein ungewöhnlich hoher Wert. Im Test zeigt sich auch, dass das VX2336s-LED sich nicht zum Spielen eignet. Die gemessene Reaktionszeit liegt bei 30 Millisekunden und damit sind deutliche Schlieren erkennbar. Offenbar hat Viewsonic auf den Einsatz einer Overdrive-Schaltung verzichtet. Die anderen Attribute des VX2336s-LED können sich aber sehen lassen: Das IPS-Panel bietet einen hohen Einblickwinkel von 175 Grad und das Kontrastverhältnis liegt bei 770:1. Die Ausleuchtung des 23-Zoll-Bildschirms ist nicht besonders homogen: Die Abweichungen der Helligkeit zwischen Mittelpunkt und Außenbereich des LCDs erreichen bis zu 15 Prozent. Die für Spieler wichtige Interpolation können Sie im Bildschirmenü steuern – ob Vollbild oder im richtigen Seitenverhältnis. Dabei zeigt das VX2336s-LED bei niedrigen Auflösungen ein scharfes Bild. Fazit: Für Spieler nicht geeignet und im Vergleich zur Konkurrenz zu teuer. (ma)

## Fazit

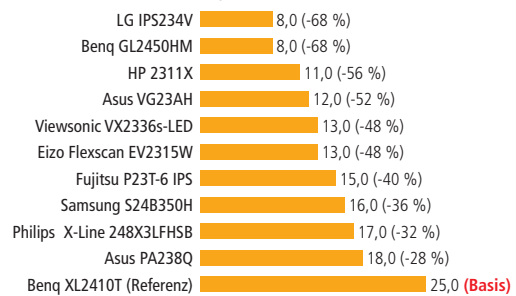


### Vergleichstest 23-/24-Zoll-LCDs

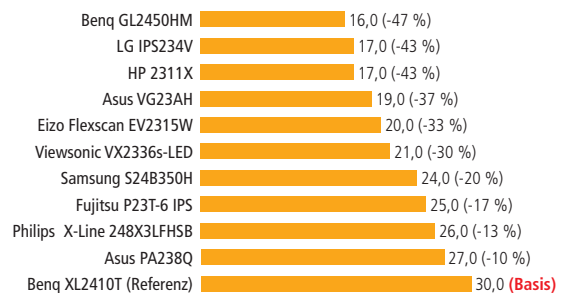
Nur wenige der getesteten Einsteiger-Geräte der 23-/24-Zoll-Display-Klasse sind auch für Spieler geeignet. Doch vor allem der Testsieger (IPS234V) des Herstellers LG beweist, dass ein Bildschirm mit IPS-Panel und mit guter Ergonomie zum einen nicht teuer sein muss und zum anderen auch voll spielertauglich sein kann.

## LCDs mit LED-Beleuchtung arbeiten sparsam

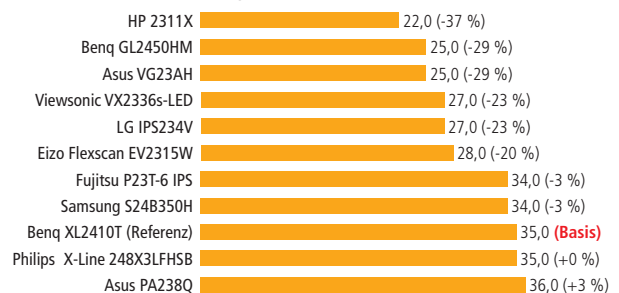
### Stromverbrauch bei 0 % Helligkeit (laut OSD)



### Stromverbrauch bei 50 % Helligkeit (laut OSD)



### Stromverbrauch bei 100 % Helligkeit (laut OSD)



**System:** Voltcraft Energy Logger 4000 **Bemerkungen:** Die LCDs mit TN-Panel (Samsung, Philips, Eizo, HP und Benq) kommen mit messbar weniger Energie aus als die Bildschirme mit IPS-Technik (LG, Fujitsu, Asus und Viewsonic).

**Watt**  
 Besser

## Meinung aus der Redaktion

## IPS zum Schnäppchenpreis

In der vergangenen Monaten sind die Preise für Displays mit IPS-Technik stark gefallen. Während Sie vor einem Jahr noch rund 500 Euro für solch einen Monitor ausgeben mussten, sind es heute teilweise nicht einmal mehr 200 Euro. Hinzu kommt, dass die Hersteller die Overdrive-Technik erfolgreich auch bei IPS-Displays einsetzen, sodass bei einigen Bildschirmen kurze Reaktionszeiten möglich sind, von denen vor allem Spieler profitieren. Die Zeiten, in denen Zocker nur mit TN-LCDs glücklich werden konnten, sind nun endgültig vorbei. Die Hersteller LG und Asus beweisen eindrucksvoll, dass man die Vorteile eines farbtreuen und blickwinkelunabhängigen Bildes sehr gut mit spiele-tauglichen Reaktionszeiten vereinbaren kann. Selbst beim Thema Inputlag gibt es kaum noch etwas auszusetzen.



»Die Zeiten, in denen Zocker nur mit TN-LCDs glücklich wurden, sind vorbei.«

Marco Albert, Fachbereich Monitore

|                                                                   |                                                                                                     |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LCDS</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 40 Wertungskriterien |                    |  |  |  |  |
|                                                                   | <b>23 Zoll</b><br> | <b>23 Zoll</b>                                                                    | <b>24 Zoll</b>                                                                     | <b>23 Zoll</b>                                                                      | <b>24 Zoll</b>                                                                      |
| <b>Produkt</b>                                                    | IPS234V                                                                                             | P23T-6 IPS                                                                        | S24B350H                                                                           | PA238Q                                                                              | X-Line 248X3LFH5B                                                                   |
| <b>Hersteller</b>                                                 | LG                                                                                                  | Fujitsu                                                                           | Samsung                                                                            | Asus                                                                                | Philips                                                                             |
| <b>Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                           | Ca. € 170,-/sehr gut                                                                                | Ca. € 280,-/gut                                                                   | Ca. € 180,-/gut                                                                    | Ca. € 240,-/gut                                                                     | Ca. € 260,-/gut                                                                     |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                        | www.pcgh.de/preis/777261                                                                            | www.pcgh.de/preis/582960                                                          | www.pcgh.de/preis/735873                                                           | www.pcgh.de/preis/668589                                                            | www.pcgh.de/preis/757575                                                            |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                         | 1,89                                                                                                | 1,44                                                                              | 2,42                                                                               | 1,68                                                                                | 2,08                                                                                |
| <b>Diagonale/Anschlüsse</b>                                       | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, HDMI, D-Sub                                                                | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, DP, HDMI, D-Sub                                          | 61 cm (24 Zoll)/HDMI, D-Sub                                                        | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, HDMI, DP, D-Sub                                            | 59,9 cm (23,6 Zoll)/2 x HDMI, D-Sub                                                 |
| <b>Max. Auflösung/Pixelabstand</b>                                | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                                              | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                            | 1.920 x 1.080/0,280 mm                                                             | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                              | 1.920 x 1.080/0,272 mm                                                              |
| <b>Panel/Hintergrundbeleuchtung</b>                               | IPS (In-Plane Switching)/LED                                                                        | IPS (In-Plane Switching)/LED                                                      | TN (Twisted Nematic)/LED                                                           | IPS (In-Plane Switching)/LED                                                        | TN (Twisted Nematic)/LED                                                            |
| <b>Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil</b>                        | 5 ms/extern                                                                                         | 5 ms/extern                                                                       | 2 ms/extern                                                                        | 6 ms/extern                                                                         | 2 ms/extern                                                                         |
| <b>Gewicht/Maße</b>                                               | 3,2 kg/54 x 40 x 18 cm                                                                              | 3,2 kg/54 x 40 x 18 cm                                                            | 3,3 kg/57 x 43 x 20 cm                                                             | 6,5 kg/55 x 50 x 20 cm                                                              | 5,1 kg/58 x 44 x 19 cm                                                              |
| <b>Drehbar/neigbar/höhenverst.</b>                                | 90 Grad/25 Grad/100 mm                                                                              | 340 Grad/40 Grad/120 mm                                                           | 0 Grad/25 Grad/0 mm                                                                | 90 Grad/20 Grad/100 mm                                                              | 0 Grad/25 Grad/0 mm                                                                 |
| <b>TCO/Garantie</b>                                               | TCO 5.0/2 Jahre                                                                                     | TCO 5.1/3 Jahre                                                                   | -/2 Jahre                                                                          | TCO 03/3 Jahre                                                                      | TCO 5.2/2 Jahre                                                                     |
| <b>Sonstiges</b>                                                  | Kopfhörer-Anschluss                                                                                 | Kopfhörer-Anschluss                                                               | -                                                                                  | Overdrive-Regler, USB-Hub                                                           | Lightframe                                                                          |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                       | 2,35                                                                                                | 2,39                                                                              | 2,38                                                                               | 2,40                                                                                | 2,50                                                                                |
| <b>Betrachtungswinkel horizontal/vertikal</b>                     | 175/175 Grad                                                                                        | 175/175 Grad                                                                      | 170/160 Grad                                                                       | 175/175 Grad                                                                        | 160/160 Grad                                                                        |
| <b>Downsampling (50 %/100 %)</b>                                  | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                                         | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                       | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                        | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                         | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                         |
| <b>Kontrastverhältnis (statisch)</b>                              | 805:1                                                                                               | 740:1                                                                             | 900:1                                                                              | 750:1                                                                               | 400:1                                                                               |
| <b>Leistungsaufnahme**/Stand-by</b>                               | 35/0,4 Watt                                                                                         | 34/0,2 Watt                                                                       | 27/0,2 Watt                                                                        | 38/1,0 Watt                                                                         | 22/0,1 Watt                                                                         |
| <b>Leistung (60 %)</b>                                            | 1,91                                                                                                | 2,05                                                                              | 1,80                                                                               | 2,13                                                                                | 2,03                                                                                |
| <b>Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung</b>                    | 19 ms/gering/sichtbar                                                                               | 26 ms/sichtbar/gering                                                             | 17 ms/gering/sichtbar                                                              | 20 ms/sichtbar/gering                                                               | 16 ms/gering/sichtbar                                                               |
| <b>Subjektiv spieletauglich/Inputlag</b>                          | Ja/6 ms                                                                                             | Bedingt/9 ms                                                                      | Ja/4 ms                                                                            | Ja/20 ms                                                                            | Ja/7 ms                                                                             |
| <b>Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)</b>                     | 69, 139, 241 cd/m²                                                                                  | 65, 144, 221 cd/m²                                                                | 27, 141, 247 cd/m²                                                                 | 75, 157, 244 cd/m²                                                                  | 47, 129, 215 cd/m²                                                                  |
| <b>Interpolation*</b>                                             | Vollbild, 4:3/befriedigend                                                                          | Vollbild, 4:3/sehr gut                                                            | Vollbild, 4:3/gut                                                                  | Vollbild, 4:3/gut                                                                   | Vollbild, 4:3/befriedigend                                                          |
| <b>Helligkeitsverteilung (Abweichungen)</b>                       | Max. 8 %                                                                                            | Max. 12 %                                                                         | Max. 12 %                                                                          | Max. 10 %                                                                           | Max. 18 %                                                                           |
| <b>Farbbrillanz/Farbechtheit</b>                                  | Gut bis sehr gut                                                                                    | Sehr gut                                                                          | Gut                                                                                | Gut bis sehr gut                                                                    | Gut                                                                                 |
| <b>FAZIT</b>                                                      | + Overdrive-Regler<br>+ Ergonomie<br>+ Spieletauglich                                               | + Ausstattung<br>+ Farbbrillanz u. Interpolation<br>+ Reaktionszeit               | + Reaktionszeit<br>+ Inputlag<br>+ Kein HDMI-Kabel                                 | + Overdrive-Regler<br>+ Betrachtungswinkel<br>+ Reaktionszeit                       | + Beleuchteter Rahmen<br>+ Reaktionszeit<br>+ Hoher Schwarzwert                     |
|                                                                   | Wertung: <b>1,99</b>                                                                                | Wertung: <b>2,00</b>                                                              | Wertung: <b>2,04</b>                                                               | Wertung: <b>2,09</b>                                                                | Wertung: <b>2,13</b>                                                                |

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

|                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                        |                                                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LCDS</b><br>Auszug aus Testtabelle<br>mit 40 Wertungskriterien |  |  |                    |  |  |
|                                                                   | <b>23 Zoll</b>                                                                      | <b>23 Zoll</b>                                                                      | <b>23 Zoll</b><br> | <b>24 Zoll</b>                                                                        | <b>23 Zoll</b>                                                                        |
| <b>Produkt</b>                                                    | Flexscan EV2315W                                                                    | VG23AH                                                                              | 2311X                                                                                                  | GL2450HM                                                                              | VX2336s-LED                                                                           |
| <b>Hersteller</b>                                                 | Eizo                                                                                | Asus                                                                                | HP                                                                                                     | Benq                                                                                  | Viewsonic                                                                             |
| <b>Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis</b>                           | Ca. € 240,-/gut                                                                     | Ca. € 270,-/gut                                                                     | Ca. € 130,-/sehr gut                                                                                   | Ca. € 150,-/gut                                                                       | Ca. € 180,-/gut                                                                       |
| <b>PCGH-Preisvergleich</b>                                        | www.pcgh.de/preis/681415                                                            | www.pcgh.de/preis/761899                                                            | www.pcgh.de/preis/649592                                                                               | www.pcgh.de/preis/682553                                                              | www.pcgh.de/preis/715714                                                              |
| <b>Ausstattung (20 %)</b>                                         | 1,84                                                                                | 1,93                                                                                | 2,38                                                                                                   | 2,19                                                                                  | 2,15                                                                                  |
| <b>Diagonale/Anschlüsse</b>                                       | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, D-Sub                                                      | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, 2 x HDMI, D-Sub                                            | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, HDMI, D-Sub                                                                   | 61 cm (24 Zoll)/DVI-D, HDMI, D-Sub                                                    | 58,4 cm (23 Zoll)/DVI-D, D-Sub                                                        |
| <b>Max. Auflösung/Pixelabstand</b>                                | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                              | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                              | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                                                 | 1.920 x 1.080/0,276 mm                                                                | 1.920 x 1.080/0,265 mm                                                                |
| <b>Panel/Hintergrundbeleuchtung</b>                               | TN (Twisted Nematic)/LED                                                            | IPS (In-Plane Switching)/LED                                                        | TN (Twisted Nematic)/LED                                                                               | TN (Twisted Nematic)/LED                                                              | IPS (In-Plane Switching)/LED                                                          |
| <b>Reaktionszeit (Hersteller)/Netzteil</b>                        | 5 ms/extern                                                                         | 5 ms/extern                                                                         | 5 ms/extern                                                                                            | 2 ms/extern                                                                           | 14 ms/extern                                                                          |
| <b>Gewicht/Maße</b>                                               | 6,2 kg/55 x 52 x 25 cm                                                              | 6,5 kg/55 x 42 x 25 cm                                                              | 3,9 kg/56 x 37 x 35 cm                                                                                 | 4,1 kg/57 x 44 x 18 cm                                                                | 3,6 kg/55 x 43 x 20 cm                                                                |
| <b>Drehbar/neigbar/höhenverst.</b>                                | 90 Grad/20 Grad/160 mm                                                              | 0 Grad/20 Grad/0 mm                                                                 | 0 Grad/25 Grad/0 mm                                                                                    | 0 Grad/20 Grad/0 mm                                                                   | 0 Grad/20 Grad/00 mm                                                                  |
| <b>TCO/Garantie</b>                                               | TCO 5.2/5 Jahre                                                                     | -/2 Jahre                                                                           | -/1 Jahr                                                                                               | TCO 5.0/2 Jahre                                                                       | -/3 Jahre                                                                             |
| <b>Sonstiges</b>                                                  | Kopfhörer-Anschluss, 10-Bit-Look-Up-Table, Lichtsensor                              | 3D-Polfilter-Technik                                                                | Kopfhörer-Anschluss                                                                                    | Lautsprecher                                                                          | -                                                                                     |
| <b>Eigenschaften (20 %)</b>                                       | 2,30                                                                                | 2,30                                                                                | 2,48                                                                                                   | 2,35                                                                                  | 2,37                                                                                  |
| <b>Betrachtungswinkel horizontal/vertikal</b>                     | 170/160 Grad                                                                        | 175/175 Grad                                                                        | 160/160 Grad                                                                                           | 160/160 Grad                                                                          | 175/175 Grad                                                                          |
| <b>Downsampling (50 %/100 %)</b>                                  | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                         | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                         | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                                            | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                           | 2.880 x 1.620/nicht möglich                                                           |
| <b>Kontrastverhältnis (statisch)</b>                              | 1.050:1                                                                             | 900:1                                                                               | 805:1                                                                                                  | 1.200:1                                                                               | 770:1                                                                                 |
| <b>Leistungsaufnahme**/Stand-by</b>                               | 25/0,8 Watt                                                                         | 36/0,8 Watt                                                                         | 28/0,6 Watt                                                                                            | 25/0,3 Watt                                                                           | 34/0,1 Watt                                                                           |
| <b>Leistung (60 %)</b>                                            | 2,20                                                                                | 2,38                                                                                | 2,21                                                                                                   | 2,44                                                                                  | 2,50                                                                                  |
| <b>Reaktionszeit/Schlieren-/Korona-Bildung</b>                    | 28 ms/sichtbar/gering                                                               | 28 ms/sichtbar/sichtbar                                                             | 25 ms/sichtbar/gering                                                                                  | 27 ms/sichtbar/gering                                                                 | 30 ms/sichtbar/gering                                                                 |
| <b>Subjektiv spieletauglich/Inputlag</b>                          | Bedingt/6 ms                                                                        | Bedingt/9 ms                                                                        | Bedingt/5 ms                                                                                           | Bedingt/6 ms                                                                          | Bedingt/8 ms                                                                          |
| <b>Regelbereich Helligkeit (0, 50, 100 %)</b>                     | 2, 100, 215 cd/m²                                                                   | 72, 168, 257 cd/m²                                                                  | 47, 148, 242 cd/m²                                                                                     | 94, 179, 266 cd/m²                                                                    | 68, 152, 232 cd/m²                                                                    |
| <b>Interpolation*</b>                                             | Vollbild, 4:3/gut                                                                   | Vollbild, 4:3/gut                                                                   | Vollbild, 4:3/befriedigend                                                                             | Vollbild, 4:3/befriedigend                                                            | Vollbild, 4:3/gut                                                                     |
| <b>Helligkeitsverteilung (Abweichungen)</b>                       | Max. 9 %                                                                            | Max. 11 %                                                                           | Max. 7 %                                                                                               | Max. 12 %                                                                             | Max. 15 %                                                                             |
| <b>Farbbrillanz/Farbechtheit</b>                                  | Gut bis sehr gut                                                                    | Befriedigend                                                                        | Gut                                                                                                    | Befriedigend                                                                          | Befriedigend bis gut                                                                  |
| <b>FAZIT</b>                                                      | + Ergonomie<br>+ Kontrastverhältnis<br>+ Reaktionszeit                              | + Overdrive-Regler<br>+ 3D-Technik<br>+ Reaktionszeit                               | + Sehr preiswert<br>+ Kurze Garantiezeit<br>+ Reaktionszeit                                            | + Kontrastverhältnis<br>+ Reaktionszeit<br>+ Kein DVI-Kabel                           | + Interpolation<br>+ Helligkeitsverteilung<br>+ Reaktionszeit                         |
|                                                                   | Wertung: <b>2,14</b>                                                                | Wertung: <b>2,27</b>                                                                | Wertung: <b>2,30</b>                                                                                   | Wertung: <b>2,37</b>                                                                  | Wertung: <b>2,40</b>                                                                  |

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





Bild: NEC, Digital Revolution

**Monitor-Tuning: So kalibrieren Sie Ihr Display für maximale Bildqualität**

# Perfekte Darstellung

Was nützen die beste PC-Hardware und Bildverbesserer wie 8x Supersample-AA (SGSSAA), wenn am Ende der PC-Monitor die Farben verfälscht? PCGH hilft und gibt Tipps für die Display-Kalibrierung.

Wer schon einmal an einem guten PVA- oder IPS-Display gespielt hat und die Reaktionszeiten außer Acht lässt, weiß, wie wichtig Farbbrillanz für ein gutes Spielgefühl ist. Doch die Qualität des Panels (TN, IPS oder VA) ist nicht maßgeblich für korrekt angezeigte Farben – die Kalibrierung ist entscheidend. Hinzu kommt, dass neben den Farben auch Kontrast- und Gamma-Werte stimmen müssen, damit Sie im Spiel Gegner auch in dunklen Ecken erkennen. In diesem Artikel wollen wir Ihnen daher erläutern, wie Sie mit Windows-Bordmitteln den Monitor besser einstellen und dass einfache Kalibrierungsgeräte nicht teuer sind. Das Thema Display-Justierung hat uns schon 2008 in Ausgabe 03 beschäftigt, dort hat der freie Autor J. Raimar Kuhn-Burger ausführlich das Farbmanagement am PC erklärt. Der Artikel aus 2008 dient als Grundlage für diesen.

## Kontrast verbessern

Die Darstellungsqualität lässt sich mit Tools und Windows-Bordmitteln optimieren. Unter anderem bietet Eizo mit dem Monitortest ([www.eizo.de](http://www.eizo.de)) ein solches Programm an. Einige der Tests sind allerdings noch für Röhrenmonitore ausgelegt. Mithilfe des Eizo Monitortests stellen Sie die Helligkeit und den Kontrast des Monitors so ein, dass möglichst alle Graustufen auf dem Monitor sichtbar sind.

Dabei sollte das dunkelste Grau gerade noch erkennbar sein. Ein Problem bei einigen LCDs ist der zu hohe Schwarzwert, der den Kontrastumfang des Bildschirms einschränkt. Eine sehr gute Alternative zum genannten Tool ist in Windows 7 bereits eingebaut. Klicken Sie sich ins Startmenü und geben Sie im Suchfeld „colorcpl.exe“ ein. Daraufhin startet ein Assistent zum Kalibrieren Ihres Monitors. Anhand von Beispielen wird sehr gut

erklärt, wie Gamma, Kontrast und sogar Farbwerte aussehen sollten. In der Schritt-für-Schritt-Anleitung rechts haben wir den Vorgang genau dokumentiert.

## Farbkalibrierung

Das Problem von preiswerten LC-Displays ist die Farbechtheit, denn Farben werden oft nicht im richtigen Ton dargestellt. Das ist gerade bei der Bildbearbeitung ein Problem, da Sie unter Umständen Farbtöne anpassen, die im Druck dann völlig anders aussehen. Grundsätzlich sollten Sie im Display „sRGB“ einstellen, da hier die Wahrscheinlichkeit am höchsten ist, dass die Farben von Display und Druck gleich sind. Manche Hersteller liefern für ihre Monitore spezielle ICC- oder ICM-Profile mit, die aber nur sehr geringen Ansprüchen genügen, da sie nicht auf das individuelle Gerät optimiert sind. Im Menü der meisten Bildschirme

## Messgeräte zur Justierung der Farbdarstellung

| Produkt                    | Preis       | PCGH-Preisvergleich                                                          |
|----------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------|
| X-Rite i1Display 2         | Ca. € 140,- | <a href="http://www.pcgh.de/preis/268048">www.pcgh.de/preis/268048</a>       |
| X-Rite i1Display Pro       | Ca. € 180,- | <a href="http://www.pcgh.de/preis/735691">www.pcgh.de/preis/735691</a>       |
| Datacolor Spyder 4 Express | Ca. € 90,-  | <a href="http://www.pcgh.de/preis/739160">www.pcgh.de/preis/739160</a>       |
| Datacolor Spyder 4 Pro     | Ca. € 115,- | <a href="http://www.pcgh.de/preis/739164">www.pcgh.de/preis/739164</a>       |
| Spyder 4 Elite             | Ca. € 160,- | <a href="http://www.pcgh.de/preis/739162">www.pcgh.de/preis/739162</a>       |
| Pantone Huey Pro           | Ca. € 90,-  | <a href="http://www.pcgh.de/preis/268052">www.pcgh.de/preis/268052</a>       |
| Quato iColor Display       | Ca. € 190,- | <a href="http://www.pcgh.de/preis/183725520">www.pcgh.de/preis/183725520</a> |



Bild: Photoindustrieverband

Mit dem „Digital Quality Tool“ haben Sie ein einfaches Werkzeug, um die Bildqualität zu verbessern. Die Software gibt es unter [www.photoindustrie-verband.de/dq-tool](http://www.photoindustrie-verband.de/dq-tool).

gibt es einen Farbmodus, in dem die Farbtemperatur eingestellt werden kann. Bei günstigen Modellen finden sich dafür nur Voreinstellungen wie zum Beispiel „Warm“, „Neutral“ oder „Kalt“, die in etwa mit 5.000, 6.500 und 9.500 Kelvin korrespondieren (aber meistens sehr ungenau sind). Bessere Geräte erlauben eine direkte Justage der Rot-, Grün- und Blau-Regler. Darüber hinaus gibt es noch einige Testbilder wie beispielsweise das DQ-Chart (siehe auch Bild), mit dem sich der Monitorkontrast und die Farbdarstellung optimieren lassen.

Es stellt sich aber grundsätzlich das Problem, dass man kaum visuell beurteilen kann, ob das Verhältnis der einzelnen Grundfarben zueinander der gewünschten Farbtemperatur entspricht. Es gibt dennoch Lösungen, die ohne weiteres technisches Zubehör ein Monitorprofil erzeugen können. Das kostenfreie Quickmonitorprofile liest das Farbprofil des angeschlossenen Monitors über das DDC-Protokoll der VGA- bzw. DVI-Schnittstelle aus. Wählt man dort einen Gammawert und einen Weißpunkt, der zu den Presets des Monitors passt, kann man ein ICC-Profil erzeugen und dieses in der Windows-Farbverwaltung für den Monitor aktivieren. Da das Auge ein recht unpräzises Messinstrument darstellt, ist eine solche Farbbeschreibung natürlich nicht besser oder schlechter als ein vom Hersteller mitgeliefertes ICC-Profil.

### Kalibrierung per Messgerät

Eine genaue Justage ist somit nur mittels eines Messgerätes möglich.

Lagen diese preislich vor ein paar Jahren noch bei einigen Hundert Euro, so sind Einstiegsmodelle – wie der Pantone Huey oder der Colorvision Spyder Express – nun bereits für etwa 90 Euro zu haben. Beide Lösungen erlauben die Festlegung der Parameter wie Farbtemperatur und Gamma, vermessen den Monitor entsprechend und erzeugen ein ICC-Profil. Dabei werden bestimmte Farbfelder von der Software am Bildschirm angezeigt und vom Messgerät erfasst. Die erkannten Abweichungen zwischen dem Soll- und dem Ist-Wert dienen als Grundlage für die Korrektur im Profil.

Professionellere Lösungen wie das Quato Icolor-Display mit Silver-Haze-Pro-Colorimeter oder das Xrite Eyeone-Display erlauben für etwa 200 Euro auch die individuelle Justage des Monitors, um die Qualität der Profilierung und Kalibrierung zu erhöhen. Das erzeugte Farbprofil wird in der Windows-Farbverwaltung aktiviert und steht danach allen Programmen zur Verfügung. (ma)

### Fazit

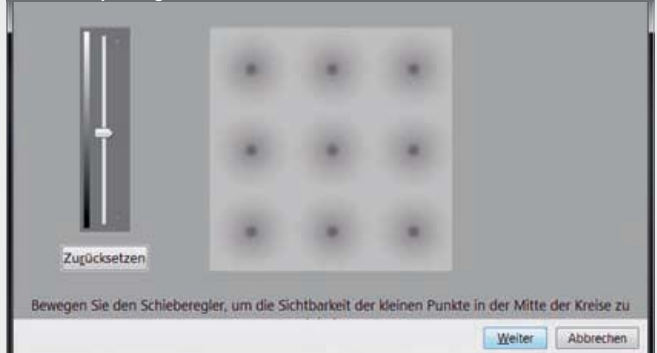


#### Darstellungsqualität verbessern

Selbst wenn Sie keine Bildbearbeitung am PC betreiben, ist es ratsam, zumindestens die Kontrast- und Gamma-Werte zu optimieren. Die Darstellungsqualität in Spielen profitiert ebenfalls von einer korrekten Farbtongwiedergabe. Die Farbkalibrierung per Messgerät lohnt sich allerdings hauptsächlich für Hobby- und natürlich Profifotografen.

## Windows-Farbkalibrierung (colorcpl.exe)

### Gamma-Anpassung



Einen Schritt früher wird Ihnen angezeigt, wie dieses Bild mit dem optimalen Gamma-Wert aussehen sollte. Mit dem Regler versuchen Sie, dies einzustellen.

### Helligkeitsanpassung



Das „X“ im Hintergrund sollte noch gerade so erkennbar sein. Dies stellen Sie über den Helligkeitsregler Ihres Monitors ein.

### Kontrastanpassung



Ein sattes Schwarz soll das Bild zeigen, aber nicht zu viel Kontrast, denn die Konturen des Hemdes müssen sichtbar bleiben. Nutzen Sie den Kontrastregler des LCDs.

### Farbanpassung



Mithilfe dieses Bildes sollen Farbstiche erkannt und behoben werden. Regeln Sie die zu stark präsente Farbe mittels der gezeigten Regler herunter.

# Spiele & Software

Spiele, Software, Tools, Windows, Freeware, Praxistipps



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

## Kommentar

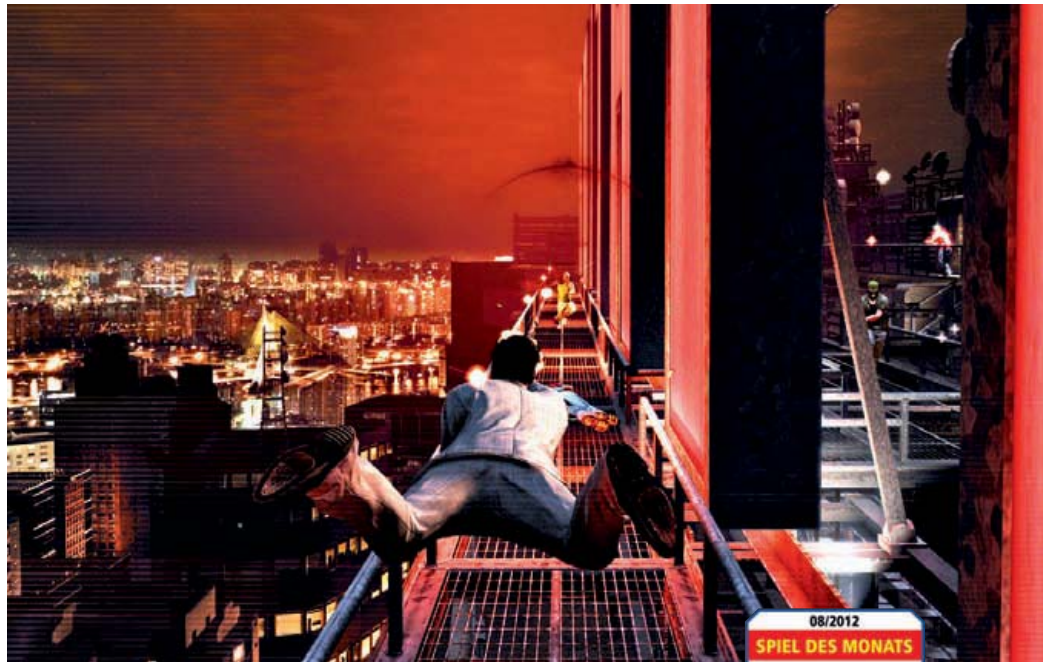
**Entwickler-Urgestein Warren Spector prangert die Gewalt in Spielen an – und das zu Recht.**

„Spiele wie *Hitman* sind zu brutal – Gewalt muss aufhören“, das fordert Designer-Legende Warren Spector (u. a. *Deus Ex*, *System Shock*) in einem offenen Gespräch mit den Kollegen von Gamesindustry nach seinen E3-Präsentationsterminen. Er mache sich große Sorgen um die grafische Gewaltspirale, in der sich die Branche befinde. Wie der Spieleveteran im Interview mitteilte, habe er 2004 Eidos verlassen, als er erkannte, welche Richtung das Studio bei der Entwicklung von Titeln wie *Hitman*, *25 to Life* und *Crash & Burn* einschlug. In seinen Augen waren diese Spiele einfach nur ultrabrutal und zeugten von extrem schlechtem Geschmack. Auch auf der diesjährigen E3 habe er zu viel Gewalt in Spielen gesehen und befürchte, dass Spieler und Entwickler mittlerweile eine Form von Fetisch für die dargestellte Brutalität entwickelt hätten. Sectors Forderung, dass diese extreme Gewalt aufhören müsse, kann ich mich nur anschließen. Ich als Spieleredakteur begegne bei meiner täglichen Arbeit oft Versuchen, fehlende Inhalte oder ein abgenutztes Gameplay mit reißerischer Gewalt zu kaschieren. Blutfontänen, eine Bullet-Cam oder kunstvoll verlangsamte Kopfschüsse haben mich noch nie begeistert. Im Gegenteil, ich halte so etwas für ganz schlecht gemachte Effekthascherei!



## Verkaufs-CHARTS\*

| Platz | Titel                           | Hersteller      |
|-------|---------------------------------|-----------------|
| 1.    | Diablo 3                        | Blizzard        |
| 2.    | Max Payne 3                     | Rockstar Games  |
| 3.    | Die Sims 3                      | Electronic Arts |
| 4.    | The Elder Scrolls 5: Skyrim     | Bethesda        |
| 5.    | Risen 2: Dark Waters            | Deep Silver     |
| 6.    | Battlefield 3                   | Electronic Arts |
| 7.    | Call of Duty: Modern Warfare 3  | Activision      |
| 8.    | Battlefield 3 (Limited Edition) | Electronic Arts |
| 9.    | Anno 2070 (Limited Edition)     | Ubisoft         |
| 10.   | Tera                            | Frogster        |



## Max Payne 3

**Das Warten auf Max Paynes dritten Einsatz am PC hat sich gelohnt. Der Titel spielt sich nicht nur besser als an der Konsole, er sieht auch schöner aus.**

Obwohl Rockstar Games bei *Max Payne 3* das Setting in den brasilianischen Moloch São Paulo verlegt, bleibt die zynische, düstere Atmosphäre der Reihe erhalten. Bezüglich des Spielgeschehens wagen die Macher allerdings keine Experimente. Nach wie vor lenken Sie Max aus der dritten Person durch eng gesteckte Levels und dezimieren auf manchmal schon sehr brutale Art die recht clever agierenden Kontrahenten. Dabei sind die Gefechte dank spektakulärer Bullet-Time-Szenen, zahlreicher Videosequenzen sowie toll und abwechslungsreich gestalteter Schauplätze perfekt inszeniert. Änderungen wie das neue Deckungssystem, bei dem Max per Tastendruck hinter Mauern oder dergleichen Schutz sucht, oder die Gegebenheit, dass er im dritten Teil nur noch zwei Handfeuerwaffen und ein schweres Kaliber mit sich herumschleppen kann, verleihen den Schusswechseln im Vergleich zu den Vorgängern mehr taktischen Tiefgang.

Eine weitere Neuerung, die Rockstar der Serie spendiert hat, ist der die Varianten Deathmatch,

Team Deathmatch, Payne Killer und Gang Wars enthaltende Multiplayer-Modus, bei dem auch die Bullet-Time eingesetzt werden kann. Da die Kämpfe hier allerdings wenig spektakulär umgesetzt sind und es keine dedizierten Server gibt, ist der Mehrspieler-Part nicht mehr als eine nette Dreingabe. Dafür glänzt die PC-Version mit ihrer DX11-Optik, einer besseren Menüführung und einer frei konfigurierbaren, sehr guten Maus- und Tastatur-Steuerung. Zwei Kritikpunkte müssen sich jedoch beide *Max Payne 3*-Varianten gefallen lassen: Zum einen ist kein freies Speichern möglich, zum anderen bietet der Action-Titel zu wenig Abwechslung und ruhige Momente werden zu selten eingestreut. (fs)

### Max Payne 3

**FAZIT:** Der neue *Max Payne* ist perfekt inszeniert und besitzt eine düstere Atmosphäre. Die spektakuläre Bullet-Time und das Deckungssystem bringen Taktik in die Kämpfe. Das Level-Design fällt fantastisch aus und sorgt für viel Motivation. Leider geht dem Titel ab dem letzten Drittel etwas die Luft aus.

Genre: **Action** | Web: [www.rockstargames.com/max-payne3/](http://www.rockstargames.com/max-payne3/) | Technik: **DX11-API mit Tessellation, HDAO und MSAA; Multicore** | PCGH-Hardware-Empfehlung: **FX-8120/ Core i5-3570K, GTX 570 Ti/HD 7850, 4 GiB RAM**

**WERTUNG**

**1,50**

[www.pcgameshardware.de/spiele](http://www.pcgameshardware.de/spiele)


## BÄM!: Runde 2

**BÄM! Der COMPUTEC Games Award geht in die nächste Runde. Seit 12. Juni läuft die Abstimmung für die jeweils fünf beliebtesten Nominierungen.**

Nvidia GeForce GTX 680 (Grafikkarte), Logitech G400 (Maus), Apple iPad der 3. Generation sowie Asus Eee Pad Transformer Prime (Tablet) und Sony Playstation Vita (Konsole) – das sind die fünf beliebtesten Produkte in der Kategorie „Hardware & Zubehör“, die im ersten, am 11. Juni abgeschlossenen Wahlgang des BÄM!-Awards ermittelt wurden. In der zweiten Abstimmungsrunde können die Leser von PC Games Hardware sowie anderer COMPUTEC-Zeitschriften und -Webseiten unter [www.bamaward.de](http://www.bamaward.de) erneut in elf Disziplinen für ihren Favoriten abstimmen. In der Stichwahl, die noch bis Ende Juli andauert, wird aus den Siegern aller Kategorien der Titel/das Produkt ermittelt, der/das am 17. August den Computec-Publikumspreis überreicht bekommt. (fs)

## Spieleneuheiten

Die Menge an Neuerscheinungen ist in diesem Monat überschaubar. Mit *Krater*, einem schwedischen *Fallout*-Klon, sowie dem Spiel zur *Game of Thrones*-Reihe bleiben nur zwei Titel knapp unter einer Vier-Sterne-Wertung. Beim Spiel-des-Monats-Award hat der dritte *Max Payne*-Teil knapp die Nase vorn vor dem um ein Religionssystem erweiterten *Civilization 5*. (fs)

| Wertung | Titel                              | Publisher         | Erscheinungstermin |
|---------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| ★★★★★   | Max Payne 3 (Spiel des Monats)     | Rockstar Games    | 1. Juni 2012       |
| ★★★★★   | Civilization 5: Gods & Kings       | 2k Games          | 22. Juni 2012      |
| ★★★★★   | Alan Wake's American Nightmare     | Nordic Games      | 22. Mai 2012       |
| ★★★★★   | Das Schwarze Auge: Satinavs Ketten | Deep Silver       | 22. Juni 2012      |
| ★★★★★   | Spec Ops: The Line                 | 2k Games          | 29. Juni 2012      |
| ★★★★★   | Game of Thrones                    | Dtp Entertainment | 8. Juni 2012       |
| ★★★★★   | Krater                             | Fatshark          | 12. Juni 2012      |

## Star Wars 1313: Kopfgeldjagd mit UE3

**Mit der Hilfe von Lucasfilm, ILM, Skywalker Sound und Epics aktueller Engine will Lucasarts den Kopfgeldjäger-Shooter filmreif in Szene setzen.**

Einen halbwegs guten *Star Wars*-Titel für Einzelspieler, der auch das Leistungspotenzial aktueller Spiele-PCs voll nutzt, gab es längere Zeit nicht. Mit *Star Wars 1313*, das Lucasarts auf der diesjährigen E3 erstmals der Öffentlichkeit präsentierte, könnte sich das ändern. Die Mischung aus Deckungs-Shooter und Action-Adventure, in welcher der Spieler weder Sith noch Jedi begegnet, wird mit filmreifer Qualität am PC und mit Abstrichen für der Konsole inszeniert. Daher sind neben Lucasarts auch die Schwesterfirmen Lucasfilm, Industrial Light & Magic und Skywalker Sound an der Entwicklung beteiligt.

Anstatt gefilmte Zwischensequenzen einzusetzen, nutzen die Entwickler Performance-Capturing. Hier wird der gesamte Körper von Schau-

spielern per Motion-Capturing digitalisiert und die Stimmen der Akteure synchron zu ihren digitalen Ebenbildern aufgenommen. Das sah im Making-of-Video sowie in der uns auf der E3 2012 präsentierten Spielszene schon ganz gut aus. Nicht zuletzt sorgt auch die Unreal Engine 3 für eine ansprechende Optik während des Einsatzes als Kopfgeldjäger auf der namensgebenden Ebene 1313 des Planeten Coruscant. (fs)



## Watch Dogs: Überraschungshit der E3

**Eine düstere Zukunftsversion als Setting und ein ungewöhnliches Spielprinzip – Ubisofts Actionspiel Watch Dogs schlug auf der E3 ein wie eine Bombe.**

Ein Grund, warum das auf der E3 erstmalig gezeigte Action-Adventure *Watch Dogs* für großes Erstaunen sorgte, ist sein unverbrauchtes Setting. Im grafisch toll in Szene gesetzten Chicago ist die digitale Vernetzung sehr weit fortgeschritten und Computerprogramme haben die Steuerung der meisten elektronischen Systeme übernommen. CtOS ist eines der größten und mächtigsten Programme, das nicht nur den Verkehr (Ampeln, aufklappbare Brücken) steuert, sondern auch die Telefongespräche, Bankgeschäfte und persönliche Daten aller Stadtbewohner überwacht.

In diesem als offene Spielwelt gestalteten Chicago muss der Spieler in der zehnminütigen E3-Präsentation als Computerexperte Aiden Pearce den

Mörder Joseph DeMarco aufspüren. Der Clou bei der Spielmechanik: Mithilfe seines Smartphones greift Hacker Aiden auf das CtOS zu und kann Handys blockieren, den Verkehr beeinflussen und Züge kontrollieren. Per Koop-Modus wird Aiden sogar von einem weiteren Spieler beim Manipulieren der Elektronik per Handy unterstützt. (fs)





## Technische Details zur Physiksimulation in Prototype 2

# Powerplay der Physik

Bereits der erste Prototype-Teil bot eine leistungsstarke Physiksimulation. Für Prototype 2 hat Radical Entertainment die Titanium-Engine erneut überarbeitet, sodass jetzt noch mehr Dinge zu Bruch gehen.

Wie der Rest der Technik hinter *Prototype 2* ist auch der Physik-Part der Titanium-Engine hausgemacht. Die Gründe für den Verzicht auf eine Lizenzlösung lagen laut den Informationen des Technischen Leiters Bryan Brandt auf der Hand. Zum einen sei man stolz darauf, bei Radical Entertainment viele talentierte Physik-Programmierer zu beschäftigen. Zum anderen traue

man diesen zu, einen Physikmotor zu erschaffen, der in puncto Geschwindigkeit sowie Qualität mit Konkurrenzprodukten wie Havok oder Physx mithalten könnte, indem die SPUs der PS3 systemnah sowie die Mehrkernentechnik der Xbox 360 voll genutzt würden. Ein hauseigenes Physik-Entwicklerteam eröffne außerdem die Möglichkeit, bei auftretenden Fehlern schnell und mit

einer Code-Änderung zu reagieren sowie aus der Technologie neue Features herauszuholen. Welche Besonderheiten Bryan Brandt hier im Kopf hat und welche Technik genau hinter dem speziellen Zerstörungssystem von *Prototype 2* steht, erklärt er uns im Entwicklergespräch.

### Eine große Herausforderung

Der Aufbau einer Physik-Engine für ein Open-World-Spiel stellte die Programmierer vor schwere Aufgaben. Die größte Herausforderung bei der Entwicklung der Spielphysik des zweiten *Prototype*-Teils umreißt Bryan Brandt wie folgt: „Die Physik im Hintergrund von *Prototype 2* sollte in der Lage sein, Hunderte von dynamisch simulierten Objekten in Szene zu setzen, die alle potenziell miteinander kollidieren und sich physikalisch korrekt untereinander beeinflussen können“, erfahren wir von unserem Gegenüber. Übertriebene Action in einer offenen Spielwelt sei immer das Markenzeichen der *Prototype*-Reihe gewesen, berichtet Bryan Brandt. So sei eine Technik,

die sehr hohe Objektzahlen mit physikalischen Eigenschaften unterstütze, nicht nur von höchster Wichtigkeit für den Erfolg, sie habe sich auch bisher als Wettbewerbsvorteil des Franchise erwiesen.

Eine der Hürden, die es dabei laut Bryan Brandt zu bewältigen gab, war es, den Programmcode der Simulationen klein genug zu halten, sodass er so wenig wie möglich Speicherplatz belegt. Noch wichtiger aber, räumt der Cheftechniker ein, war die optimale Nutzung der verfügbaren Prozessor-Rechenleistung. Die Physik-Kalkulationen sollten so schnell wie möglich ausgeführt werden, und zwar mit einer konstant hohen Framerate.

### Noch mal nachgelegt

Trotz des gelungenen Debüts der eigenen Physik-Simulation in *Prototype* will Radical mit dem zweiten Teil Erweiterungen präsentieren. Diese bauen direkt auf der bereits vorhandenen Physik-Technologie auf, laut Bryan Brandt sei dies ein



Einige Partikeleffekte, die wie Regen oder Explosionsrauch auf physikalischen Gesetzen basieren, nutzen die GPU bei der Darstellung. Den Rest der Physik berechnet die CPU.

eindeutiges Zeugnis für die Skalierbarkeit der zugrunde liegenden Engine. Im Vergleich zum Vorgänger setzt *Prototype 2* wesentlich mehr sogenannte „Constraints“ ein. Das werde besonders gut bei den neuen Fähigkeiten der Ranken-Arme des Protagonisten deutlich, ergänzt unser Gesprächspartner. Bei den „Constraints“ handle es sich um ein Physik-Feature, das es ermögliche, einen Körper mithilfe verschiedenster physikalischer Parameter an einem anderen zu befestigen. Dabei haben sich das richtige Verfahren für die Suche nach den Verbindungspunkten und die Feineinstellungen für die durch die Ranken-Kräfte verursachten dynamischen Verbindungen als sehr arbeitsaufwendig herausgestellt. Zusätzlich mussten aber auch viele neue Constraint-Typen erschaffen werden, um das Ranken-Feature überhaupt unterstützen zu können.

### Physik-Technik im Detail

Die Zerstückelung respektive das Abtrennen von Körperteilen ist eines der zentralen, wenn auch moralisch bedenklichen Elemente der Spielphysik von *Prototype 2*. Auf unsere Frage nach der Technologie im Hintergrund erklärt uns Bryan Brandt, dass eine Kombination aus mehreren Techniken hinter dem neuen Feature stecke. Dazu gehören segmentierte Modelle („Segmented Models“), der dynamische Textur-Austausch („Texture Swapping“), mehrschichtige Treffer- und Beschädigungsspuren („Layered Decals“) sowie eine auf den oben erwähnten Constraints basierende Ragdoll-Simulation. „Für unsere menschlichen Charaktere wenden wir aktuell ein generisches Basismodell an, das von unseren Modellierern im Vorfeld schon an sehr vielen Schnittstellen auseinandergenommen wurde“,

beschreibt Bryan Brandt. „Dabei tragen wir die Texturen des Originalmodells dynamisch auf die bereits mit Schnittpunkten versehene generische Variante auf, die dann zum Zeitpunkt der Zerstückelung mit dem Original getauscht wird“, schildert er das Verfahren, welches eine individuelle Modellierung für jeden einzelnen Soldaten oder Fußgänger unnötig macht.

Bei den monströsen Gegnern und Militärfahrzeugen werde das Zerstückelungssystem dagegen für jeden Charakter und jedes Modell einzeln angefertigt. Die Deformation von Fahrzeugen bestehe dann beispielsweise aus dem volumenbasierten Blending zwischen den ursprünglichen und zerstörten Meshes auf der GPU. So habe der Spieler die Möglichkeit, metallische Strukturen auf Basis der Position eingehender Attacken sichtbar zu beeinflussen, fügt Bryan Brandt hinzu.

### Schwerstarbeit für CPUs

Mit Ausnahme einiger physikbasierter Partikeleffekte, die von der GPU ausgeführt werden, etwa Regen, ist für die Physikberechnungen in *Prototype 2* der Prozessor zuständig. Dabei kommt es der Engine eindeutig zugute, dass sie, wie Radicals Chef-Entwickler mehrmals betont, komplett mehrkernoptimiert ist und die Kollisionsberechnungen sowie die Simulationsroutinen auf alle zur Verfügung stehenden Threads verteilt werden. Parallel dazu laufe auch der Game- und der Rendering-Thread ab, erläutert uns Bryan Brandt am Ende unseres Tech-Talks. Die CPU-Rechenaufwand für die Physik variere zwar stark, könne bei heftiger Last und vor allem mit schwacher Hardware bis zu einem halben Simulations-Frame betragen. (fs)

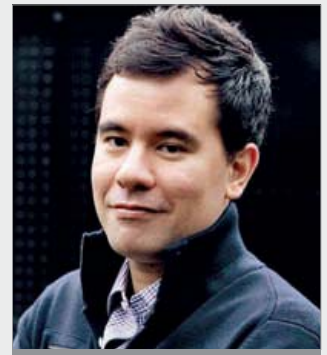
## Interview: Physik mit sehr hoher Qualität nur am PC

**PCGH:** Seid ihr mit der Leistung der Konsolen-Hardware für eine hochwertige Physik zufrieden oder gab es Einschränkungen? Bleibt der PC im Gegenzug die Plattform, die dank leistungsstärkerer Komponenten Physik-Effekte mit der höchsten Qualität bietet?

**Bryan Brandt:** Physik-Berechnungen waren nur selten die Leistungsgengstelle bei *Prototype 2*. Das liegt daran, dass wir die Engine über die Jahre hinweg sehr stark für die konsequente Mehrkernnutzung optimiert haben. Viel öfter war dagegen die Grafik-Engine der Flaschenhals, da wir diese komplett umprogrammieren mussten und sie jetzt mit Floating-Point-Buffern auf allen Plattformen rendert. Allerdings bietet der PC bei der Physiksimulation sowohl die höchste Qualität als auch die größte Detailfülle. Die Ursache dafür sind die am PC im Vergleich zur Konsole deutlich höher ausfallenden Frameraten und die generelle Option, den Level of Detail dank leistungsstarker PC-Hardware in die Höhe schrauben zu können.

**PCGH:** Gibt es auch Physiksimulationen, die ihr gerne ins Spiel integriert hättet, wenn mehr Rechenleistung zur Verfügung stünde, als aktuelle High-End-Hardware zu bieten hat? Was wäre machbar, wenn es überhaupt keine Limitierung durch die Hardware gäbe?

**Bryan Brandt:** Bei einem Spiel wie *Prototype 2* hätten wir so gerne die Zahl der dynamischen Objekte pro Spielszene noch stark erhöht. Explosionen, die durch thermobarische Waffen ausgelöst



Bryan Brandt, Radical Entertainment

werden, könnten außerdem noch spektakulärer und mit größeren Dimensionen dargestellt werden. Des Weiteren hätten wir mit viel leistungsfähigerer Hardware wesentlich detailliertere und dynamischere Formen der Zerstückelung und Deformation sowohl für die auf einer menschlichen Anatomie basierenden Charaktere als auch für alle Fahrzeuge ausführen können. In der Realität tendieren Objekte nämlich dazu, sich zu biegen und mehr zusammengequetscht zu werden, als das Videospiele typischerweise darstellen. Genau das wird ein Bereich sein, in dem wir in Zukunft viel forschen werden.

**PCGH:** Gibt es ein Beispiel für ein originelles Physik-Feature, das die Programmierer erst aus der Engine herauskitzeln mussten?

**Bryan Brandt:** Da fällt mir spontan die Fähigkeit von James Hellers Ranken-Armen ein. Die Möglichkeit, andere Objekte aufzuhängen, ist ein Feature, das in der Basis-Architektur der Physik-Engine so anfangs nicht vorgesehen war.



Bei Vehikeln werden Physik-Bibliotheken für die Zerstückelung individuell angefertigt. Für menschliche Charaktere wird ein voher zerlegtes, generisches Basismodell erstellt.



Die Ranken-Arme des Protagonisten erhalten neue physikalische Eigenschaften. Die Technik im Hintergrund: Constraints, mit denen ein Körper an einen anderen befestigt wird.



Ambitioniertes Rennprojekt der Slightly Mad Studios

# Start your DX11-Engine

Hinter Project Cars verbirgt sich nicht nur eine ungewöhnliche Art der Spiele-Entwicklung, sondern auch ein beeindruckendes Technik-Gerüst. PC Games Hardware blickt unter die Motorhaube.

Die Slightly Mad Studios sind in Sachen Rennspiele kein unbeschriebenes Blatt, so entwickelte das in London ansässige Team unter anderem die beiden *Need for Speed Shift*-Spiele im Auftrag von Electronic Arts. Das aktuelle Projekt beziehungsweise dessen Arbeitstitel lautet passenderweise *Project Cars* und wird in Zusammenarbeit mit einer sehr aktiven Community erstellt. Diesen Vorgang nennen die Entwickler „World of Mass Development“, frei übersetzt: Welt des gemeinsamen Schaffens.

Die Simulation existiert derzeit in einer sogenannten „pre-alpha build“ für den PC (bis Redaktionsschluss war die Version 234 aktuell). Wer diese spielen möchte, muss vorab Geld investieren: Die Staffeln reichen vom „Junior“, was zehn Euro entspricht, über das „Full Member“ (45 Euro) bis hin zum „Senior Manager“ (25.000 Euro) – je nach

Auswahl dürfen Sie auch exklusive Fahrzeuge und Stecken nutzen sowie Feedback im Forum geben, vor allem aber aktiv an der Entwicklung des Spiels teilnehmen. Je nach Investition erhalten Sie Zugriff auf monatliche, wöchentliche oder alle „builds“, also Spielversionen.

Mittlerweile sind über 50.000 Spieler angemeldet und mehr als eine Millionen Euro gespendet worden. Das Team peilt derzeit eine PC-Veröffentlichung für 2013 an – Versionen für die Xbox 360, die Playstation 3 und die Wii U folgen. Ein genaues Datum möchte Slightly Mad Studios im Laufe des Jahres bekannt geben. Man peilt mindestens eine 90er-Wertung an.

## Rennboliden und Pisten

Im Laufe der Zeit sicherte sich Slightly Mad Studios die Lizenzrechte an diversen Fahrzeugen, beispielsweise Klassikern von Ford,

Lotus sowie den Pagani-Modellen Zonda R (die Racing-Variante des C12F), dessen Straßenversion Cinque und dem Nachfolger Huayra, aber auch an verschiedenen Modellen des Mitsubishi Lancer Evolution. Weiterhin stehen bisher gut zwei Dutzend Strecken bereit. Hierbei handelt es sich zumeist um Nachbauten realer Orte wie dem berühmten Laguna Seca Raceway, im Spiel als „Monterey“ bezeichnet (der Track befindet sich in der Nähe dieser kalifornischen Stadt).

Hinsichtlich der Spielmodi bietet *Project Cars* neben Rally, Touring, Drift, Gran Turismo, Indy Car und einer Karrierefunktion auch das klassische 24-Stunden-Rennen von Le Mans – alleine oder im Multiplayer, in Zeitraffer oder Echtzeit. Ohnehin dürfen Sie wie gewohnt jegliche Stellschrauben, egal ob am Track oder Ihrem Fahrzeug, justieren, selbiges gilt für das Wet-

ter (samt mit der Zeit trocknenden Strecken!) sowie die Tageszeiten. Die Steuerung reicht von Gamepad-tauglicher Kontrolle über anspruchsvollere Einstellungen bis hin zum ultimativen Lenkrad-Einsatz ohne Fahrhilfen. Dementsprechend spielen Sie auf Wunsch mit Helm- oder Cockpit-Kamera; die Fahrzeuge lassen sich bei Unfällen komplett zerlegen. Der Rennfahrer Ben „The Stig“ Collins steht *Project Cars* als Berater zur Seite.

## Ein verrücktes Grundgerüst

Wie bereits erwähnt, existiert derzeit eine öffentlich zugängliche PC-Pre-Alpha-Version, die ständig aktualisiert wird – die zugrunde liegende Engine bezeichnen die Entwickler als „Madness“, zu Deutsch: Wahnsinn. Im Gespräch mit Slightly Mad Studios, darunter auch dem für die PC-Grafik verantwortlichen Martin „Griff“ Griffiths, erläuterte dieser, dass die Madness-Engine



Bild: Slightly Mad Studios

Auch abseits der Fahrzeuge überzeugt die Madness-Engine und zaubert tolle Lichtstimmungen sowie einen fließenden Tag-Nacht-Wechsel auf den Screen.

in Form von *Project Cars* einen „Deferred Renderer samt einem Pre-Light-Pass sowie einer HDR-Pipeline mit vielen Techniken wie Tiefen- plus Bewegungsunschärfe, Umgebungsverdeckung, Bloom, Parallax Occlusion Mapping und vorberechneter Radiosität“ nutze.

Der Deferred Renderer gestattet es dem Studio, eine dynamische Echtzeitbeleuchtung ins Spiel zu bringen, die unter anderem den erwähnten Tag-und-Nacht-Wechsel ermöglicht. Das bekannte High Dynamic Range Rendering samt Tone-Mapping wiederum simuliert Überblendeffekte, die durch die Lichtquellen entstehen: Wenn Sie um eine Kurve in Richtung Sonne fahren, so blendet diese einige Sekunden stark, aber langsam gewöhnt sich das Auge daran respektive die Engine reduziert den Kontrastumfang.

### Schattig und hochauflösend

Im Falle der Umgebungsverdeckung (Ambient Occlusion) setzt das Studio auf eine eigene Implementierung, Griff ergänzt: „Unser Algorithmus weist deutlich weniger Artefakte auf als die Methoden, die in konkurrierenden Spielen verwendet werden.“ Besonders deutlich wird Verschattung bei den Fahrzeugen auf der Strecke, da der typische Schweben-Effekt fehlt. Obendrein sorgt die erwähnte Bewegungsunschärfe für ein exzellentes Geschwindigkeitsgefühl.

Apropos Schatten: „Die Schattenauflösung ist natürlich anpassbar, das aktuelle Limit liegt bei 2.048 x 2.048 Texeln – da vier Stufen (cascaded) vorhanden sind, misst eine Shadow Map bis zu 8.192 auf 2.048 Texel“. Um diese mit weichen Kan-

ten auszustatten, so Slightly Mad Studios, habe man eine eigene Lösung entwickelt, welche mehrere Werte miteinander vermischt. Die Entwickler betonen weiterhin: „Wir nutzen die hochauflösendsten Texturen, die wir liefern können.“ Die Pixeltapeten der Rennbolide etwa bieten eine Kantenlänge von 2.048 Texeln, „Standardversionen belaufen sich auf eine 1.024er-Kantenlänge“. In Zeiten von Konsolenportierungen, die mit 512 oder 256 Texeln ein Viertel oder gar nur ein Achtel dieser Auflösung liefern, ist dies durchaus beeindruckend.

### Extrem viele Polygone

So gelingen die Strecken- und Fahrzeug auch sind, wenn die Rennbolide optisch nicht überzeugen, dann leidet auch das Gesamtbild. Daher baut Slightly Mad Studios enorm detaillierte Autos in sein Spiel ein. Entwickler-Boss Ian Bell etwa erläutert: „Wir arbeiten mit rund 200.000 Polygonen für die Außenperspektive und zusätzlichen 50.000 für die Cockpits.“

Am PC sei dies kein Problem, auf Konsolen hingegen ist „der Speicher das wahre Übel. Wenn wir den Polycount vervierfachen, erhöhen sich die nötigen Mesh-Daten derart, dass 512 MiByte Arbeitsspeicher einfach zu wenig sind“. Die Mengen an Dreiecken sind jedoch auch am PC nicht völlig unproblematisch: *Project Cars* bietet Strecken und Rennen mit bis zu 64 Fahrzeugen zugleich, wer hier im hinteren Teil des Feldes fährt, dessen Prozessor muss angesichts der Polygon-Masse durchaus ackern. Die PC-Reifenphysik befindet sich derzeit noch in Arbeit und auch die künstliche Intelligenz der Mit-



Bild: Slightly Mad Studios

Wenngleich in der Pre-Alpha noch viele Strecken längst nicht fertig sind, so überzeugen diese bereits durch eine sehr hohe Sichtweite sowie ihre Detailverliebtheit.

## Interview zu Kantenglättung (SSAA) und Direct X 11

**PCGH:** Welche Optimierungen habt ihr neben dem experimentellen Direct-X-11-Multithreading noch in die Engine implementiert, um die Leistung oder die Optik durch die DX11-Schnittstelle zu verbessern?

### Slightly Mad Studios (SMS):

Wir setzen für die Berechnung der weichen Schattenkanten unter Direct X 11 auf Gather 4, das die Berechnungsgeschwindigkeit deutlich erhöht. Der DX11-Code ist aber derzeit noch nicht optimiert, da er bei Project Cars erstmals zum Einsatz kommt.

**PCGH:** Eine sehr beliebte DX11-Technik ist Tessellation, die bisher unseres Wissens in Project Cars nicht zum Einsatz kommt.

**SMS:** Richtig – und wir haben aktuell auch keine Pläne, dies zu unterstützen. Tessellation verringert zwar die nötige Datenrate bei gleicher Optik [Anm. d. R.: da die CPU entlastet wird], wir aber sind der Ansicht, dieser Vorteil ist nicht signifikant genug, damit wir auf eine solche Methode wechseln. Zudem hat dynamische Tessellation den Nachteil, dass sich die Optik aufgrund der sich verändernden Geometrie verschlechtern kann – bei einem statischen Modell mit sehr vielen Polygonen passiert das nicht.

**PCGH:** Deferred Rendering und Multisampling-Kantenglättung sind unter DX9 problematisch, die „High AA“-Methode mit vier Samples funktioniert aber sehr gut, sprich ist besser als das ebenfalls gebotene „normale“ MSAA (4x und 8x) – wo ist der Trick bei eurer Implementierung?

**SMS:** Diese proprietäre Lösung hat uns sehr viel Arbeit und Zeit gekostet, daher werde ich sie hier nicht näher erläutern ;-)

**PCGH:** Neben MSAA gibt es die Shader-basierten Glättungsmethoden FXAA (Nvidia) und MLAA (AMD) sowie das neuere SMAA (Crytek in Zusammenarbeit mit der Universität von Saragossa).

**SMS:** MSAA lässt sich mit den Techniken kombinieren, aber bis auf SMAA fehlen die Subpixel-Informationen. Weiterhin soll jeder selbst entscheiden, ob ihm ein weiches oder schärferes Bild lieber ist.

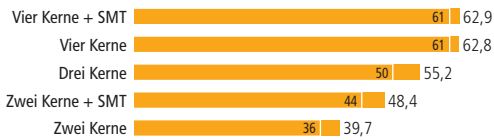
**PCGH:** Wir haben gehört, ihr arbeitet an einer bestimmten Art von Super-Sampling-Glättung?

**SMS:** Wir planen, mit doppelter Auflösung zu rendern, also 2x SSAA. Erst danach folgen die Post-Effekte und das Interface, was viel schneller als Downsampling ist.



## Project Cars skaliert gut mit mehr CPU-Kernen

Pre-Alpha v0234, Anhalt GP, 36 Fahrzeuge – 720p, max. Details, kein AA/AF



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

**System:** Geforce GTX 580 @ 900/1.800/2.300 MHz, Xeon E3-1230 v2, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo aus; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24 (HQ) **Bemerkungen:** Ausgehend von zwei Kernen erhöhen vier die Fps um 58 Prozent – gut, aber nicht ideal.

Min. Ø Fps  
► Besser

## DX11 im CPU-Limit deutlich schneller als DX9

Pre-Alpha v0234, Anhalt GP, 36 Fahrzeuge – 720p, max. Details, kein AA/AF



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

**System:** Geforce GTX 580 @ 900/1.800/2.300 MHz, Xeon E3-1230 v2, Intel Z77, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo aus; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.24 (HQ) **Bemerkungen:** Der Zuwachs von 44 Prozent beeindruckt, die Entwickler erwarten jedoch mehr.

Min. Ø Fps  
► Besser



Der Fotomodus erlaubt dank manuell einstellbarer Tiefenunschärfe nicht nur tolle Bilder, sondern zeigt auch die extrem fein modellierten Fahrzeuge im Detail.

## Kantenglättung im Vergleich



Die Kombination aus vierfacher „High AA“ (4x-MSAA-Custom-Lösung für Polygone) und SMAA (Enhanced Subpixel Morphological Antialiasing) glättet nahezu perfekt.

fahrer ist keineswegs final. Die Fahrphysik wiederum ist natürlich bereits enthalten und basiert auf einer von Slightly Mad Studios hausintern entwickelten Lösung. „Die Eingabe und die Physik sind komplett voneinander entkoppelt“, erläutert Griffiths, „weiterhin ist die interne Berechnungsgeschwindigkeit höher [Anm. d. R.: als die Bildrate], damit die Steuerung sowie das Force Feedback so schnell wie nur irgendwie möglich reagieren.“

Der Entwickler führt aus, „für die Kollisionsabfrage setzen wir auf Nvidias Physx-Bibliothek in der Version 2.84 – jedoch sieht die Planung vor, dass wir demnächst auf die neue 3.2-Ausbaustufe wechseln werden um von deren neuen Fähigkeiten zu profitieren.“

## Mehr Fps dank Multicore

Zu den Möglichkeiten der aktuellen Physx-Version zählt unter anderem die von Haus aus implementierte Unterstützung für Mehrkernprozessoren, die gerade bei vielen Fahrzeugen die Leistung merklich erhöhen sollte. Die Madness-Engine an sich ist in Sachen Multicore-Tauglichkeit nicht so fortgeschritten wie etwa die Frostbite 2.0. „Wir haben jedoch viel Arbeit investiert, Bereiche zu finden, welche unabhängig und dynamisch berechnet werden können“, so Martin Griffiths.

Wir unsere Benchmarks zeigen, legt *Project Cars* mit vier statt zwei Rechenherzen um über 50 Prozent an Leistung zu – was wichtig ist, da hohe Fps trotz entkoppelter Fahrphysik die Steuerung deutlich präziser werden lassen. Um allerdings mit mehr als 30 Rennboliden noch eine Rate von möglichst konstanten 60 Bildern pro Sekunde zu erreichen, benötigen Sie derzeit eine Vierkern-CPU auf Basis der Sandy- oder Ivy-Bridge-Architektur. AMDs Prozessoren liegen bei gleichem Preispunkt deutlich zurück.

## Direct X 11 als Boost

Die Entwickler fokussieren zwar zugunsten der späteren Konsolenportierung den DX9-Modus, *Project Cars* bietet jedoch auch eine Unterstützung für Direct X 11. Grafische Unterschiede möchte man hierbei vermeiden: „Wir versuchen die Optik gleich zu halten, denn die Spieler sollen nicht anhand der Grafik, sondern mit Hinblick auf die Performance zwischen DX9 und DX11 wählen. Einige Differen-

zen, etwa bei der Umgebungsverdeckung, gibt es aber dennoch.“ Die angesprochene Leistung erweist sich unter DX11 als messbar höher – wenn der Prozessor bremsst, was in *Project Cars* oft der Fall ist.

In diesem Fall bietet die aktuelle Schnittstelle dank ihrer besseren Verwaltung aufwendiger Berechnungen weitaus mehr Fps als ihr DX9-Pendant. Wir messen einen Leistungsanstieg von gut 40 Prozent, welchen Sie vor allem bei langsameren CPUs unbedingt mitnehmen sollten – Voraussetzung hierfür ist natürlich eine halbwegs flotte Direct-X-11-Grafikkarte.

Sofern diese von Nvidia stammt, dürfen Sie sich an das experimentelle DX11-Treiber-Multithreading wagen. Diese Funktion ist wie die Grafikleistung von Direct X 11 noch nicht optimiert – „wir erwarten uns aber durchaus große Vorteile, denn diese Technik hat sich auf anderen Plattformen [Anm. d. R.: vermutlich sind hier Spiele wie *Civilization 5* gemeint] bewährt.“ AMD unterstützt diese DX11-Fähigkeit noch nicht per Treiber, wann genau ein passender Catalyst erscheint, steht derzeit in den Sternen.

## Unerhört guter Sound

Um die Motoren akustisch zur Geltung kommen zu lassen, bedient sich Slightly Mad Studios modernster Technik: „Wir nehmen dreidimensional über den kompletten Drehzahlbereich hinweg und mit verschiedenen Entfernungen auf, ein Doppler-Effekt beim Vorbeifahren an der Kamera erhöht den Immersionsfaktor“, so die Entwickler. „Das Fahrzeug des Spielers benötigt die meisten Sounds, wir arbeiten jedoch auch an Optimierungen für die anderen Autos, da dies dem Renngefühl zugutekommt.“ Das bisherige Resultat fällt unseren Ohren zufolge ebenso beeindruckend aus wie die Grafik – toll! (ms)

## Fazit

Hardware

### Project Cars

Wenngleich sich die Rennsimulation noch in der Pre-Alpha-Phase befindet, ist insbesondere die Technik beeindruckend – optisch wie akustisch. Das Prinzip, die Community in den Entwicklungsprozess einzubinden, scheint zudem aufzugehen. Bis zum Erscheinen 2013 ist es noch einige Monate hin, Spaß macht *Project Cars* schon jetzt.





Bild: Rockstar

**Max Payne 3: Benchmark, Tuning und Grafikvergleiche**

# Zeitlupe? Nicht am PC!

Fast ein Jahrzehnt nach The Fall of Max Payne ist der Ex-Cop zurück auf dem PC – technisch fortgeschritten, grafisch wie akustisch überzeugend und mit vergleichsweise geringem Hardware-Hunger.

Vor fast einem Jahrzehnt hieß es am Ende des zweiten *Max Payne* „Max Payne's journey through the night will continue“ sprich, Max' Geschichte wird fortgesetzt. Entwickler Remedy selbst konnte dies jedoch nicht verwirklichen, denn die Rechte an dem Spiel liegen bei Publisher Rockstar – welcher in den letzten Jahren an Teil 3 arbeitete. Wenn Sie dieses Heft

in den Händen halten, steht *Max Payne 3* bereits einen guten Monat in den Regalen – genügend Zeit für uns, den 3rd-Person-Shooter genau unter die (Zeit-)Lupe zu nehmen.

**Boxed- oder Steam-Version**

Die PC-Version von *Max Payne 3* dürfen Sie wahlweise „klassisch“ samt Verpackung im Laden kaufen oder aber Sie greifen bei Steam zu

und erwerben das digitale Pendant. Beide Varianten erfordern zwingend ein Konto beim Rockstar Social Club, welches Sie per Aktivierungsschlüssel untrennbar mit Ihrem Spiel verknüpfen – besitzen Sie sowohl die Boxed- als auch die Steam-Version, so können Sie das gleiche Konto verwenden, der Boxed-Key aber ist nicht bei Steam einlösbar. Beide Versionen aktualisieren sich vor dem Spielstart automatisch auf den aktuellen Patch-Stand, die beiden bis Redaktionsschluss veröffentlichten Software-Flicker (Patch v1.0017/1.0022) behoben einige kleinere Fehler.

Eine weitere Aktualisierung soll die Mausbeschleunigung optional per Menü an- respektive abschaltbar machen, bisher ist sie zur Verärgerung mancher Spieler aktiv. Rockstar scheint zwar aus der PC-Version von *Grand Theft Auto 4* gelernt zu haben, komplett problem-

los lief der Start von *Max Payne 3* aber dennoch nicht: Neben diversen Abstürzen oder einem gar nicht erst startenden Spiel schlugen einige Scanner wie Antivir bei der Ausführungsdatei Alarm, nach besagtem Patch läuft der Titel jedoch zumindest bei uns problemlos.

**Max in RAGE sieht gut aus**

Statt der von den Vorgängern bekannten „Max FX“-Engine kommt die RAGE zum Einsatz. Das steht für „Rockstar Advanced Game Engine“ und im Falle von *Max Payne 3* ist „Advanced“, also „erweitert“, wörtlich zu nehmen: Der gleiche Technikmotor werkelt 2008 in *Grand Theft Auto 4* und überzeugte vor allem am PC nur selten. Offenbar hat sich Rockstar die Kritik zu Herzen genommen, denn die PC-Version sowie die aktuelle Ausbaustufe der RAGE kann sich definitiv sehen lassen. So belegt *Max Payne 3* satte 35 GByte

**Max Payne 3: Tuning-Tipps\***

| Schalter und Einstellung                      | Tuningpotenzial | Gewinn in Frames   |
|-----------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Direct-X-Version: DX10.1 statt DX11           | 75 Prozent      | 24 (32 auf 56 Fps) |
| Direct-X-Version: DX10 statt DX11             | 75 Prozent      | 24 (32 auf 56 Fps) |
| Direct-X-Version: DX9 statt DX11              | 78 Prozent      | 25 (32 auf 57 Fps) |
| Auflösung: 1.280 x 720 statt 1.920 x 1.080    | 31 Prozent      | 10 (32 auf 42 Fps) |
| Schattenqualität „Aus“ statt „Sehr hoch“      | 18 Prozent      | 8 (44 auf 52 Fps)  |
| Reflexionen-Qualität: „Aus“ statt „Sehr hoch“ | 7 Prozent       | 7 (41 auf 44 Fps)  |
| FXAA: „Aus“ statt „Sehr hoch“                 | 3 Prozent       | 1 (32 auf 33 Fps)  |
| Umgebungsverdeckung: „SSAO“ statt „HDAO“      | 6 Prozent       | 2 (32 auf 34 Fps)  |
| Tessellation: „Aus“ statt „Sehr hoch“         | 69 Prozent      | 22 (32 auf 54 Fps) |

\* Phenom II X4 965 BE, Geforce GTX 460, 4 GiByte RAM, Sehr hohes FXAA, Win 7 x64 SP1



## Dank Direct X 11 mit Multisampling- sowie Fast-Approximate-Kantenglättung (MSAA und FXAA)



Max Payne 3 nutzt Nvidias Fast Approximate Anti-Aliasing (FXAA), welches Kanten kostengünstig per Shader-Rechenkraft glättet. Dies gelingt erfreulicherweise gut, allerdings wird das komplette Bild leicht unscharf. MSAA benötigt sehr viel Leistung, erfasst aber oft nicht alle Kanten – ein übliches Problem bei Deferred Rendering. MSAA plus FXAA zickt zudem.

auf der Festplatte, die Entwickler betonten jedoch, dass alle Texturen gegenüber den Konsolen-Versionen die doppelte Kantenlänge aufweisen (sprich, die Textur ist viermal so hochauflösend) und die Audiodaten belegen dank deutlich geringerer Kompressionen mehr Platz – beides ist offensichtlich, optisch wie akustisch.

Max selbst sieht seinem Vorbild James McCaffrey täuschend ähnlich, wenngleich dies eine Umstellung ist: Im ersten Teil liebte noch Remedys Sam Lake Max das Gesicht, im zweiten Part war es Timothy Gibbs. Die englische Stimme stammt seit jeher von McCaffrey, auf Wunsch bietet *Max Payne 3* jedoch (u. a. deutsche) Untertitel und auch das Menü sowie jegliche Texte sind übersetzt – gesprochen wird aber nur englisch.

### Abgehalftert, aber modern

So sehr Max ein Wrack ist, gezeichnet von Alkohol- und Tablettenmissbrauch, so grafisch überzeugend sind der Ex-Cop und seine Umgebung gestaltet. Denn die aufgebohrte RAGE fährt praktisch alles auf, was man von einer modernen Engine erwarten darf und kombiniert sehr gute Inhalte („Content“) mit knackigen Texturen, weichen Schatten, einer tollen Beleuchtung sowie DX11.

Richtig, der einst so gescholtene Unterbau nutzt die aktuelle Grafikschnittstelle – sogar in sehr großem Umfang, wie Rockstar ausführlich erläuterte. Neben dem DX11- steht zudem noch der DX10.1-, DX10- und DX9-Renderpfad bereit.

### Eine Frage der API

Verwenden Sie eine DX11-Grafikkarte, also alle Modelle ab der Radeon-HD-5000- oder GeForce-GTX-/

GTS-400-Serie, so offeriert *Max Payne 3* zusätzlich zu den maximalen Details noch Tessellation, Umgebungsverdeckung und (wenn Sie auf diese beiden Aufwertungen verzichten) eine höhere Leistung gegenüber den anderen APIs. Die Tessellation fügt Max sowie den anderen Spielfiguren zusätzliche Polygone hinzu, dadurch wirken sie detaillierter und realistischer; Fahrzeuge erhalten unter anderem rundere Reifen sowie Spiegel. Je nach Szene kostet Tessellation sehr viel Leistung, der optische Gewinn ist allerdings zugegeben begrenzt.

Die Umgebungsverdeckung steht als Screen Space Ambient Occlusion (SSAO) und in der höherwertigeren HDAO-Variante (High Definition Ambient Occlusion) bereit. Letztere kostet mehr Fps, flackert weniger und ist der subtilere, dafür aber realistischere Effekt. SSAO ist für schwächere DX11-Karten ideal.

Unter DX11 oder mit einem DX10.1-Pixelbeschleuniger steht die „klassische“ Multisampling-Kantenglättung (MSAA) bereit; Besitzer einer DX10-Karte wie der GeForce GTX 260 müssen hierauf verzichten. Da *Max Payne 3* einen Deferred Renderer nutzt, halbiert MSAA teilweise die Bildrate – obgleich oft nicht alle Kanten erfasst werden.

Dafür glättet MSAA via Alpha-Coverage-Erweiterung auch transparente Strukturen wie die Vegetation. Aus bisher nicht geklärten Gründen sorgt aktives MSAA für schwammigere Mausbewegungen, was zusammen mit den geringeren Fps das Spielerlebnis spürbar verschlechtern kann. Wir raten daher zu Fast Approximate Anti-Aliasing (FXAA) in höchster Stufe, welches das komplette Bild kostengünstig „bügelt“ – aber wie üblich auch

## Grafikschnittstellen im Vergleich\*

| API           | Grafikkarten-Generation                         | Verfügbare Grafikoptionen                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Direct X 11   | Ab HD 5000 oder GTX 400                         | Alle (abhängig vom Videospeicher)                                            |
| Direct X 10.1 | Radeon HD 3000/2000                             | Keine Tessellation, keine Umgebungsverdeckung                                |
| Direct X 10   | GeForce 8/9 oder GTX 200                        | Keine Tessellation, keine Umgebungsverdeckung, kein MSAA                     |
| Direct X 9    | X1900, GeForce 7 oder älter (Shader-Modell 3.0) | Keine Tessellation, keine Umgebungsverdeckung, kein MSAA, keine Soft-Shadows |

\* Um zwischen den APIs zu wechseln, müssen Sie das Spiel neu starten.

## So tricksen Sie das Grafikmenü aus

Wie schon *Grand Theft Auto 4* begrenzt auch *Max Payne 3* die Grafikeinstellungen anhand des Videospeichers – wir zeigen Ihnen einen Umweg.

Spielen Sie beispielsweise mit einer Radeon HD 5870, so bietet diese zumeist 1 GiByte Videospeicher. *Max Payne 3* nimmt das als Basis und berechnet für jede Grafikooption einen Wert, was diese an Platz belegt – meist ist das viel zu viel, daher sind maximale Details in 1080p nicht möglich. In den eigenen Dokumenten liegt im Ordner „Rockstar Games“, „Max Payne 3“ die „graphics.xml“. Maximieren Sie im Spiel die Werte und setzen Sie die restlichen in der XML-Datei nach oben. Wie unsere Benchmarks zeigen, reicht 1 GiByte zwar aus, die Rechenleistung der HD 5870 ist jedoch zu gering – gerade für 4x MSAA.

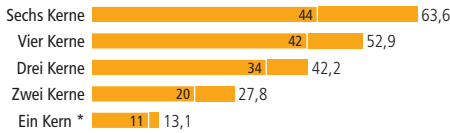


Abhängig von der API bietet *Max Payne 3* Tessellation und Umgebungsverdeckung, MSAA ist ab DX10.1 verfügbar. Bei wenig Videospeicher hilft der Trick weiter oben.



## Bis zu sechs Rechenherzen werden genutzt

PCGH-Benchmark „Irgendwas ist da faul“ – 1.280 x 720, max. DX11, FXAA



Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

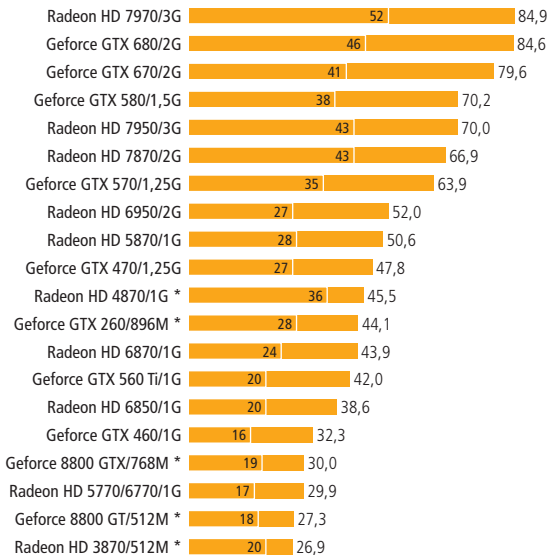
**System:** Phenom II X6 1075T, Radeon HD 7970 @ 1.000/2.750 MHz, AMD 990FX, 8 Gi-Byte DDR3, Turbo aus; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Die RAGE skaliert erfreulich gut mit vielen Kernen, selbst sechs statt vier steigern die Fps deutlich.

Min. Ø Fps  
Besser

\* Spiel startet nur sporadisch

## 1080p mit FXAA: Eine HD 5870 sollte es ein

„Irgendwas ist da faul“ – 1.920 x 1.080, max. DX11-Details, FXAA/16:1 AF



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

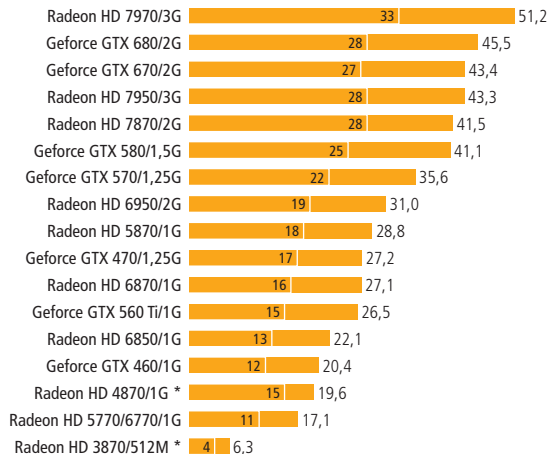
**System:** Core i7-2600K @ 4,4 GHz, Intel P67, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Für volle DX11-Details ohne MSAA reicht eine HD 5870, wir raten jedoch eher zu einer HD 7870.

Min. Ø Fps  
Besser

\* Nur Direct X 10.1

## 1080p mit MSAA: Sehr hohe Kosten

„Irgendwas ist da faul“ – 1.920 x 1.080, max. DX11, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF



Bedingt spielbar von 40 bis 60 Fps - Flüssig spielbar ab 60 Fps

**System:** Core i7-2600K @ 4,4 GHz, P67, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Vierfache Multisampling-Kantenglättung kostet extrem viel Performance, hier braucht es High-End-Leistung.

Min. Ø Fps  
Besser

\* Nur Direct X 10.1

leicht unscharf werden lässt. Die Implementierung ist jedoch in keiner Weise mit dem Nachbarverarbeitungseffekt aus *Grand Theft Auto 4* vergleichbar, welcher per Druck auf die P-Taste das Bild unscharf werden lässt. Wechseln Sie aus Leistungsgründen in den DX9-Modus, so müssen Sie auch auf die weichen Schatten verzichten, weswegen wir nur in Härtefällen zu dieser Schnittstelle raten.

## Die Systemanforderungen

Die seitens Rockstar kommunizierten Hardwareanforderungen stifteten große Verwirrung, ja fast schon Empörung. Zwischenzeitlich hat der Publisher jedoch genauere Angaben veröffentlicht und die Wogen glätteten sich. Die 35 GByte Installationsgröße sind wie erwähnt einerseits den vervierfachen Texturausmaßen sowie der höheren Soundqualität geschuldet, gute acht GByte hingegen belegen allein die Videosequenzen – diese liegen nur in komprimierten 720p vor; warum Rockstar hier nicht einfach die Szenen ingame in voller Auflösung darstellt, ist uns nicht klar.

Die Angaben zur Grafikkarte (für 60 Fps in 1080p soll es beispielsweise eine Geforce GTX 480/570 sein) sind von Rockstar präzise getroffen, auch die Angabe eines 2,8-GHz-Quadcores als Empfehlung wurde nicht ohne Grund gewählt. Im Großen und Ganzen bestätigen unsere Benchmarks die Angaben der Entwickler, was wir neben den

grafischen PC-Optimierungen als Beleg dafür sehen, dass Rockstar sich wirklich Mühe gegeben hat.

## Vier Kerne sollt ihr sein

Schon *Grand Theft Auto 4* demonstrierte eindrucksvoll, dass die RAGE in Sachen Multithreading gut aufgestellt ist – wenn auch zum Unmut von Dualcore-Besitzern. *Max Payne 3* geht den bereits beschrittenen Weg weiter und skaliert exzellent mit vielen Rechenherzen, selbst von vier auf sechs Kerne steigt die Bildrate deutlich an. Die Verlierer sind die erwähnten Dualcores, zumindest wenn es sich hierbei um einen Core 2 Duo oder Athlon/Phenom II X2 handelt. So erreicht der E8600 im Mittel nur 35 Fps, die minimale Bildrate liegt gar bei 26 Bildern pro Sekunde – das mag an der Konsole reichen, am PC eher nicht.

Wir raten daher zu einem Vierkerner mit rund 3 GHz, bereits ein alter Core 2 Quad oder Phenom II X4 leistet gute Dienste. Ein X6-Modell ist zwar flotter, aber chancenlos gegen Intels schnelle Quadcores. Eine Sonderstellung nehmen die Core i3 ein: Deren zwei Kerne arbeiten mit Hyperthreading und leisten damit ähnlich viel wie ein AMD-Vierkerner. Möchten Sie Ihre High-End-Grafikkarte ausreizen, sollte es ein aktueller Core i5 oder Core i7 sein.

## Flotte Grafikkarte nötig

Zugegeben, so flott muss sie nun auch wieder nicht sein – es sei denn, Sie möchten den DX11-Pfad ausrei-

## Tessellierung im Vergleich



Max' Ohren sowie der Hemdkragen sind dank viel mehr Polygonen sichtlich runder, der Renderer tesselliert neben dem Protagonisten aber auch NPCs und diverse Fahrzeuge.

Bild: Nvidia



zen. Mit vierfachem MSAA und maximalen Details benötigen Sie für durchschnittlich 60 Fps in unserer fordernden Test-Szene in der Diskothek eine übertaktete Radeon HD 7970! Da diese Art der Glättung jedoch nicht gut funktioniert und wir zu FXAA raten, reicht hier bereits eine Radeon HD 5870 oder Geforce GTX 470 für rund 50 Fps. Besitzen Sie einen „Oldie“ wie die Radeon HD 4870 oder die Geforce GTX 260, so erzielen Sie im DX10-Modus rund 45 Fps – damit ist *Max Payne 3* problemlos spielbar. DX11-Einsteiger-Grafikkarten wie die Radeon HD 5770 oder Nvidias Geforce GTX 460 sollten Sie entlasten, indem Sie Tessellation deaktivieren und von HDAO auf SSAA wechseln.

Möchten Sie beispielsweise ein 30-Zoll-Display nativ befeuern, so kommen Sie um eine Detailreduktion oder aber eine Multi-GPU-Konfiguration nicht herum. SLI wie Crossfire arbeiten tadellos, eine sehr schnelle CPU ist aber Pflicht – ansonsten begrenzt der Prozessor die Skalierung und damit die Fps. Doch Obacht: Spielen Sie mit aktiver vertikaler Synchronisation, schwankt *Max Payne 3* zumeist zwischen 30 und 60 Fps, da kein Triple Buffering unterstützt wird. Dieses nervige Problem lässt sich mit dem D3D-Overrider (auf DVD) jedoch lösen.

### Tuning-Tipps

Spielen Sie *Max Paynes* Abenteuer in São Paulo mit einer leistungsschwachen DX11-Karte, etwa einer Ge-

force GTX 460 oder HD 6870/7770, sollten Sie auf die Tessellierung verzichten. Das führt bei unserem Test-PC (Phenom II X4 965, GTX 460; siehe auch Tabelle auf der ersten Seite unten) zu einem satten Leistungsplus von 69 Prozent. Noch näher an die für einen absolut ruckelfreien Shooterspaß empfohlene 60-Fps-Marke rücken Sie, wenn Sie zusätzlich auch auf hochwertiges Ambient Occlusion (HDAO) verzichten.

Alternativ können Sie aber auch gleich auf den DX10-Renderpfad wechseln, bei dem sowohl die Tessellation als auch die Umgebungsdeckung deaktiviert wird. Reduzieren Sie bei Härtefällen für zusätzliche 10 Fps auch die Auflösung auf 720p (1.280 x 720) und schalten Sie die Schatten ab. Letztgenannte Tuning-Maßnahme wird immerhin noch mit einem Plus von fast 20 Prozent belohnt. (fs/ms/rv)

### Fazit

Hardware

#### Max Payne 3 für den PC

Gegenüber den Konsolen-Versionen hat Rockstar die grafische wie akustische Qualität deutlich angezogen, die Technik ist zudem auf dem aktuellen DX11-Stand. Dennoch sind Sie bereits mit einem Vierkerner sowie einer Mittelklasse-Grafikkarte im spielbaren Bereich, wenngleich der Shooter auch High-End-Boliden problemlos auszureizen vermag. *Max' dritte „journey through the night“* ist also auch am PC ein gelungenes Erlebnis.

## Umgebungsdeckung im Vergleich

Ohne Umgebungsdeckung



Mit High Definition Ambient Occlusion (HDAO)



Die Verschattung, hier sehr gut an den Kanten zu erkennen, lässt das komplette Bild weitaus realistischer erscheinen – ein subtiler, aber sehr wichtiger Effekt.

## Vier Kerne reichen, zwei sind zu wenig

### „Irgendwas ist da faul“ – 1.280 x 720, max. DX11-Details, FXAA

|                                    |    |      |
|------------------------------------|----|------|
| Core i7-3770K (4C/8T – 3,5 GHz)    | 66 | 93,5 |
| Core i7-2600K (4C/8T – 3,4 GHz)    | 65 | 90,1 |
| Phenom II X6 1100T (6x 3,3 GHz)    | 45 | 68,9 |
| FX-8150 (4M/8T – 3,6 GHz)          | 43 | 64,9 |
| Phenom II X4 980 BE (4C – 3,7 GHz) | 50 | 63,2 |
| Phenom II X6 1055T (6C – 2,8 GHz)  | 41 | 62,9 |
| C2Q Q9550 (4C – 2,83 GHz)          | 41 | 51,1 |
| C2D E8600 (2C – 3,33 GHz)          | 26 | 34,7 |

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

**System:** Radeon HD 7970 @ 1.000/2.750 MHz, AMD 990FX, Intel Z77/P45, 8 GiByte DDR3, Turbo aus; Win 7 x64 SP1, Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Ein C2Q Q9550 oder ein Phenom II X4 mit 3,0 GHz reichen – richtig rund läuft Max mit einem Core i5/i7.

Min. ⚡ Fps  
➤ Besser

## 1.680 x 1.050: GTX 580 oder HD 7870 sinnvoll

### „Irgendwas ist da faul“ – 1.680 x 1.050, max. DX11, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| Radeon HD 7970/3G      | 35 | 55,4 |
| Geforce GTX 680/2G     | 31 | 50,2 |
| Geforce GTX 670/2G     | 28 | 48,7 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 28 | 47,4 |
| Radeon HD 7950/3G      | 30 | 47,1 |
| Radeon HD 7870/2G      | 30 | 45,2 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 25 | 41,7 |
| Radeon HD 6950/2G      | 20 | 34,5 |
| Radeon HD 5870/1G      | 20 | 32,1 |
| Geforce GTX 470/1,25G  | 19 | 30,7 |
| Radeon HD 6870/1G      | 18 | 30,0 |
| Geforce GTX 560 Ti/1G  | 16 | 28,7 |
| Radeon HD 6850/1G      | 14 | 24,2 |
| Radeon HD 4870/1G *    | 17 | 22,3 |
| Geforce GTX 460/1G     | 13 | 22,3 |
| Radeon HD 5770/6770/1G | 12 | 18,8 |
| Radeon HD 3870/512M *  | 5  | 7,3  |

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

**System:** Core i7-2600K @ 4,4 GHz, Intel P67, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Mit MSAA gehen alle Karten in die Knie, wir raten zu einer GTX 580 oder HD 7870.

Min. ⚡ Fps  
➤ Besser

## 2.560 x 1.600: flüssig nur mit High-End

### „Irgendwas ist da faul“ – 2.560 x 1.600, max. DX11, 4x MSAA + FXAA/16:1 AF

|                        |    |      |
|------------------------|----|------|
| Radeon HD 7970/3G      | 23 | 33,3 |
| Geforce GTX 680/2G     | 20 | 28,6 |
| Geforce GTX 670/2G     | 19 | 28,0 |
| Radeon HD 7950/3G      | 19 | 26,6 |
| Radeon HD 7870/2G      | 17 | 26,4 |
| Geforce GTX 580/1,5G   | 17 | 25,3 |
| Geforce GTX 570/1,25G  | 15 | 21,7 |
| Radeon HD 6950/2G      | 13 | 20,3 |
| Radeon HD 5870/1G      | 12 | 17,4 |
| Geforce GTX 470/1,25G  | 10 | 16,9 |
| Radeon HD 6870/1G      | 11 | 15,9 |
| Geforce GTX 560 Ti/1G  | 9  | 15,4 |
| Radeon HD 6850/1G      | 9  | 13,6 |
| Geforce GTX 460/1G     | 7  | 11,9 |
| Radeon HD 5770/6770/1G | 7  | 9,9  |
| Radeon HD 4870/1G *    | -  | -    |
| Radeon HD 3870/512M *  | -  | -    |

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

**System:** Core i7-2600K @ 4,4 GHz, Intel P67, 8 GiByte DDR3-1600, Turbo/SMT an; Win 7 x64 SP1, Geforce 301.42 WHQL (HQ), Catalyst 12.6 Beta (HQ) **Bemerkungen:** Flüssige Bildraten sind in dieser Auflösung inklusive MSAA mit nur einer Grafikkarte nicht zu erzielen.

Min. ⚡ Fps  
➤ Besser



**Spielen  
verboten**

**Sperrung von Spiele-Accounts und Lizenzschlüsseln im Rechts-Check**

# Accounts und Lizenzen

**Gesperpte Lizenzschlüssel und Accounts sind stets ärgerlich. Was sind die rechtlichen Hintergründe und was kann ein betroffener Nutzer dagegen machen? Wir klären über die Rechtslage auf.**

Wer gegen Lizenzbestimmungen verstößt, könnte sich schnell mit einem gesperrten Account konfrontiert sehen; egal ob der Verstoß durch Cheats, öffentliche Beleidigungen oder gar einfache Grafikmodifikationen geschehen ist. Um zu erfahren, wie die Rechtslage bei Sperren und Kündigungen von einzelnen Keys und ganzen Online-Accounts ist, müssen wir tief in das deutsche Schuldrecht einsteigen, das im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) geregelt ist, wir unternehmen aber auch kurze Ausflüge in das Urheberrechtsgesetz. Beide Gesetze finden Sie auf „Gesetze-im-internet“. de. Wie im Vorfeld von einigen unserer Foren-Nutzer gewünscht, erklären wir in den Extrakästen anhand ausgewählter Beispielfälle konkrete Sachverhalte. Wir erläutern zunächst, was Keys und Online-Accounts aus rechtlicher Sicht sind. Bedenken Sie, dass sich

nachfolgende Aussagen nur auf typische PC-Spiele der Online-Dienste Steam, Origin, Battle.net und Games for Windows Live beziehen, nicht jedoch auf Browser- oder kostenlose Online-Spiele.

## Lizenzschlüssel

Mithilfe eines Online-Accounts lässt sich eine große Anzahl von Spielen verwalten. Wo Sie das Spiel erworben haben, ist für den Zugang zum Spiel zweitrangig. Sie benötigen stets einen Lizenzschlüssel, um die notwendigen Daten von den Servern der Online-Dienste herunterzuladen und vom mitgelieferten Datenträger installieren zu können. Die Behauptung liegt nahe, dass der Lizenzschlüssel selbst den größten Teil des Kaufpreises ausmacht – und das, obwohl er immateriell ist und nur aus einer Folge aus Zahlen und Buchstaben besteht. Das OLG Frankfurt hat im Beschluss vom 12. Mai 2009 (Az.: 11 W 15/09) festge-

stellt, dass Lizenzschlüssel bzw. die Echtheitszertifikate, auf denen diese aufgedruckt sind, Lizenzrechte an einem Computerprogramm verkörpern.

Es handelt sich hierbei um einfache urheberrechtliche Nutzungsrechte an einem PC-Spiel (§31 II UrhG): Ohne Zustimmung der Rechteinhaber (Entwickler, Publisher) dürfen diese nicht einzeln oder vom Datenträger getrennt weiterveräußert werden. Der Erschöpfungsgrundsatz, wonach der Käufer die Software frei veräußern kann, sobald die Software auf einem Datenträger in der EU (EWR) in den Wirtschaftskreislauf gelangte (§69c Nr.3 UrhG), gilt in dem Moment nicht, da kein körperlicher Gegenstand (zum Beispiel eine DVD) mitgeliefert wird, auf dem sich die Software befindet. Besonders im Falle von einschlägigen Key-Shops mit Sitz in Asien,

aber auch für zum Teil in Deutschland ansässige Händler wird diese Zustimmung der Rechteinhaber relevant. Fehlt die Einwilligung der Rechteinhaber, dürfen keine Keys verkauft werden. Stellen die Publisher (Rechteinhaber) fest, dass der Key außerhalb einer bestimmten Länderregion aktiviert und genutzt wird, kann kurzerhand der Lizenzschlüssel deaktiviert werden.

## Spiele-Accounts

Wenn wir die Rechtsnatur von Spiele-Accounts untersuchen, müssen Sie stets unterscheiden, was der Account für Sie selbst und was dieser für den Betreiber darstellt. Accounts greifen häufig auf Datenbanken, gespeichert auf den Servern des Betreibers, zu. Gleichzeitig kann die optische Gestaltung oder der gezeigte Inhalt (Bilder, Videos, Screenshots) immateriellgüterrechtlich (Urheberrecht, Geschmacksmusterrecht) auf Ebene

des Betreibers geschützt sein. Denkbar wäre aber auch die umgekehrte Sichtweise: Können Nutzer einen immaterialgüterrechtlichen Schutz an Accounts haben und sich so vor drohenden Kündigungen schützen? Fraglich ist, ob ein Account eine Sache darstellt (§90 BGB). Dieser Ansicht steht der gesetzliche Wortlaut einer Sache entgegen, der nur körperliche Gegenstände erfasst, die sich im Raum abgrenzen lassen und beherrschbar sind. Beides liegt im Falle von Accounts nicht vor.

Accounts sind daher keine Sache. Es besteht zudem kein absolutes Recht an den Accounts. Dem Betreiber obliegt es jederzeit, Inhalte zu verändern oder den Nutzer an einem Zugriff zu hindern. Ob er das auch darf, spielt zunächst für die Einordnung der Rechtsqualität keine Rolle. Ferner könnten Sie als Nutzer Immaterialgüterrechte erwerben. In Betracht käme das Urheberrecht.

Für einen Urheberrechtsschutz von Accounts müssten diese unter den Werkbegriff des §2 UrhG fallen. Denkbar wäre allerdings auch der Schutz als eigenständige Werkart. Voraussetzung ist, dass der Account eine persönliche geistige Schöpfung des Nutzers darstellt. Wir kommen in diesem Moment nicht um eine Einzelfallbetrachtung herum. Typische Accounts der großen Online-Dienste bieten nicht viel Gestaltungsfreiraum für die Nutzer. In den allermeisten Fällen wird es insbesondere am geistigen Gehalt eines Accounts fehlen. Figuren, Farben und Ausrüstungsgegenstände werden überwiegend vom Spiele-Entwickler vorgegeben. Selbst wenn diese in großer Anzahl (Rollenspiele) vorliegen, muss ein grundsätzlicher urheberrechtlicher Schutz von Accounts aufseiten des Nutzers verneint werden.

### Vertraglicher Schutz von Accounts

Wir können bis hierhin festhalten, dass Sie als Nutzer keine gesetzlichen Rechte am Account geltend machen können. Im nächsten Schritt überprüfen wir, ob Rechte an Accounts aus dem Vertrag erwachsen. Sie werden jetzt vermutlich sofort an die Lizenzbestimmungen der Account-Betreiber denken. Die Allgemeinen Geschäftsbedingungen sind zunächst nur sekundär zu betrachten. Es steht immer noch die Frage im Raum, welcher

Vertragstypus am besten zum Nutzer-Betreiber-Verhältnis passt. Die Auswahl ist so umfangreich wie unübersichtlich. Auch in der juristischen Fachliteratur ergibt sich kein einheitliches Bild, da hier Einzelfallbetrachtungen teilweise zu verschiedenen Ergebnissen führen. Anwendbares Recht kann sich aus Kauf- (§§433 ff., 453 BGB), Miet- (§§535 ff. BGB), Pacht- (§§581 ff. BGB), Werk- (§§631 ff. BGB) und Dienstverträgen (§§611 ff. BGB) sowie ganz allgemein aus Dauerschuldverhältnissen (§314 BGB) ergeben. Sie sollten daher beachten, dass sich nachfolgende Aussagen nicht pauschal, aber überwiegend auf alle Arten von Accounts und deren Kündigung beziehen lassen. Wir orientieren uns vor allem an PC-Spielen, die über den Retail- und Download-Markt erworben werden. Nicht berücksichtigt werden Browser-Spiele und kostenlose Online-Spiele.

Hauptleistungspflichten des Betreibers sind anfangs die Bereitstellung und das Einrichten des Accounts. Danach muss der Betreiber den ständigen Zugang zum Account und den darin gespeicherten Spielen gewährleisten. Zumeist wird keine fest bestimmte Zeit vereinbart. Die Erwartung bei PC-Spielern ist in Gedanken an Zeiten ohne Account-Bindung zumeist die faktisch unbegrenzte Verfügbarkeit der Spiele und des Accounts, solange eine Account-Bindung zwingend vorgeschrieben ist. In der Vergangenheit ist diesbezüglich einiger Unmut bei den Nutzern entstanden, da gelegentliche Server-Abstürze und das Nicht-Festlegen der Betreiber auf eine dauerhafte Leistungserbringung als Gängelung verstanden werden. Der Account ist kostenlos, indes ist bis auf wenige Free-to-Play- und Browser-Titel meistens der einmalige Erwerb eines Spiels als Download- oder Retail-Version notwendig. Seltener sind Abonnements wie bei *World of Warcraft*. Insbesondere bei einer Abo-Gestaltung können grundsätzlich andere gesetzliche Vorschriften Anwendung finden. Wie geschieht die Beurteilung, welches Recht angewendet wird? Vorab sind diejenigen Normen anzuwenden, die dem prägenden Charakter eines Vertrags entsprechen. Der rechtliche und der wirtschaftliche Schwerpunkt werden herausgebildet. Wird jene Betrachtung nicht den Parteiinteressen gerecht, werden auch ande-

## Fall 1: Handel mit virtuellen Gegenständen

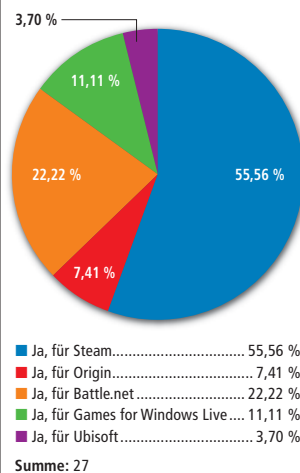
**In den AGB wird der Verkauf von Items außerhalb der Spiele-Plattformen untersagt. Kann ein Spieler deswegen gesperrt werden?**

**Antwort:** Etwaige Rechte lassen sich ausschließlich aus dem Nutzungsvertrag zwischen Betreiber und Nutzer ableiten. Besitz, Eigentum oder ein Immaterialgüterrecht vom Nutzer an dem Gegenstand bestehen nicht. Mit dem Erspielen des Gegenstands erwächst dem Nutzer fortan eine Nutzungsmöglichkeit an diesem. In Betracht käme eine Abtretung (§398 ff. BGB). Mehr als ein formloser Vertrag (ausgehandelt in einem Chat) ist nicht notwendig, um den virtuellen Gegenstand an einen anderen Nutzer zu übertragen. Der Betreiber kann die Abtretungsmöglichkeit jedoch in den AGB ausschließen. Ein nachträgliches Verbot ist nicht möglich. Im Einzelfall kann die AGB nicht wirksam einbezogen sein, z. B. wenn der Nutzer nicht explizit den AGB zugestimmt hat. Ebenfalls möglich ist, dass die Untersagung der Abtretung an der Inhaltskontrolle nach §307 I S. 1, II BGB (unangemessene Benachteiligung) scheitert. Das Verbot der Abtretung wäre unwirksam. Es ist eine Interessenabwägung zwischen Nutzer und Betreiber vorzunehmen. Juristen sind sich in der Frage uneinig. Gantert [*Der virtuelle Gegenstand im Recht*, S. 91] meint hierzu, dass der Verkauf entweder vollständig erlaubt oder verboten werden muss. Sobald der Betreiber eigene Handelsplattformen eröffnet (Beispiel *Diablo 3*), ist die AGB-Klausel widersprüchlich und im Ergebnis unwirksam. Gräber [*Rechte an Accounts und virtuellen Gütern*, S. 196] wiederum sagt, dass der Betreiber zu Recht eine derartige Klausel vorgeben kann, da ein Verkauf von virtuellen Gegenständen zu stark das „Communitygefüge“ zerstöre und Verdienstmöglichkeiten regelwidriges Verhalten fördern. Je nach Argumentation kann eine Sperre daher gerechtfertigt sein. Aufgrund der mangelhaften Rechtssicherheit sind Abmahnungen und fristlose Kündigungen ohne vorherige Abmahnung kritisch zu sehen.

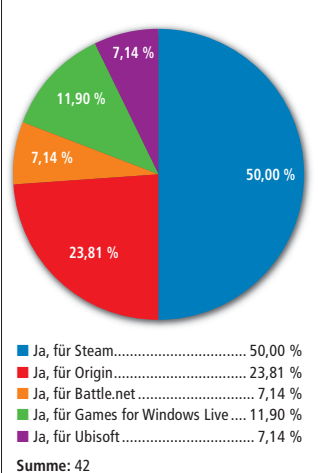


## Umfrage: Von einer Sperre betroffene Nutzer

Gesperrte Accounts (anteilig)



Gesperrte Keys/Lizenzschlüssel (anteilig)



Die Umfrage im Forum von PC Games Hardware (Pcgx.de) zur Frage, ob dem betreffenden Nutzer schon einmal ein Lizenzschlüssel oder ein Account gesperrt wurde, ergab aufschlussreiche Ergebnisse. Teilgenommen haben 685 Nutzer. 82,04 Prozent der Nutzer gaben an, nicht von einer Sperre betroffen zu sein. Ein hoher Wert, der in Relation gesetzt bedeutet, dass dennoch jeder sechste Nutzer mit einer (kurzfristigen) Sperre oder sonstigem Problem konfrontiert war.

Deutlicher Spitzenreiter bei gesperrten Accounts/Lizenzschlüsseln ist Steam. Der Grund für das Ergebnis ist nicht eine tendenzielle Neigung, eher zu einer Sperre zu greifen. Vielmehr wird dadurch die Verbreitung von Steam als verpflichtender Online-Dienst sichtbar. Steam wird von vielen Publishern als DRM-Maßnahme bzw. Verkaufsplattform genutzt, während die anderen Dienste sich auf einen (Blizzard, Ubisoft) oder wenige (Origin) Publisher beschränken. Immerhin 4,82 Prozent der Nutzer gaben an, von einer Sperre des Multiplayer-Zugangs betroffen gewesen zu sein. Im Multiplayer-Modus greifen Spieler vermehrt zu Cheats oder verstoßen gegen Verhaltensregeln. Überraschend deutlich ist bei Battle.net das Verhältnis zwischen Lizenzschlüssel und Account. Blizzard (Battle.net) scheint eher auf eine Account-Sperre zurückzugreifen, während bei Origin eher die Nutzungslizenz gesperrt wird.

## Fall 2: Sperrung wegen Nutzung von Bots

**Ich nutze in einem Online-Rollenspiel verschiedene Bots. Sind fristlose Kündigungen gerechtfertigt und Abmahnungen notwendig?**

**Antwort:** Das AG Charlottenburg hatte dazu am 4. Mai 2012 [208 C 42/11] einen Fall zu entscheiden. Der Betreiber eines Online-Rollenspiels hatte in seinen AGB die Nutzung von Bots untersagt. Einer seiner Nutzer verwendete dennoch Bots. Der Betreiber sperrte den Nutzer für sieben Tage. Auf Anfrage des Nutzers erklärte der Betreiber den Grund für die Sperre und erläuterte zudem die Definition von „Botusing“ und warum Bots im Spiel unerwünscht sind. Zwei Monate später sperrte der Betreiber endgültig und fristlos den Spiele-Account, da der Nutzer abermals Bots einsetzte. Dagegen wehrte sich der Nutzer mit einer Klage. Das Gericht wies die Klage ab. Die AGB seien wirksam einbezogen, da diese vor Erstellung eines Accounts explizit durch einen Mausklick auf „AGB & Datenschutzerklärung gelesen und akzeptiert“ bestätigt werden müssen. Die vorherige Abmahnung und der Grund, dass durch das Benutzen von Bots das Spielgefüge zerstört werde, reicht für eine wirksame fristlose Kündigung aus.



## Fall 3: Teilen des Accounts mit Freunden

**Ich teile mir meinen Account mit Familienmitgliedern und Freunden. Muss ich eine Sperre befürchten? Was ist, wenn ich Opfer einer Attacke wurde?**



**Antwort:** Die Übertragung (auch kurzzeitig) von Accounts an andere Personen wird in den AGB der Spiele-Dienste untersagt. Häufig enthält der Wortlaut „die Übertragung an Dritte“. Mit „Dritten“ ist jede Person gemeint, die nicht zu den Vertragsparteien gehören. Die Vertragsparteien sind der Betreiber und die Person, die den Nutzungsbedingungen zugestimmt hat und auf deren Namen die Account-Daten lauten. Geschwister und Freunde sind ebenfalls „Dritte“ im Sinne des Wortlauts. Ärgerlich wird es für den Nutzer besonders dann,

wenn der Freund oder Verwandte ohne Wissen des Nutzers gegen die Nutzungsbedingungen verstößt. In einem solchen Fall kann er sich nicht darauf berufen, von den Aktivitäten des Dritten nicht gewusst zu haben. Das Gleiche gilt, wenn er seinen Account fahrlässig nicht ausreichend schützt. Die meisten Spiele-Dienste warnen vor einer Weitergabe von Account-Passwörtern. Beachten Sie bei Phishing-Attacken das BGH-Urteil zum Online-Banking [24. April 2012, XI ZR 96/11]!

## Fall 4: Virtuelles Hausrecht und Verhaltensregeln

**Mir wurde der Multiplayer-Zugang wegen eines Verstoßes gegen die Verhaltensregeln im Spiel entzogen. Warum ist das so und ist das rechters?**

**Antwort:** Nicht immer werden Allgemeine Geschäftsbedingungen für den geregelten Ablauf im Spiel vorgegeben. Einige Betreiber setzen auf Verhaltensregeln, die eher an einen Verhaltenskodex in Diskussionsforen erinnern. Ein Verstoß gegen die Verhaltensregeln kann eine Sperre nach sich ziehen. Im öffentlichen Bereich sind häufig Beleidigungen ein ausschlaggebender Grund. Die Rechtsprechung hat den Betreibern der Online-Plattformen ein virtuelles Hausrecht zugesprochen [LG Regensburg, Urteil vom 17. April 2006 und LG München I, Computer & Recht 2007, S. 264 ff.]. Die Grundlage hierfür bilden sachenrechtliche Regelungen zur Beseitigung der Besitzstörung (§§858, 903, 1004 BGB), z. B. das Hausrecht für Diskotheken und Kaufhäuser. Das Hausrecht darf allerdings nicht willkürlich angewendet werden. Ein widersprüchliches Verhalten des Betreibers verstößt gegen §242 BGB. Eine Sperre muss daher stets anhand gesetzlicher Bestimmungen oder vorher bekannter Verhaltensregeln begründet sein.



re Vorschriften herangezogen, die (beiden) Parteiinteressen am ehesten entgegenkommen.

### Kaufvertrag

Der Kaufvertrag ist die bekannteste Vertragsart. Der Kunde erwirbt einmalig ein Spiel und muss hierzu den Account erstellen, um beides nutzen zu können. Der Gesetzgeber hat mit dem Rechtskauf (§453 BGB) eine Vorschrift geschaffen, die besonders Software und andere immaterielle Güter in den Anwendungsbereich des Kaufvertrags rückt. Diese Vorschriften werden vor allem dann interessant, wenn der Spieler den Datenträger beim Händler zurückgeben möchte. Im Fall *Battlefield 3*, dem Skandal rund um die mutmaßlich versteckte Datenerhebung von Origin, empfahlen viele Juristen auf Grundlage dieser Normen eine Rückgabe des Spiels, ohne die Anwendbarkeit überhaupt näher zu prüfen. In Bezug auf Kündigungen und Sperren durch den Betreiber ist Kaufrecht nicht anwendbar. Rechte (Accounts) müssten hierfür zeitlich unbeschränkt an den Nutzer übergeben werden, doch fehlt es, wie oben angedeutet, an dem Willen der Betreiber, den Account und die Spiele-Lizenzen zeitlich unbeschränkt zu überlassen [vgl. Tobias Gräber, *Rechte an Accounts und virtuellen Gütern*, S. 116]. Da die Rechteinhaber Spiele nur in Form von einfachen (nicht übertragbaren) Nutzungsrechten vergeben, spricht auch dieser Umstand gegen einen Rechtskauf [vgl. Jauernig, BGB-Kommentar, 12. Auflage, S. 596]. Kaufrecht ist damit keine rechtliche Grundlage, um die Sperrung von Accounts und Lizenzschlüsseln bei Spielen zu rechtfertigen.

### Miet- und Pachtvertrag

Mangels Vorliegen einer Sache kann Mietrecht ausgeschlossen werden. Viel eher wäre die Anwendung von Pachtrecht zu erwägen [bejahend Jauernig, a. a. O. S. 596]. Was im allgemeinen Sprachgebrauch eher auf Bauernhöfe und Gaststätten zutrifft, kann sich auch in Form einer Rechtspacht auf Computerspiel-Lizenzen beziehen. Eine der Voraussetzungen ist, dass Sie als Account-Inhaber und Lizenznehmer die aus der Rechtspacht resultierenden Nutzungen („Früchte“) ziehen und behalten können. Beachten Sie, dass damit nicht der Verkauf eines Accounts mit angehäuften Spiele-Lizenzen gemeint ist. Die gewon-

nen Nutzungen müssen aus dem Account bzw. aus dem Spielen selbst entstehen, nicht durch dessen Veräußerung. Der Verkauf von Charakter-Items ist schon eher vorstellbar. Mit Rücksicht auf *Diablo 3* und das Echtgeld-Auktionshaus erscheint die Anwendung von Pachtrecht gar nicht mal weit entfernt. In der Mehrheit der Fälle wird allerdings die bloße Teilnahme am Spiel im Vordergrund stehen und nicht das Erwirtschaften von Nutzungen/Früchten. Pachtrecht scheidet daher aus.

### Werkvertrag

Immer wenn ein vertraglich bestimmter Erfolg vereinbart ist, kann ein Werkvertrag angenommen werden. Der Teilnahme an einer Kinofilmvorführung liegt zum Beispiel ein Werkvertrag zugrunde. Die Anwendbarkeit der Rechtsnormen zum Werkvertrag ist vor allem anfangs eröffnet, wenn es an die Bereitstellung und Einrichtung des Accounts geht. Dass diese Leistungen zunächst kostenlos vom Betreiber erbracht werden, steht dem nicht entgegen. Viele Betreiber schalten auf Grundlage der Aktivitäten von Nutzern Werbung im Account oder sogar im PC-Spiel (*Deus Ex 3* Ladebildschirme). Der Betreiber erhält auf diesem Wege eine geldwerte Gegenleistung. Zudem ist es üblich, dass der Account kostenfrei zur Verfügung gestellt wird, somit eine angemessene Vergütung auch derartig ausfallen kann (§632 II BGB). Treten Probleme bei der Einrichtung des Accounts auf (z. B. am Erscheinungstag von PC-Spielen) ist es möglich, dass Sie als Nutzer Rechte aus §§633 ff. BGB geltend machen können. Das kann vom Vertragsrücktritt bis hin zu Schadensersatzforderungen gehen. In Bezug auf die vom Betreiber initiierte Sperrung/Kündigung kommen wir aber auch mit einem Werkvertrag nicht weiter. Der Werkvertrag soll eben nicht als Dauerschuldverhältnis (§314 BGB) ausgestaltet werden und zumindest für die Kündigung sprechen bessere Gründe für die Anwendbarkeit einer dienstvertraglichen Vereinbarung [Wemmer/Bodensiek, *Kommunikation & Recht* 2004, S. 432, 434, verneinend bei Gräber, *Rechte an Accounts und virtuellen Gütern*, S. 141].

### Dienstvertrag maßgeblich für die Kündigung

Dienstverträge (§611 ff. BGB) können auf die einmalige Erbringung

einer Leistung gerichtet, aber auch als Dauerschuldverhältnis mit dem Ziel der dauerhaften Erbringung einer Leistung ausgeformt sein. Es entstehen während der Laufzeit des Vertragsverhältnisses fortlaufend neue Verpflichtungen zwischen Betreiber und Nutzer. Insbesondere bei Spiele-Abonnements muss ein solches Vertragsverhältnis angenommen werden, da die Zahlung der Abo-Gebühren als Gegenleistung für die monatliche Bereitstellung der Spielinhalte dient. Im Falle unentgeltlich bereitgestellter Accounts besteht die Gegenleistung der Nutzer in Form geldwerter Werbemöglichkeiten oder schon in der bloßen Nutzung des Accounts, da viele Account-Betreiber die Aktivitäten des Nutzers erfassen und so ihre Dienste weiter verbessern. Für Spiele-Lizenzen ist ein Rückgriff auf die allgemeinen Regelungen zu Dauerschuldverhältnissen notwendig (§314 BGB) [Schriker/Loewenheim, a. a. O., S. 640]. Erwähnenswert in dieser Hinsicht ist zudem, dass Steam, Origin, Battle.net und Games for Windows Live stets den Terminus „Kündigung“ in den Nutzungsbedingungen verwenden. Das ist der rechtliche Begriff für die Beendigung von Dauerschuldverhältnissen (Pendant ist der „Rücktritt“).

Wir halten im Ergebnis fest, dass dem Nutzer-Account ein gemischtes Vertragsverhältnis, bestehend aus Werk- und Dienstvertrag, zugrunde liegt. Für die Beurteilung von Sperren und Kündigungen von Lizenzschlüsseln und Nutzer-Accounts werden Rechtsvorschriften zu Dauerschuldverhältnissen und zum Dienstvertrag angewendet.

### Fristlose Kündigung von Accounts

Immer dann, wenn mutmaßliche Verletzungen der Allgemeinen Geschäftsbedingungen begangen werden, kommen fristlose Kündigungen, ausgesprochen durch die Account-Betreiber, ins Spiel. Angesichts der ohnehin schon schwierigen Einordnung der vorliegenden Vertragsart müssen wir wieder zwischen gekündigten Accounts und gesperrten Lizenzschlüsseln unterscheiden. Für Accounts gelten die Regelungen zu Dienstverträgen (§§611 BGB). Für Lizenzschlüssel bzw. das verkörperte einfache Nutzungsrecht an Computerprogrammen gelten die allgemeinen Bestimmungen zu Dauerschuld-

verhältnissen (§§314, 241 II BGB). Wir fangen mit den Accounts an: Gemäß §626 BGB kann der Account-Betreiber aus wichtigem Grund ohne Einhaltung einer Kündigungsfrist das Vertragsverhältnis beenden, wenn Tatsachen vorliegen, aufgrund derer dem Account-Betreiber unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls und unter Abwägung der Interessen beider Vertragsparteien die Fortsetzung des Vertrags über die Nutzung des Accounts nicht zugemutet werden kann.

Hinter dem verklausulierten Satz steckt nicht mehr als eine Interessenabwägung und ein wichtiger Grund, der die fristlose Kündigung rechtfertigt. Der wichtige Grund besteht meistens in einer Verletzung von Gesetzen im Rahmen der Nutzung des Vertrags. Typisch sind Beleidigungen (§185 StGB) auf öffentlichen Servern, als Verletzung des Persönlichkeitsrechts anderer oder unerlaubte Modifikationen der Client-Software („Cracks“, §69c Nr.2 UrhG). Möglicher wichtiger Grund ist aber auch eine Vertragsverletzung, etwa die Nutzung von Cheats oder der unerlaubte Verkauf von Accounts oder virtuellen Gütern. Besteht der wichtige Grund in Form einer Vertragsverletzung, ist zunächst eine Abmahnung notwendig (§314 II BGB). Sie kennen das System eventuell aus dem Arbeitsrecht, wo verhaltensbedingte Kündigungen je nach Schwere zunächst abgemahnt werden müssen, bevor eine fristlose Kündigung erfolgen darf. So ähnlich ist das hier auch. Unterblieb eine Abmahnung, kann bereits aus dem Grund die Kündigung nichtig sein. Aus der Abmahnung muss deutlich der Verstoß und der Wille zum Ausdruck gebracht werden, dass bei einem weiteren Verstoß eine Kündigung droht. Insoweit ist es kritisch, eine temporäre Sperre des Multiplayer-Zugangs als Abmahnung anzusehen, wenn ansonsten keine weiteren Hinweise vom Account-Betreiber erfolgen. Sie können jedoch davon ausgehen, dass Verstöße gegen Gesetze eine Abmahnung entbehrlich machen.

Der Account-Betreiber muss alle Voraussetzungen für die Kündigung darlegen. Dazu gehört sowohl das Vorliegen des wichtigen Grundes als auch die Interessenabwägung, die ihn zu diesem Schritt legitimiert [vgl. Prütting, BGB-Kommentar,

### Sterbender Gebrauchtmärkte für PC-Spiele

**Seit dem BGH-Urteil [11. 2. 2010, I ZR 178/08] über den Verkauf von Spielen mit Account-Bindung geht es bergab mit dem Gebrauchtmärkte. Wir berichten über Gründe und rechtliche Konsequenzen.**



Im Jahr 2010 musste der Bundesgerichtshof (BGH) entscheiden, ob das in den AGB festgehaltene Verbot des Verkaufs eines Steam-Accounts rechtmäßig ist (Half-Life 2). Kläger war der Verbraucherzentrale Bundesverband e. V., der sich auf den urheberrechtlichen Erschöpfungsgrundsatz berief (§69c Nr.3 UrhG). Der BGH befasste sich nicht mit der stärker werdenden Verbreitung von Software per Download und äußerte sich auch nicht zur zugrunde liegenden Vertragsart beim Spiele-Account. Der BGH verneinte die Verletzung des Erschöpfungsgrundsatzes durch die AGB. Schließlich habe Valve nicht den Verkauf des Datenträgers untersagt, sondern nur den Verkauf des Accounts. Beide Dinge sind getrennt zu betrachten. Valve kann daher den Verkauf von Accounts in den AGB untersagen. Sie können zwar den Datenträger veräußern, nicht aber den zwingend zum Spielen notwendigen Account. Das Urteil ist systematisch richtig, führt jedoch zur faktischen Wertlosigkeit des Weiterverbreitungsrechts des Erwerbers [RA Paul und Albert, Frankfurt a. M., Kommunikation & Recht 2010, S. 581]. Das Urteil ist nur in Grenzen auf Download-Sachverhalte übertragbar.

6. Auflage, S. 1.186]. Der Account-Betreiber muss den Kündigungsgrund nicht in der Kündigung genannt haben, den Grund aber auf Anfrage des Nutzers unverzüglich schriftlich mitteilen (§626 II S.2 BGB). Ein Verstoß kann Schadensersatzansprüche begründen [Prütting a. a. O. S. 1.186]. Sobald der Account-Betreiber vom Kündigungsgrund Kenntnis erlangt hat, muss er binnen zwei Wochen die Kündigung aussprechen (§626 II S.1, S.2 BGB). Ein Versäumen der Frist führt zur Unwirksamkeit. Diese Tatsache wird vor allem in Bezug auf Cheats relevant. Valve Steam beispielsweise verzögert absichtlich die Sperrung von Accounts wegen der Verwendung von Cheats. Derartige Kündigungen könnten unwirksam sein.

Die Kündigungserklärung kann formlos erfolgen. Allerdings muss diese so ausgestaltet sein, dass aus ihr der Wille zur Nicht-Fortführung des Vertragsverhältnisses erkennbar ist und deutlich wird, dass der Account-Betreiber von einer fristlosen Kündigung Gebrauch machen möchte [vgl. Müller-Glöge, Preis, Schmidt, Erfurter Kommentar zum Arbeitsrecht, 9. Auflage, S. 1.623]. Unter Umständen kann auch hier eine Sperre des Zugangs ohne jeden weiteren Hinweis die Erklärung nichtig machen. In den Fällen, in denen ein Account entgegen den Allgemeinen Geschäftsbedingungen übertragen und erworben wurde, ist eine Kündigung gegenüber dem neuen Nutzer nicht notwendig. Ausnahmslos alle Online-Dienste verbieten die Weitergabe des Ac-

counts an andere Personen. Durch diese Vertragsgestaltung bliebe nur noch die vorherige Zustimmung des Account-Betreibers als Möglichkeit, wirksam einen Account übertragen zu können. Eine solche Zustimmung wird jedoch meistens nicht erteilt. Der Account-Betreiber kann daher ohne jede Ankündigung den Account sperren [vgl. Gräber a. a. O., S. 177]. Das Gleiche gilt für vom Nutzer erworbene Lizenzschlüssel von Key-Händlern.

### Fristlose Sperrung von Lizenzschlüsseln

Wenn wir über die Sperrung von Lizenzschlüsseln reden, meinen wir die Beendigung des erteilten einfachen urheberrechtlichen Nutzungsrechts an einem PC-Spiel. Die Regelungen und Rechtsfolgen sind denen von gekündigten Accounts ähnlich, unterscheiden sich jedoch im Detail. So bedarf es für eine fristlose Kündigung auch hier eines wichtigen Grundes sowie einer Interessenabwägung [vgl. Schriker/Loewenheim, a. a. O., S. 640].

Gemäß §314 II BGB ist eine Abmahnung notwendig, soweit vom Nutzer ein vertragsbedingter Verstoß begangen wurde. Fehlte die Abmahnung, kann eine ausgesprochene Kündigung nichtig sein. Eine Zwei-Wochen-Frist für die Kündigung ab Kenntnis des Kündigungsgrunds gibt es nicht. Der Account-Betreiber kann sich daher mehr Zeit nehmen für die Aussprache der Kündigung. Die Grenze ist jedoch dann erreicht, wenn der Zeitraum zwischen Kenntniserlangung und Kündigungserklärung die Inte-

ressenabwägung zum Nachteil des Nutzers beeinträchtigt, zum Beispiel wenn mehrere Monate zwischen Vertragsverletzung und Kündigung vergehen. Die Angabe eines Kündigungsgrundes oder eine bestimmte Form sind nicht notwendig. Die Beweispflicht bleibt allerdings beim Account-Betreiber. Ohne Grund keine wirksame Kündigung. Willkürliches Sperren wird damit ausgeschlossen. Der Grund muss zum Zeitpunkt der Kündigungserklärungen vorhanden sein. Möglich ist, dass die Nicht-Angabe eines Grundes die Interessenabwägung positiv für den Nutzer beeinflusst [vgl. Prütting, a. a. O. S. 569]. Die Kündigungserklärung muss klar und eindeutig sein [OLG Mün-

chen, OLG-Report 21/2000 S. 315]. Bloße Sperren ohne jeden Hinweis könnten daher unwirksam sein.

### Ordentliche Kündigung

Der Account- und Key-Nutzer kann wenig „harte“ Rechte gegenüber einer Sperrung oder Kündigung geltend machen kann. Vieles ergibt sich aus der Interessenabwägung, die je nach Argumentation unterschiedlich ausfallen kann. Komplizierter und noch undurchsichtiger wird es, wenn man die Möglichkeit ins Auge fasst, dass bei Unwirksamkeit einer fristlosen Kündigung diese zu einer ordentlichen Kündigung (mit Fristsetzung) umgedeutet werden kann [vgl. Müller-Gröbe, a. a. O. S. 1.631]. Als wäre das nicht

genug, könnte eine Abhängigkeit zwischen Nutzer-Account und Lizenzschlüssel bestehen. Ohne Account lassen sich Nutzungsrechte nicht ausüben. Umgekehrt lässt sich ohne Account-Bindung kein Spiel verwenden, das diese Bindung voraussetzt. Im Zweifel müsste daher beides, Account und Nutzungsrecht am Spiel, gekündigt werden.

In den AGB der Online-Dienste werden keine Fristen für eine ordentliche Kündigung angegeben. Ein Rückgriff auf vertragliche Vereinbarungen fällt daher flach. Umgekehrt wird auch nicht ersichtlich, dass ein Recht zur ordentlichen Kündigung ausgeschlossen wird [Möglichkeit für Lizenzverträge bejahend bei Andreas Strenkert, *Die Beendigung des Lizenzvertrags*, 2011, S. 71]. Ein Dilemma ergibt sich vor allem bei der Kündigung von Accounts. Gemäß § 621 Nr. 5 BGB kann jederzeit gekündigt werden ohne Einhaltung einer Frist, wenn der Account kostenlos genutzt wird. Etwas anderes gilt bei monatlichen Abonnements. Gemäß § 621 Nr. 3 BGB darf hier spätestens am 15. eines Monats für den Schluss des Kalendermonats gekündigt werden. Beispiel: Eine Kündigung am 13. April für den 30. April ist möglich, nicht jedoch eine Kündigung am 18. April für den 30. April. Achten Sie bei Abonnements auf die Regelungen in den Nutzungsbedingungen. Die Fristen des § 621 BGB sind dispositiv. Ein Rückgriff auf die gesetzlichen Bestimmungen ist eher die Ausnahme. Eine gesetzliche Regelung fehlt vollständig in Bezug auf einfache Nutzungsrechte. Spätestens hier begeben wir uns in ein bis dato ungeklärtes Rechtsgebiet.

Die Rechtsprechung hat lizenzrechtliche Fragen bisher nur im Wettbewerbsrecht (Marken) diskutiert [BGH GRUR 2006, 56 ff. „BOSS-CLUB“]. Die Autoren juristischer Fachliteratur lösen das Problem über Umwege. Demnach kann ein Lizenzvertrag analog zu § 584 BGB (Pachtrecht) ordentlich gekündigt werden. Es gelte eine sechsmonatige Frist zum Schluss des laufenden Jahres [Schultz/Süchting, Münchener Vertragsrechtshandbuch Band 3, VIII.2 Anm. 40]. Denkbar wäre auch ein (konkludenter) Ausschluss einer ordentlichen Kündigung. Insbesondere die Nutzer würden davon profitieren, würde doch die Umdeutung einer

fristlosen Kündigung geradeaus wegfallen. Ein solcher Ausschluss müsste sich jedoch aus dem vertraglichen Zweck (sofern vorhanden) und dessen Erreichen ergeben. Es bedarf hierzu einer Auslegung des Vertrags. Doch schon 1989 hatte das OLG Hamburg [GRUR 1989, 912, 914] bei urheberrechtlichen Nutzungsverträgen grundsätzlich die freie Kündigung für möglich gehalten.

### Zusammenfassung

Das Sperren entspricht aus rechtlicher Sicht einer Kündigung. Eine fristlose Kündigung von Spiele-Accounts und Nutzungsrechten an PC-Spielen kann nur anhand eines wichtigen Grundes und einer Interessenabwägung geschehen. Der Grund kann sich aus dem Gesetz oder Vertrag ergeben. Kann der Grund und die Interessenabwägung auf Nachfrage des Nutzers nicht vorgelegt werden, ist die Kündigung unwirksam. Die Kündigung ist auch dann unwirksam, wenn aus der Kündigungserklärung nicht eindeutig hervorgeht, dass gekündigt wurde oder eine fristlose Kündigung beabsichtigt ist. Damit ist besonders das bloße Sperren ohne jeden Hinweis gemeint. Bei geringwertigen Verstößen gegen den Vertrag sind Abmahnungen zwingend vorgeschrieben. Eine temporäre Sperre wird als Abmahnung angesehen, soweit für den Nutzer sein vertragswidriges Verhalten offensichtlich wird. Als Nutzer können Sie nur vertragliche Rechte an einem Account geltend machen. Die Vertragsart ist nach dem Einzelfall zu entscheiden. Ordentliche Kündigungen können durch Umdeutung einer fehlerhaften fristlosen Kündigung vorliegen. Fristen für eine ordentliche Kündigung werden mit keinem der vier genannten Online-Betreiber vereinbart. Es gelten die gesetzlichen Bestimmungen. Kostenlose Accounts können ordentlich ohne Frist gemäß § 612 Nr. 5 BGB gekündigt werden. Für gegen monatliches Entgelt bereitgestellte Accounts mit Abonnement-Vergütung bestehen zweiwöchige Fristen zum Monatsende. Von Accounts abhängige Nutzungsrechte sind wiederum binnen einer sechsmonatigen Frist zum Jahresende zu kündigen. Im Einzelfall sind andere rechtliche Normen anzuwenden und damit andere Ergebnisse möglich. Es besteht nach wie vor große Unsicherheit in diesem Rechtsbereich. (clg)

## Exkurs: Allgemeine Geschäftsbedingungen

### Die Online-Dienste versuchen, Kündigungen und Sperren von Accounts und Lizenzschlüsseln in ihren AGB zu regeln. Wie ist die Rechtslage?

Nach der Definition des § 305 I S. 1 BGB versteht man unter Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) alle für eine Vielzahl von Verträgen vorformulierte Vertragsbedingungen, die eine Vertragspartei (Account-Betreiber) der anderen Vertragspartei (Account-Nutzer) bei Abschluss eines Vertrags stellt. Die Form der AGB ist egal. Die Account-Betreiber nennen ihre Vertragsbestimmungen häufig End-User-Licence-Agreement (EULA) oder Terms of Service (TOS). Die Begriffe stammen aus dem angloamerikanischen Raum. Auch Datenschutzerklärung sind AGB. Die meisten Betreiber haben ihren Sitz im Ausland. Dennoch sind die deutschen Gesetze (§§ 305 ff. BGB) anwendbar, wenn der Vertragspartner ein deutscher Verbraucher ist (Art. 6 II Verordnung EG Nr. 593/2008 des europäischen Parlaments und Rates). Die deutschen Regelungen zu AGB sind daher als Mindeststandard anzusehen [vgl. Granert, a.a.O. S. 80]. Für eine wirksame Einbeziehung der AGB-Klauseln müssen Sie diesen explizit zustimmen. Erklärungsfiktionen wie die bloße Installation des Spiels führen zur Unwirksamkeit der AGB. Darüber hinaus dürfen Klauseln den Account-Nutzer nicht unangemessen benachteiligen (§ 307 I S. 1 BGB), zu weit vom gesetzlichen Leitbild abweichen (§ 307 II BGB) oder so überraschend sein, dass der Account-Nutzer nicht mit der Verwendung rechnen konnte (§ 305c I BGB). Änderungen an den AGB dürfen nur im Ausnahmefall ohne explizite Einwilligung des Account-Nutzers vorgenommen werden. Insbesondere an diesem Punkt hapert es teilweise bei den großen vier Online-Diensten Steam, Origin, Battle.net und Games for Windows Live, da Änderungen stillschweigend oder mit zu kurzer Widerrufsfrist geschehen. Den Online-Diensten ist es aber erlaubt, sich auch ohne Grund vom Vertrag zu lösen, soweit eine fristgerechte Kündigung vorliegt (§ 308 Nr. 3 BGB, Dauerschuldverhältnis). Die Aussagen zur Vorgehensweise bei Kündigungen sind überall knapp gehalten. Meistens werden (legitime) Gründe für eine fristlose Kündigung aufgezählt und die Einstellung der Nutzung der Software verlangt. Gründe sind insbesondere Cheats, Bots und Modifikationen am Client.



Im November 2009 sperrte Valve (Steam) auf Geheiß von Activision Blizzard kurzerhand einige Lizenzschlüssel von Call of Duty: Modern Warfare 2. Jene waren bei asiatischen Key-Händlern zu wesentlich geringeren Preisen erstanden worden.





## Kann man Windows 7 auf einen USB-Stick installieren und nutzen?

# Windows 7 to go

„Windows to go“ heißt das neue Windows-8-Feature, das den Start eines Windows vom USB-Stick an jedem PC erlaubt. Wir testen, ob sich auch mit Windows 7 eine portable Installation erstellen lässt.



Bild: Adbbox

! Alle Arbeiten  
geschehen  
auf eigene  
Gefahr.

Obwohl ein USB-Stick in erster Linie ein Medium ist, um große Datenmengen von einem zum anderen Rechner zu transferieren, kann man die Speicherzwecke auch für andere Zwecke nutzen. Wie wir beispielsweise in der Ausgabe 03/12 (Artikel: Games to go, S. 124–126) berichteten, lassen sich viele aktuelle, besonders per Steam oder Origin erworbene Titel vom mobilen Speichermedium ruckelfrei spielen. Die Möglichkeit, ein vollständig lauffähiges Windows auf dem Stick zu installieren, das anschließend an jedem beliebigen Gastrechner gestartet werden kann, bietet Microsoft jedoch erst mit dem neuen Windows 8 an. Für Windows 7 steht das Windows-to-go-Feature nicht zur Verfügung.

Mit der Hilfe von Dritthersteller-Tools soll es allerdings möglich sein, eine tragbare Windows-Installation mit begrenztem Umfang zu erstellen, und das haben wir für Sie ausprobiert. Wir wollen Ihnen zeigen, wie Sie Windows 7 auf einen USB-Stick aufspielen und von diesem starten können. Des Weiteren testen wir, ob Sie mit dem mobilen Windows 7 problemlos arbeiten sowie spielen können und ob sich die Version auch an fremden PCs einsetzen lässt.

## Die Voraussetzungen

Neben der grundsätzlichen Bedingung, dass der USB-Stick, mit dem wir unsere mobile Windows-7-Version erstellen, bootfähig sein muss, gibt es weitere Dinge zu beachten. Obwohl die Datenübertragung an der USB-3.0-Schnittstelle deutlich schneller als am USB-2.0-Pendant ausfällt, eignet sich Erstgenannte für unser Vorhaben nicht, denn das wichtige Formatier-Tool RMPrepUSB arbeitet nur korrekt, wenn der Stick am USB-2.0-Port angeschlossen ist. Um dennoch eine maximale Schreib- und Leseleistung zu gewährleisten, empfehlen wir den Einsatz eines flotten USB-3.0-Sticks, da dieser am

USB-2.0-Anschluss mit der maximal möglichen Übertragungsrate arbeitet. Des Weiteren sollte der Speicherstick mindestens 16 Gigabyte oder besser 32 Gigabyte groß sein. Im Test belegte bereits die Grundinstallation von Windows 7 Ultimate x86 fast 10 Gigabyte auf dem MX-FX USB 3.0 Pen Drive (32 GByte) und es sollte auch noch Platz für die Auslagerungsdatei sowie wichtige Programme eingeplant werden.

## Die Vorbereitungen

Wie bereits erwähnt, klappt der Versuch nur, wenn der eingesetzte USB-Stick bootfähig ist. Hier kommt das Programm RMPrepUSB (Download siehe Extrakasten links) zum Einsatz. Um den Stick bootfähig zu machen, gehen Sie wie folgt vor: Schließen Sie das Gerät an und rufen Sie die Formatierhilfe auf. Wählen Sie zuerst das Laufwerk (Drive), auf dem Sie eine Boot-Partition erstellen wollen, und geben Sie diesem einen eindeutigen Namen, beispielsweise „Win7-Boot-Stick“. Wählen Sie anschließend unter „3 Boot Optionen“ den Eintrag „WinPEv2/WinPE/Vista/Win7 bootable (BOOTMGR)(CC4)“ sowie unter dem Menüpunkt „4 Dateisystem und Überschriften“ die Einstellungen „NTFS“ sowie „Boot as HDD (C: 2PTNS)“ (siehe auch erstes Bild im Kasten rechts). Nach einem Klick auf „6 Stick bereitstellen“ wird der Stick formatiert und eine Boot-Partition eingerichtet, die für den Start benötigt wird.

Bevor Sie jetzt mit dem Kopiervorgang für das Windows 7 to go beginnen, überprüfen Sie zunächst, ob im BIOS Ihres Mainboards der USB-Stick als erstes „Boot Device“ eingestellt ist. Um zu kontrollieren, ob das Medium wirklich bootfähig ist, können Sie beispielsweise die Dateien Ihrer Windows-7-Setup-DVD auf das Gerät kopieren, den Rechner mit dem Stick hochfahren und schauen, ob das Setup auch aufgerufen wird.

## Arbeitsmaterial: Windows 7 to go

- **RMPrepUSB v2.1.647** (<http://goo.gl/U9Uz7>): Tool zum Formatieren des Sticks
- **Windows 7 Setup-DVD**: Liegt nur die ISO-Datei der Setup-DVD vor, können Sie diese entweder mit der Windows-7-eigenen Funktion brennen oder mit Tools wie Virtual Clone Drive oder mDisk auf einem virtuellen Laufwerk mounten und nutzen.
- **Automated Installation Kit (AIK) für Windows 7** (<http://goo.gl/8QwKf>): Enthält Dateien, die der NT6 Fast Installer für die Win-7-Installation auf den Stick benötigt
- **NT6 Fast Installer** (<http://goo.gl/pQ5kX>): Einfach zu bedienende Skript-Sammlung zum Installieren eines kompletten Windows auf ein USB-Medium

## Boot-Zeit: SSD bootet am schnellsten

### Boot-Dauer (Mittelwert aus drei Messungen mit Boottimer)

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| Win 7 x86 Ultimate auf SSD   | 12,0 (-63 %) |
| Win 7 x86 Ultimate auf HDD   | 25,0 (-22 %) |
| Win 7 x86 Ult. auf USB-Stick | 32,0 (Basis) |

**System:** Phenom II X6 1100T, AMD 890GX, Geforce GTX 580, 4 GiByte DDR3-RAM; GF 301.40, Win7 Ultimate x86 SP1 **Bemerkungen:** Das frisch aufgesetzte Windows startet von der SSD am schnellsten. Der USB-Stick ist sieben Sekunden langsamer als die HDD.

**Sekunden**  
▲ Besser



## Der Kopiervorgang

Zur Erstellung einer bootfähigen Win-7-Version auf dem USB-Stick sind zwei weitere Schritte notwendig. Zum einen müssen Sie das Windows Automated Installation Kit (AIK) für Windows 7 herunterladen (Link siehe Arbeitsmaterial-Kasten). Brennen Sie die ISO-Datei anschließend, beispielsweise mit der Win-7-eigenen Funktion, auf eine DVD und installieren Sie die Windows AIK anschließend auf die aktuelle Betriebssystem-Partition. Hierhin kopieren Sie auch die Skript-Sammlung des NT6 Fast Installers – wir empfehlen das Erstellen des Verzeichnisses „NT6Inst“ auf der Boot-Festplatte (in der Regel C:). Wichtig: Das Kopieren der Installation auf den Stick klappt erst, wenn Windows AIK für Windows 7 installiert ist, da der NT6 Fast Installer bestimmte Dateien des Pakets benötigt.

Wie jetzt weiter vorzugehen ist, sehen Sie im Extrakasten rechts. Hier die Kurzform: Starten Sie den NT6 Fast Installer, indem Sie die Datei „Installer.cmd“ im Verzeichnis des Tools als Administrator aufrufen (Rechtsklick auf „Als Administrator ausführen“). Integrieren Sie nun die Install.wim von der Windows-7-Setup-DVD in die neue Installation und wählen Sie anschließend die für Ihren Lizenzschlüssel gültige Variante (Windows 7 Home/Professional/Ultimate) aus. Nachdem Sie im NT6 Fast Installer den USB-Stick als Ziel-Laufwerk festgelegt haben, auf das die Daten geschrieben werden und von dem Windows neu starten soll, folgen noch weitere Bestätigungsabfragen. Der NT6 Fast Installer will noch wissen, ob es sich bei dem Laufwerk um einen USB-Stick handelt und ob dieser nach dem Neustart den Laufwerksbuchstaben C: erhalten soll (Bilder nicht im Extrakasten). Danach wird der etwa zehnminütige Kopiervorgang gestartet.

## Der erste Start

Bevor Sie jedoch Ihr auf den USB-Stick aufgespieltes Windows nutzen können, vergeht fast eine halbe Stunde. Wie bei einer gewöhnlichen Installation richtet sich das Windows 7 to go die aktuelle Hardware-Konfiguration ein und schreibt alle Registrierungseinträge. Ist dieser Vorgang beendet, besitzen Sie ein Betriebssystem, das komplett vom mobilen Flash-Speicher läuft. Wie bei jeder Erstinstallation fehlen natürlich noch viele Treiber, beispielsweise für den Soundchip, den LAN-

Controller, die USB-3.0-Anschlüsse oder die Grafikkarte. Die ließen sich in unserem Test aber genauso unkompliziert nachträglich aufspielen wie wichtige Tools sowie weitere Programme. Allerdings hatten wir Probleme, die im OS integrierte Update-Funktion zu nutzen, und der Versuch, zusätzliche Windows-Elemente wie Net-Framework oder Visual C++ aufzuspielen, klappt zwar, ist aber nur teilweise erfolgreich.

## Das mobile Win 7 in der Praxis und am fremden PC

Im praktischen Einsatz zeigt sich schnell, dass ein auf den Stick installiertes Windows 7 mehr dazu geeignet ist, Systemreparaturen auszuführen, wichtige Daten zu retten oder infizierte Laufwerke nach Viren zu durchsuchen. Bei vielen geöffneten Tasks, parallel ablaufenden Kopiervorgängen oder beim Öffnen gepackter Dateien arbeitet das System sehr langsam. Das liegt vor allem an den kontinuierlichen Schreib- und Lesevorgängen auf dem einzigen (!) Flash-Chip im Gerät. Spiele sind mit dem Windows zu go auch nicht flüssig spielbar. So laggte bei *Skyrim*, bei dem viele Streamvorgänge im Hintergrund ablaufen, bereits die Maus im Menü. Außerdem lief der Titel dank des extrem zähen Streamings in 1.920 x 1.080 bei allen Details sowie mit 4x FSAA selbst auf unserem Testsystem (Phenom II X6 1100T, GTX 580; 4 GiByte RAM) nur mit 6 Fps.

Damit der Einsatz des mobilen Windows 7 an einem anderen System problemfrei verläuft, müssen Sie es mit dem Tool sysprep (Verknüpfung auf dem Desktop) vorbereiten. So löschen Sie die Hardwarekonfiguration sowie alle Registry-Einträge der auf dem Stick installierten Version. Stöpseln Sie das Gerät danach an einen anderen PC, wird die Konfiguration der neuen Hardware erneut ausgeführt und die Registrierung neu geschrieben. (fs)

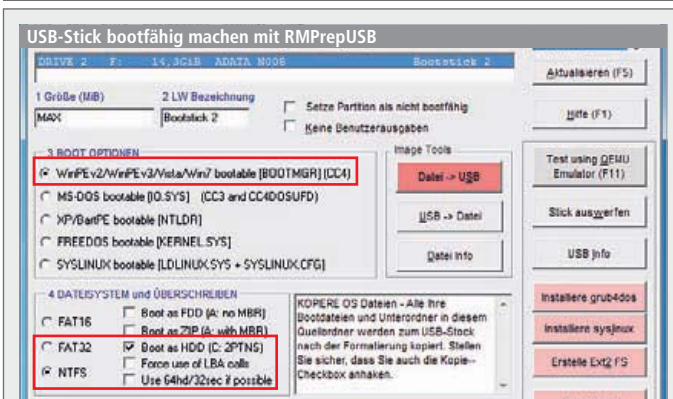
## Fazit

Hardware

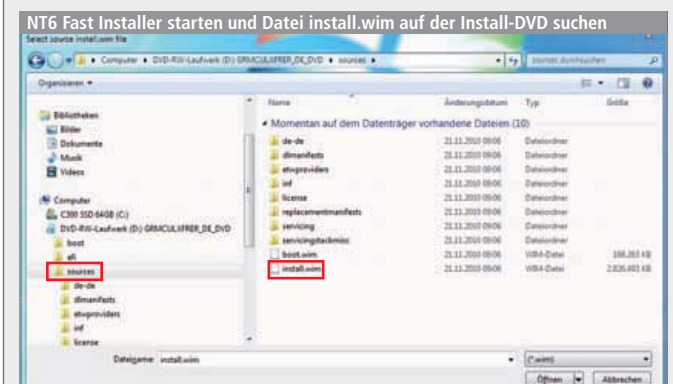
### Windows 7 to go

Mit dem für Windows 8 angekündigten Windows-to-go-Feature ist unser mit Dritthersteller-Tools erstelltes Win 7 auf dem USB-Stick sicher nicht vergleichbar. Unsere Lösung ist zu fehleranfällig, kann nur rudimentär am Gastsystem verwendet werden und ist sehr langsam. Für die Datenrettung oder Systemreparation ist sie aber durchaus geeignet.

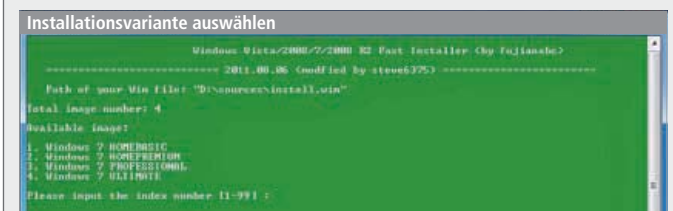
## Anleitung: Windows 7 auf den USB-Stick installieren



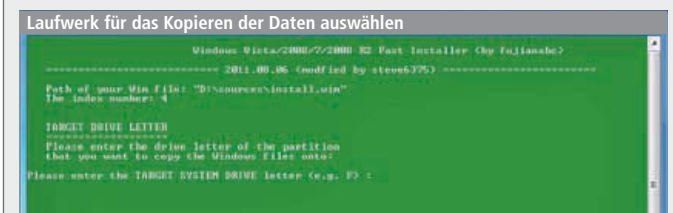
Mit den im Bild markierten Einstellungen bereiten Sie Ihren USB-Stick optimal für die Installation eines mobilen Windows 7 vor, indem Sie eine Boot-Partition einrichten.



Das Programm fordert Sie auf, auf der Installations-DVD von Windows 7 im Verzeichnis „sources“ die Datei „install.wim“ zu suchen und diese per Doppelklick auszuwählen.



Wählen Sie hier nur die Windows-Version, für die Sie einen gültigen Lizenzschlüssel haben. Außerdem hängt die Größe der Installation von der Windows-Variante ab.



Wenn Sie den USB-Stick beim Formatieren eindeutig bezeichnet haben, lässt sich der Laufwerksbuchstabe des Gerätes sehr einfach ermitteln und hier eingeben.



Damit der Rechner beim nächsten Start auch vom Stick gebootet wird, geben Sie dessen Laufwerksbuchstaben auch bei der Nachfrage nach dem Boot-Laufwerk an.

## Echte und vermeintliche Spartipps unterscheiden

# SSD-Schnäppchen

Die Preise für SSDs sind in den letzten Wochen deutlich gefallen – auch der Preis für Modelle mit mehr als 200 GByte ist mittlerweile fair. Doch Vorsicht: Kaufen Sie nicht einfach die billigste SSD!



SSDs in der Ab-200-GByte-Klasse haben die Ein-Euro-pro-GByte-Grenze unterschritten. So bekommen Sie die sehr gute Samsung-SSD 830 mit 256 GByte schon für knapp unter 200 Euro. Im April waren es noch rund 280 Euro. Jedoch gibt es bei aktuellen SSDs deutliche Leistungsunterschiede, weshalb wir hier ausführliche Benchmarks zu den laut PCGH-Preisvergleich zehn beliebtesten SSDs zeigen.

## SSDs mit mehr als 200 GB

Die von uns getestete Version der Samsung SSD 830 mit Desktop-Upgrade-Kit ist ab rund 230 Euro erhältlich. Hier werden Tools mitgeliefert, die den Umzug von HDD auf SSD erleichtern. Damit ist das 830er-Modell von Samsung derzeit unsere Empfehlung. Wenn es etwas günstiger sein soll, bekommen Sie die m4 von Crucial mit 256 GByte ab 190 Euro. Bei Kopiervorgängen müssen Sie sich dann aber länger gedulden.

## 128-GB-Klasse

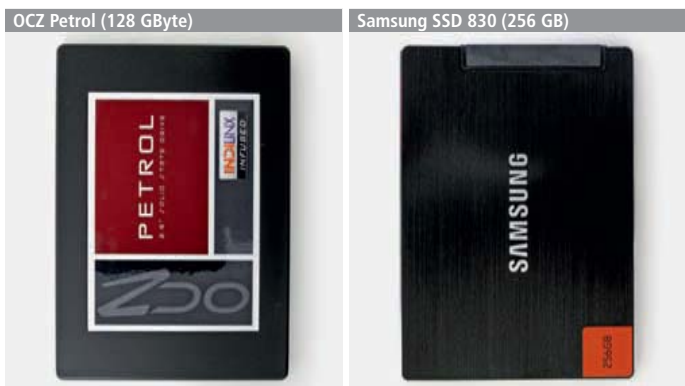
Wenn Ihnen 128 GByte reichen, bietet OCZ mit der Petrol für nur 70 Euro eine extrem günstige SSD. Auch hier ist der Preis deutlich gefallen, denn bis Anfang Juni kostete die Petrol-SSD noch rund 100 Euro. Wenn Sie zum möglichst kleinen

Preis Ihre Systemplatte gegen eine SSD ersetzen wollen, ist dieses OCZ-Modell daher geeignet. 128 GByte reichen für die Windows-Installation sowie die wichtigsten Programme und zwei oder drei Lieblingsspiele. Wegen des verwendeten Indilinx-Controllers und des (asynchronen) ONFI-SDR-Flash ist die OCZ Petrol aber teils deutlich langsamer als andere SSDs, wie unsere Benchmarks zeigen. Dennoch steigt die gefühlte Arbeitsgeschwindigkeit aufgrund der niedrigen Zugriffszeiten deutlich gegenüber einer HDD. Wenn Sie hingegen eine schnelle 128er-SSD wollen, eignet sich die neue Vertex 4. Unseren Test finden Sie auf Seite 81.

SSDs mit weniger als 128 GByte bekommen Sie derzeit ab 50 Euro. Allerdings sind diese Modelle noch langsamer und der Platz ist arg knapp, weshalb wir zu SSDs mit mindestens 128 GByte raten.

## SSDs für Notebooks

Für Notebooks lohnen sich SSDs wegen ihrer Stoßunempfindlichkeit besonders. Hier ist eine niedrige Leistungsaufnahme sinnvoll (geben wir in jedem Test an). Achten Sie zudem unbedingt auf die Höhe der SSD, um böse Überraschungen zu vermeiden. (dm)



Mit nur 70 Euro für 128 GByte ist die OCZ Petrol erstaunlich günstig, aber auch vergleichsweise langsam. Das Rundum-sorglos-Paket mit 256 GB stammt von Samsung.



Wie die Bezeichnungen auf den Chips zeigen: Bei der SSD 830 stammen Controller, Cache und Flash-Chips von Samsung.

## PCGH-Kopiertest 1

### Kopiervorgang 10 GiByte – komprimierbare Daten, große Dateien

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| OCZ Vertex 3 (240 GB)    | 44 (-56 %)  |
| OCZ Agility 3 (240 GB)   | 46 (-54 %)  |
| Samsung SSD 830 (512 GB) | 47 (-53 %)  |
| Samsung SSD 830 (256 GB) | 47 (-53 %)  |
| Samsung SSD 830 (128 GB) | 48 (-52 %)  |
| OCZ Vertex 4 (256 GB)    | 58 (-43 %)  |
| Crucial m4 (256 GB)      | 75 (-26 %)  |
| Crucial m4 (128 GB)      | 80 (-21 %)  |
| OCZ Petrol (128 GB)      | 101 (Basis) |
| Patriot Torqx 2 (64 GB)  | 136 (+35 %) |

**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP1  
**Bemerkungen:** Die Topmodelle von OCZ und Samsung liegen im sehr guten Bereich. Die Petrol braucht deutlich länger.

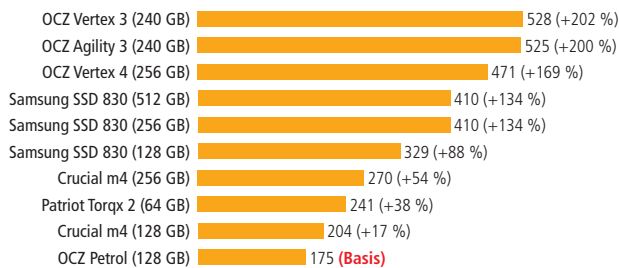
**Sekunden**  
 ⬇️ Besser

## Getestete SSDs

| Hersteller | Produktname        | Preis       | Produktcode      | Controller                        | Formatierte Kapazität | Getestet in      | Endnote |
|------------|--------------------|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------|---------|
| Crucial    | m4 (256 GB)        | Ca. € 190,- | CT256M4SSD2      | Marvell 88SS9174-BKK2             | 238,0 GiByte          | 11/2011          | 2,32    |
| Crucial    | m4 (128 GB)        | Ca. € 110,- | m4-CT128M4SSD2   | Marvell 88SS9174-BLD2             | 119,24 GiByte         | 11/2011          | 2,31    |
| OCZ        | Vertex 3 (240 GB)  | Ca. € 200,- | VTX3-25SAT3-240G | Sandforce SF-2281TB1              | 223,57 GiByte         | 05/2011          | 1,69    |
| OCZ        | Vertex 4 (128 GB)  | Ca. € 220,- | VTX4-25SAT3-128G | Everest 2 (Indilinx IDX400MOO-BC) | 119,24 GiByte         | 08/2012          | 1,76    |
| OCZ        | Agility 3 (240 GB) | Ca. € 170,- | AGT3-25SAT3-240G | Sandforce SF-2281VB1              | 223,57 GiByte         | 08/2011          | 1,92    |
| OCZ        | Petrol (128 GB)    | Ca. € 70,-  | PTL1-25SAT3-128G | Indilinx                          | 119,24 GiByte         | 05/2012          | 3,05    |
| Patriot    | Torqx 2 (64 GB)    | Ca. € 75,-  | PT264GS25SSDR    | Phison PS3105-S5-I                | 59,6 GiByte           | 09/2011          | 3,66    |
| Samsung    | SSD 830 (512 GB)   | Ca. € 520,- | MZ-7PC512        | Samsung S4LJ204X01-Y040           | 476,94 GiByte         | 11/2011          | 1,66    |
| Samsung    | SSD 830 (256 GB)   | Ca. € 230,- | MZ-7PC256        | Samsung S4LJ204X01-Y040           | 238,47 GiByte         | 11/2011          | 1,66    |
| Samsung    | SSD 830 (128 GB)   | Ca. € 130,- | MZ-7PC128        | Samsung S4LJ204X01-Y040           | 119,24 GiByte         | 03/2012, 05/2012 | 1,71    |

## Atto Disk Benchmark: Transferrate Schreiben

## Max. Transferrate Schreiben (Atto)

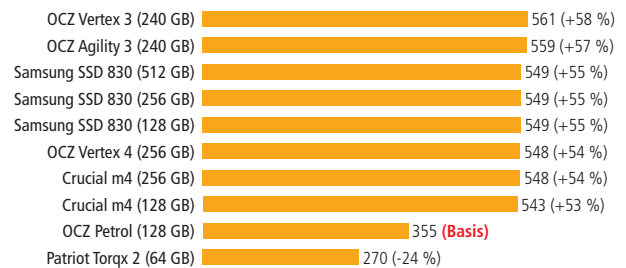


**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** In diesem eher theoretischen Test schlagen sich die Topmodelle von OCZ besonders gut.

**MB/s**  
► Besser

## Atto Disk Benchmark: Transferrate Lesen

## Max. Transferrate Lesen (Atto)

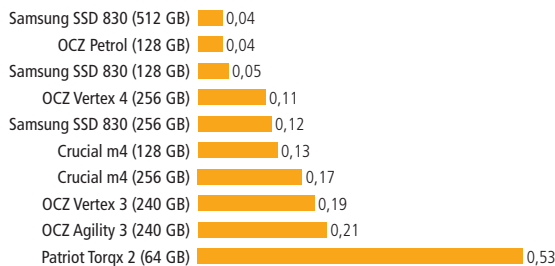


**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** Bei der Leserate fallen lediglich die günstige Petrol und die kleine Torqx 2 deutlich hinter die übrigen Modelle zurück.

**MB/s**  
► Besser

## H2BenchW: Zugriffszeit Lesen (Mittel)

## Zugriffszeit lesen (Mittel)

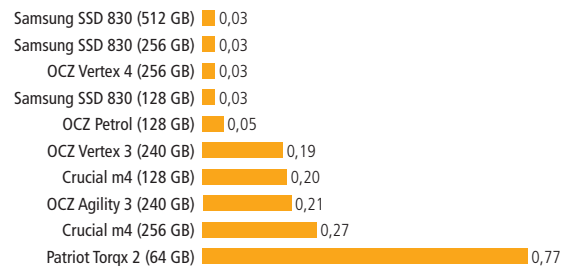


**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** Bei der Zugriffszeit leistet sich die Petrol keine Schwächen. Die Torqx 2 ist erneut weit abgeschlagen.

**Millisek.**  
◄ Besser

## H2BenchW: Zugriffszeit Schreiben (Mittel)

## Zugriffszeit schreiben (Mittel)

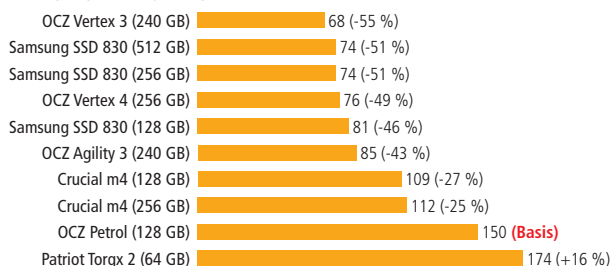


**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** Wegen enormer Unterschiede von mehr als 1.000 Prozent haben wir bei den Zugriffszeiten auf Prozentangaben verzichtet.

**Millisek.**  
◄ Besser

## PCGH-Kopiertest 2

## Kopiervorgang 10 GiByte – gemischte Daten, viele Dateien

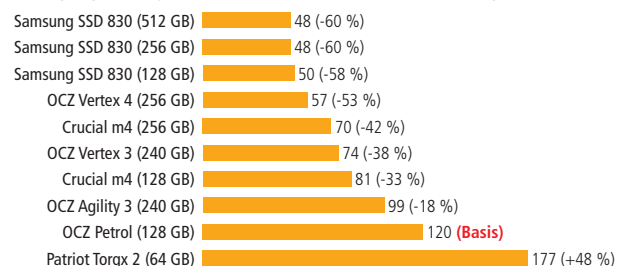


**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** Hier sind die Unterschiede zwischen dem schnellsten Modell und der Petrol ähnlich groß wie im ersten Kopiertest.

**Sekunden**  
◄ Besser

## PCGH-Kopiertest 3

## Kopiervorgang 10 GiByte – nicht komprimierbare Daten, wenige Dateien



**System:** Core i7 2600k (Stromsparfunktionen aus), Asus P8P67 (P67 rev. b3), 4 GiB RAM (DDR3-1600); OS: Windows 7 x64 SP **Bemerkungen:** Der dritte Kopiertest zeigt die Unterschiede noch deutlicher: Die kleine Torqx 2 braucht dreimal so lang wie eine 830er.

**Sekunden**  
◄ Besser

## Lesereinsendungen

## PCGH-Mailbox

Neben unserer Webseite [www.pcgh.de](http://www.pcgh.de) und unserem Forum [www.pcghx.de](http://www.pcghx.de) können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an [redaktion@pcgameshardware.de](mailto:redaktion@pcgameshardware.de) mit uns Kontakt aufnehmen.

## Stromsparen bei der CPU

Ich lege sehr viel Wert auf das Einsparen von Energie, und nachdem ich nun eure letzten Tests von Prozessoren und Mainboards gelesen habe, bin ich am überlegen, ob ich mir lieber einen Core i7-3770K oder i7-3770T zulegen soll. Da ich ab und zu Videos bearbeite und unser Sohn gerne am PC spielt, würde ich gerne einen leistungsfähigen Prozessor haben.

Nun habe ich mir überlegt, ob es die heutigen Mainboards auch zulassen, einen Prozessor zu untertakten, sodass ich den Energieverbrauch des i7-3770K drosseln kann. Ist so etwas möglich? Und wenn ja, wie hoch dürfte die zu erwartende Einsparung sein und welches Mainboard unterstützt so etwas?

Roger H., per E-Mail

**Stephan Wilke:** Beispielsweise (nahezu) alle Z77-Mainboards ermöglichen es, die CPU mit einer geringeren Taktrate zu betreiben. Ich rate dazu, primär die Kernspannung abzusenken. Sie hat nicht nur einen größeren Einfluss auf die Abwärme und Leistungsaufnahme als der Kerntakt, sondern sorgt natürlich auch für keinen Leistungsrückgang. Leider bieten deutlich weniger Hauptplatinen diese Funktion.

Die Einsparung hängt stark von der Umsetzung ab, unter Last sollten sich aber 10 bis 20 Watt einsparen lassen, ohne deutlich an der Taktschraube zu drehen. Wie beim Übertakten auch, ist das Undervolting-Verhalten Glückssache und kann von Chip zu Chip variieren.

Achten Sie am besten darauf, ein möglichst sparsames Mainboard zu kaufen. Die Ersparnis durch CPU-Undervolting kann eine energiehungrige Hauptplatine wieder zunichtemachen! Mainboards ohne viele Zusatz-Chips sind hier meistens im Vorteil – orientieren Sie sich aber am besten an Messwerten in den PCGH-Tests. Ein eher sparsames Modell ist etwa das Asus P8Z77-M, das zudem Undervolting ermöglicht.

## Wärmeleitpaste schädlich?

Ich möchte mich darüber informieren, ob Wärmeleitpasten in irgendeiner Form gesundheitsschädlich für den Menschen sind. Ich selbst

arbeite im Bereich IT und werde damit direkt konfrontiert. Über eine Stellungnahme würde ich mich freuen.

Stefan H., per E-Mail

**Reinhard Staudacher:** Der normale Hautkontakt mit Wärmeleitpaste sollte unbedenklich sein. Aufgrund der Kennzeichnungspflicht für giftige oder gesundheitsschädliche Stoffe ist davon auszugehen, dass selbst das Einatmen oder Verschlucken von den geringen Mengen, die man beim Auftragen üblicherweise nutzt, ungefährlich sein sollte, da keine Wärmeleitpaste in der Redaktion diese Kennzeichnung trägt. Einige Wärmeleitpasten gelten jedoch als umweltgefährlich, was aber ebenfalls durch ein entsprechendes Piktogramm gekennzeichnet ist.

## Konfigurationsänderung bei PCGH-PCs möglich?

Ich interessiere mich für euren PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition. Ich hätte aber gerne das Gehäuse in der Farbe „Titanium Grey“ und außerdem gerne 16 GiByte RAM. Sind diese kleinen Änderungen von eurer Seite aus möglich?

Uwe W., per E-Mail

**Daniel Waadt:** Leider sind bei den PCGH-PCs keinerlei Änderungen möglich, da diese exakt nach unseren Vorgaben gebaut und so eingelagert werden. Den Speicher könnten Sie aber beispielsweise selbst nachrüsten. Nach dem Lego-Prinzip „Einfach einstecken“ gelingt das auch Laien. (Anmerkung der Redaktion: Da es häufiger zu vergleichbaren Anfragen kommt, gilt diese Antwort stellvertretend für alle Änderungswünsche an bestehenden Konfigurationen. Wir nehmen aber zum Beispiel im PCGHX-Forum gerne Vorschläge für zukünftige PCGH-PCs entgegen.)

## DDR3-1600 das Limit für Sockel-2011-Prozessoren?

Ich muss mir einen neuen PC zulegen und überlege, auf den neuen 2011 Sockel zu setzen. Einige dieser Mainboards können mit DDR3-2133-RAM bestückt werden. Schön und gut, aber: In sämtlichen meiner betriebenen Recherchen habe ich nicht ersehen können, dass die CPUs diesen Taktrate verarbeiten können. Für die Modelle

Ihr Feedback  
zum Heft

[www.pcgh.de/go/08-12](http://www.pcgh.de/go/08-12)



Bild: EyeWire

Core i7-3960X, i7-3930K und i7-3820 werden als unterstützte RAM-Frequenzen lediglich DDR3-1066/1333/1600 angegeben. Kann der Speichercontroller also nur maximal DDR3-1600 verarbeiten oder übersehe ich hier etwas? Wäre es daher sinnvoller, das Geld nicht in DDR3-2133-Module, sondern stattdessen in DDR3-1600-RAM mit geringer Latenz zu investieren?

Maurice M., per E-Mail

**Stephan Wilke:** Intel hat die Prozessoren nur bis DDR3-1600 spezifiziert. Alle höheren Taktraten fallen also unter Overclocking und kosten streng genommen die Gewährleistung/Garantie. Da die Speichercontroller der CPUs aber deutlich höhere Taktraten verkraften und über DDR3-1600 hinausgehende RAM-Teiler zur Verfügung stehen, ist in der Praxis auch der Betrieb mit DDR3-2133-Geschwindigkeit möglich.

Falls Sie also auf Nummer sicher gehen und ein paar Euro sparen möchten, sind Sie mit DDR3-1600-Modulen gut aufgestellt. Um jedes Fps aus dem System herauszukitzeln, empfiehlt sich der Griff zu Hochfrequenz-RAM – aber Achtung: Ab einem gewissen Punkt (der bei jeder CPU woanders liegt) limitiert der Speichercontroller; mit etwas Glück lässt sich das Limit durch eine höhere Speichercontroller-Spannung dann noch etwas anheben. Niedrige Timings im DDR3-1600-Modus reichen leider meist nicht aus, um die Geschwindigkeit von DDR3-2133 zu erreichen. Der ohnehin eher kleine Abstand verringert sich aber natürlich etwas.

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.



Augen auf beim RAM-Kauf: Höhere Taktraten als DDR3-1600 werden von Intel derzeit offiziell nicht unterstützt.





# Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 21.06.2012

## Basis: Brandneuer PCGH-Leistungsindex und aktuelles Wertungssystem

| Modell                                     | Preis       | VRAM      | 3D-Taktung<br>(GPU/ALU/RAM) | Verbrauch<br>(2D/3D/VGA-Tool) | Länge/<br>(Slot-)Breite | Lautheit<br>(2D/3D/VGA-Tool) | Wertung     | Test in<br>Ausgabe | Direkt zum<br>PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|
| Zotac GeForce GTX 680 AMP-Edition          | Ca. € 570,- | 2.048 MiB | 1.111 +Boost/3.304 MHz      | 17/154/187* Watt              | 26,5/5,5 cm             | 1,2/3,3/3,6 Sone             | <b>1,70</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/774765          |
| Gainward GeForce GTX 680 Phantom           | Ca. € 520,- | 2.048 MiB | 1.084 +Boost/3.150 MHz      | 15/162/180* Watt              | 25,5/5,0 cm             | 0,3/3,3/3,9 Sone             | <b>1,71</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/757469          |
| Palit GeForce GTX 680 Jetstream            | Ca. € 500,- | 2.048 MiB | 1.084 +Boost/3.150 MHz      | 16/159/175* Watt              | 27,2/5,0 cm             | 0,6/3,6/3,4 Sone             | <b>1,73</b> | 06/2012            | www.pcgh.de/preis/759777          |
| KFA² GeForce GTX 680 EX OC                 | Ca. € 580,- | 2.048 MiB | 1.111 +Boost/3.004 MHz      | 20/158/184* Watt              | 25,7/3,4 cm             | 0,5/1,4/1,6 Sone             | <b>1,74</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/760611          |
| Palit GeForce GTX 680 Jetstream 4GB        | Ca. € 560,- | 4.096 MiB | 1.006 +Boost/3.004 MHz      | 17/163/185* Watt              | 27,2/5,0 cm             | 0,5/3,1/3,9 Sone             | <b>1,75</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/761763          |
| MSI N680GTX Twin Frozr 2GD5/OC             | Ca. € 520,- | 2.048 MiB | 1.058 +Boost/3.004 MHz      | 17/152/164* Watt              | 25,7/3,5 cm             | 0,4/2,6/2,7 Sone             | <b>1,75</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/758362          |
| Evga GeForce GTX 680 Superclocked+         | Ca. € 530,- | 2.048 MiB | 1.058 +Boost/3.106 MHz      | 17/154/162* Watt              | 25,5/3,5 cm             | 0,7/3,4/3,6 Sone             | <b>1,76</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/756582          |
| Asus GTX 680 Direct Cu II TOP (DC2T)       | Ca. € 560,- | 2.048 MiB | 1.137 +Boost/3.004 MHz      | 29/188/213* Watt              | 30,0/5,4 cm             | 1,2/3,2/3,5 Sone             | <b>1,76</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/767446          |
| MSI R7970 Lightning                        | Ca. € 470,- | 3.072 MiB | 1.070/2.800 MHz             | 22/201/298* Watt              | 30,2/3,5 cm             | 1,0/2,5/6,3 Sone             | <b>1,77</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751143          |
| Point of View GTX 680 TGT Ultra Charged    | Ca. € 590,- | 2.048 MiB | 1.111 +Boost/3.004 MHz      | 21/176/177* Watt              | 26,4/5,5 cm             | 1,3/4,4/4,3 Sone             | <b>1,78</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/753833          |
| Asus GTX 670 Direct Cu II TOP (DC2T)       | Ca. € 440,- | 2.048 MiB | 1.058 +Boost/3.004 MHz      | 21/151/152* Watt              | 26,8/3,5 cm             | 0,2/0,9/0,8 Sone             | <b>1,78</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/776592          |
| Zotac GeForce GTX 670 AMP-Edition          | Ca. € 420,- | 2.048 MiB | 1.098 +Boost/3.304 MHz      | 17/153/175* Watt              | 26,5/5,5 cm             | 1,2/2,8/3,1 Sone             | <b>1,80</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/776848          |
| Gainward GeForce GTX 680                   | Ca. € 480,- | 2.048 MiB | 1.006 +Boost/3.004 MHz      | 17/174/195* Watt              | 25,5/3,5 cm             | 0,8/3,3/3,9 Sone             | <b>1,82</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/753759          |
| VTX3D Radeon HD 7970 X-Edition             | Ca. € 410,- | 3.072 MiB | 1.050/2.850 MHz             | 25/203/265* Watt              | 26,7/3,4 cm             | 0,5/1,9/3,4 Sone             | <b>1,83</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/773597          |
| Asus HD 7970 Direct Cu II TOP (DC2T)       | Ca. € 450,- | 3.072 MiB | 1.000/2.800 MHz             | 17/185/214* Watt              | 27,5/4,9 cm             | 1,1/2,9/3,8 Sone             | <b>1,84</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/729055          |
| Sapphire Radeon HD 7970 OC (Dual-X)        | Ca. € 420,- | 3.072 MiB | 950/2.850 MHz               | 21/169/236* Watt              | 28,4/4,3 cm             | 0,4/2,2/3,3 Sone             | <b>1,84</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/735670          |
| XFX R7970 1000M Black Edition Double D.    | Ca. € 440,- | 3.072 MiB | 1.000/2.850 MHz             | 22/205/229* Watt              | 26,7/3,5 cm             | 1,3/3,0/3,4 Sone             | <b>1,85</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/723342          |
| Gigabyte Radeon HD 7970 Windforce 3x       | Ca. € 430,- | 3.072 MiB | 1.000/2.750 MHz             | 23/192/224* Watt              | 26,7/3,5 cm             | 0,9/2,9/3,6 Sone             | <b>1,87</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/724074          |
| Gainward GeForce GTX 670 Phantom           | Ca. € 380,- | 2.048 MiB | 1.006 +Boost/3.054 MHz      | 18/154/157* Watt              | 24,7/5,0 cm             | 0,7/3,4/3,2 Sone             | <b>1,88</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/774962          |
| Palit GeForce GTX 670 Jetstream            | Ca. € 380,- | 2.048 MiB | 1.006 +Boost/3.054 MHz      | 18/154/155* Watt              | 24,5/4,6 cm             | 0,6/4,5/4,3 Sone             | <b>1,90</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/776907          |
| Club 3D Radeon HD 7970 Royal King          | Ca. € 420,- | 3.072 MiB | 975/2.750 MHz               | 18/177/221* Watt              | 26,4/3,4 cm             | 0,7/2,1/3,0 Sone             | <b>1,91</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/774068          |
| HIS Radeon HD 7970                         | Ca. € 400,- | 3.072 MiB | 925/2.750 MHz               | 21/190/221* Watt              | 27,8/3,5 cm             | 0,6/5,9/7,5 Sone             | <b>1,94</b> | 03/2012            | www.pcgh.de/preis/729059          |
| Sapphire Radeon HD 7950 OC                 | Ca. € 360,- | 3.072 MiB | 900/2.500 MHz               | 18/127/149* Watt              | 28,0/3,4 cm             | 0,3/1,1/1,6 Sone             | <b>2,00</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/732198          |
| Asus HD 7950 Direct Cu II TOP (DC2T)       | Ca. € 360,- | 3.072 MiB | 900/2.500 MHz               | 16/127/131* Watt              | 29,5/5,5 cm             | 0,9/1,2/1,3 Sone             | <b>2,08</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/729062          |
| XFX R7950 Black Edition Double Dissipation | Ca. € 350,- | 3.072 MiB | 900/2.750 MHz               | 19/136/139* Watt              | 26,8/3,5 cm             | 1,4/4,2/4,8 Sone             | <b>2,11</b> | 04/2012            | www.pcgh.de/preis/732228          |
| MSI R7950 Twin Frozr 3GD5/OC               | Ca. € 370,- | 3.072 MiB | 880/2.500 MHz               | 18/124/140* Watt              | 27,0/3,5 cm             | 0,5/1,9/2,2 Sone             | <b>2,12</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/732239          |
| HIS Radeon HD 7950 Iceq Turbo              | Ca. € 350,- | 3.072 MiB | 900/2.500 MHz               | 18/128/139* Watt              | 28,3/4,8 cm             | 0,5/2,8/2,9 Sone             | <b>2,12</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/766539          |
| Powercolor Radeon HD 7950 PCS+             | Ca. € 350,- | 3.072 MiB | 880/2.500 MHz               | 19/128/135* Watt              | 26,7/3,4 cm             | 0,9/0,9/1,0 Sone             | <b>2,15</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/732189          |
| Zotac GeForce GTX 580 AMP²                 | Ca. € 400,- | 3.072 MiB | 815/1.630/2.052 MHz         | 33/225/203* Watt              | 26,7/5,5 cm             | 0,4/2,1/1,8 Sone             | <b>2,17</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/631838          |
| Sapphire Radeon HD 7870 OC                 | Ca. € 320,- | 2.048 MiB | 1.050/2.500 MHz             | 20/108/139* Watt              | 25,5/3,5 cm             | 0,4/0,9/1,8 Sone             | <b>2,19</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751973          |
| MSI N580GTX Twin Frozr II/OC               | Ca. € 320,- | 1.536 MiB | 823/1.645/2.138 MHz         | 36/236/340 Watt               | 26,7/3,6 cm             | 0,7/3,1/5,2 Sone             | <b>2,20</b> | 04/2011            | www.pcgh.de/preis/612931          |
| Asus HD 7870 Direct Cu II TOP V2           | Ca. € 360,- | 2.048 MiB | 1.100/2.500 MHz             | 18/132/151* Watt              | 26,8/3,5 cm             | 0,3/1,5/5,1 Sone             | <b>2,21</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/798287          |
| XFX R7870 Black Edition Double Dissipation | Ca. € 310,- | 2.048 MiB | 1.050/2.500 MHz             | 19/123/143* Watt              | 24,9/3,4 cm             | 0,2/0,5/1,1 Sone             | <b>2,22</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751983          |
| Gainward GTX 580 Phantom/3G                | Ca. € 350,- | 3.072 MiB | 783/1.566/2.010 MHz         | 36/234/206* Watt              | 26,7/4,5 cm             | 0,4/2,5/1,7 Sone             | <b>2,23</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/609907          |
| HIS Radeon HD 7870 Iceq X Turbo            | Ca. € 300,- | 2.048 MiB | 1.100/2.500 MHz             | 16/140/163* Watt              | 24,5/3,5 cm             | 0,4/1,6/1,9 Sone             | <b>2,23</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751967          |
| MSI R7870 Twin Frozr 2GD5/OC               | Ca. € 310,- | 2.048 MiB | 1.050/2.400 MHz             | 23/115/127* Watt              | 27,3/3,5 cm             | 0,5/1,7/2,7 Sone             | <b>2,23</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/746962          |
| HIS Radeon HD 7950                         | Ca. € 330,- | 3.072 MiB | 800/2.500 MHz               | 20/125/135* Watt              | 26,8/3,5 cm             | 1,4/3,9/4,8 Sone             | <b>2,24</b> | 04/2012            | www.pcgh.de/preis/732218          |
| Powercolor Radeon HD 7870 PCS+             | Ca. € 310,- | 2.048 MiB | 1.100/2.540 MHz             | 17/123/136* Watt              | 24,3/3,4 cm             | 0,5/2,2/2,8 Sone             | <b>2,24</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751978          |
| Asus ENGTX580 Direct Cu II                 | Ca. € 400,- | 1.536 MiB | 797/1.594/2.004 MHz         | 28/227/339 Watt               | 28,3/5,7 cm             | 0,9/1,6/2,7 Sone             | <b>2,25</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/611281          |
| HIS Radeon HD 7870 Iceq Turbo              | Ca. € 300,- | 2.048 MiB | 1.100/2.400 MHz             | 17/112/125* Watt              | 28,7/3,4 cm             | 1,0/1,9/2,6 Sone             | <b>2,26</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751969          |
| Sparkle Calibre X580                       | Ca. € 380,- | 1.536 MiB | 810/1.620/2.016 MHz         | 34/228/205* Watt              | 29,7/5,5 cm             | 1,7/1,8/1,8 Sone             | <b>2,29</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/597190          |
| Club 3D Radeon HD 7870 Royal King          | Ca. € 300,- | 2.048 MiB | 1.050/2.400 MHz             | 17/94/122* Watt               | 21,0/3,5 cm             | 0,4/2,7/3,6 Sone             | <b>2,29</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/773040          |
| Palit GeForce GTX 580 3GB                  | Ca. € 430,- | 3.072 MiB | 783/1.566/2.010 MHz         | 36/235/343 Watt               | 26,7/3,6 cm             | 0,6/6,2/10,8 Sone            | <b>2,30</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/630070          |
| MSI R6970 Lightning                        | Ca. € 250,- | 2.048 MiB | 940/2.750 MHz               | 40/233/240* Watt              | 30,9/3,9 cm             | 0,4/3,5/3,5 Sone             | <b>2,38</b> | 11/2011            | www.pcgh.de/preis/618756          |
| Evga GTX 570 Superclocked+ Backplate       | Ca. € 300,- | 1.280 MiB | 797/1.594/1.950 MHz         | 31/215/323 Watt               | 26,9/3,6 cm             | 0,8/3,5/7,0 Sone             | <b>2,38</b> | 10/2011            | www.pcgh.de/preis/619972          |
| MSI N570GTX Twin Frozr III PE/OC           | Ca. € 280,- | 1.280 MiB | 770/1.540/2.000 MHz         | 31/197/191* Watt              | 25,1/3,7 cm             | 0,2/1,6/1,5 Sone             | <b>2,39</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/630557          |
| Sapphire Radeon HD 6970 Dual-Fan           | Ca. € 270,- | 2.048 MiB | 880/2.750 MHz               | 23/180/193* Watt              | 27,2/4,1 cm             | 0,2/1,4/1,6 Sone             | <b>2,41</b> | 01/2012            | www.pcgh.de/preis/696004          |
| Gainward GeForce GTX 570 Phantom           | Ca. € 270,- | 1.280 MiB | 749/1.500/1.950 MHz         | 37/210/320 Watt               | 26,7/4,1 cm             | 0,3/2,3/4,6 Sone             | <b>2,41</b> | 04/2011            | www.pcgh.de/preis/604954          |
| XFX R7850 Black Edition Double Dissipation | Ca. € 260,- | 2.048 MiB | 975/2.500 MHz               | 12/109/111* Watt              | 25,0/3,4 cm             | 0,2/0,5/0,6 Sone             | <b>2,41</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751985          |
| Sapphire Radeon HD 7850 OC                 | Ca. € 230,- | 2.048 MiB | 920/2.500 MHz               | 19/85/106* Watt               | 21,0/3,4 cm             | 0,3/1,1/1,7 Sone             | <b>2,42</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/751980          |
| Gigabyte GTX 560 Ti 448 Windforce          | Ca. € 240,- | 1.280 MiB | 732/1.462/1.900 MHz         | 31/211/182* Watt              | 27,8/3,2 cm             | 1,3/2,8/1,9 Sone             | <b>2,54</b> | 01/2012            | www.pcgh.de/preis/707226          |
| Sapphire Radeon HD 6950 OC                 | Ca. € 170,- | 2.048 MiB | 820/2.500 MHz               | 26/153/183* Watt              | 26,1/3,5 cm             | 0,9/2,5/2,7 Sone             | <b>2,55</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/772340          |
| Evga GeForce GTX 560 Ti Superclocked       | Ca. € 170,- | 1.024 MiB | 900/1.800/2.106 MHz         | 18/186/194* Watt              | 22,9/3,4 cm             | 0,3/1,2/1,5 Sone             | <b>2,57</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/610911          |
| Gainward GTX 560 Ti Phantom                | Ca. € 200,- | 1.024 MiB | 835/1.670/2.050 MHz         | 21/177/245 Watt               | 19,1/4,5 cm             | 0,3/0,8/1,4 Sone             | <b>2,67</b> | 04/2011            | www.pcgh.de/preis/610596          |
| Palit GeForce GTX 560 Ti Twin Light Turbo  | Ca. € 190,- | 1.024 MiB | 835/1.670/2.050 MHz         | 18/169/235 Watt               | 18,8/3,5 cm             | 0,4/1,1/2,0 Sone             | <b>2,69</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/690301          |
| Palit GeForce GTX 560 Ti Sonic             | Ca. € 190,- | 1.024 MiB | 900/1.800/2.098 MHz         | 19/189/267 Watt               | 19,4/3,7 cm             | 0,5/2,6/5,7 Sone             | <b>2,69</b> | 04/2011            | www.pcgh.de/preis/610631          |
| Sapphire Radeon HD 7770 Vapor-X OC         | Ca. € 140,- | 1.024 MiB | 1.100/2.600 MHz             | 8/83/102* Watt                | 22,5/3,5 cm             | 0,3/0,6/0,8 Sone             | <b>2,73</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/758751          |
| Powercolor Radeon HD 6870 PCS+             | Ca. € 150,- | 1.024 MiB | 940/2.200 MHz               | 19/126/172 Watt               | 24,2/3,6 cm             | 1,0/1,5/4,7 Sone             | <b>2,74</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/588975          |
| Sapphire Radeon HD 6870 Dirt 3             | Ca. € 150,- | 1.024 MiB | 920/2.100 MHz               | 23/129/162 Watt               | 24,2/3,5 cm             | 0,3/1,4/2,2 Sone             | <b>2,75</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/709349          |
| Asus EAH6870 Direct Cu                     | Ca. € 150,- | 1.024 MiB | 915/2.100 MHz               | 24/131/176 Watt               | 27,5/3,6 cm             | 0,8/1,6/4,4 Sone             | <b>2,77</b> | 04/2011            | www.pcgh.de/preis/601834          |
| HIS Radeon HD 6870                         | Ca. € 140,- | 1.024 MiB | 900/2.400 MHz               | 19/121/167 Watt               | 24,8/3,5 cm             | 0,6/3,1/4,4 Sone             | <b>2,84</b> | 08/2012            | www.pcgh.de/preis/582189          |

\* Leistungsaufnahme wird per Nvidia Power Containment (TDP) respektive AMD Powertune automatisch eingedämmt

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.

**Information**  
Preis-Leis-  
tungs-Tipp







# Einkaufsführer Prozessoren & Kühler

Preise: Stand 21.06.2012

## AMD-Prozessoren (Auswahl)

| Prozessor                | Preis        | Leistung | Stromverbrauch* | Kerne | Grafik   | Takt (Turbo)  | L3-Cache | TDP   | Prozess | RAM       | Socket | Wertung | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------|--------------|----------|-----------------|-------|----------|---------------|----------|-------|---------|-----------|--------|---------|-----------------|--------------------------------|
| FX-8120 (95W)            | Ca. € 150,-  | 57,2 %   | 43 W, 143 W     | 8**   | -        | 3,1 (4,0) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 2,73    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/761214       |
| FX-8150                  | Ca. € 180,-  | 62,3 %   | 43 W, 194 W     | 8**   | -        | 3,6 (4,2) GHz | 8 MiB    | 125 W | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 2,79    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/689396       |
| FX-6100                  | Ca. € 120,-  | 52,2 %   | 42 W, 138 W     | 6**   | -        | 3,3 (3,9) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 2,88    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/689390       |
| FX-8120 (125W)           | Ca. € 140,-  | 57,2 %   | 43 W, 181 W     | 8**   | -        | 3,1 (4,0) GHz | 8 MiB    | 125 W | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 2,88    | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/689394       |
| FX-6200                  | Ca. € 140,-  | 57,0 %   | 42 W, 175 W     | 6**   | -        | 3,8 (4,1) GHz | 8 MiB    | 125 W | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 2,89    | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/733805       |
| A8-3870K                 | Ca. € 100,-  | 51,3 %   | 38 W, 114 W     | 4     | HD 6550D | 3,0 GHz       | -        | 100 W | 32 nm   | DDR3-1866 | FM1    | 3,01    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/710176       |
| FX-4170                  | Ca. € 120,-  | 54,3 %   | 43 W, 163 W     | 4**   | -        | 4,2 (4,3) GHz | 8 MiB    | 125 W | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 3,08    | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/733803       |
| FX-4100                  | Ca. € 95,-   | 46,9 %   | 43 W, 129 W     | 4**   | -        | 3,6 (3,8) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1866 | AM3+   | 3,08    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/689366       |
| Phen. II X4 960T BE      | N. lieferbar | 49,0 %   | 45 W, 123 W     | 4     | -        | 3,0 (3,4) GHz | 6 MiB    | 95 W  | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,14    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/519248       |
| Phen. II X6 1100T BE     | N. lieferbar | 59,5 %   | 52 W, 190 W     | 6     | -        | 3,3 (3,7) GHz | 6 MiB    | 125 W | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,17    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/590202       |
| Phen. II X6 1090T BE     | N. lieferbar | 58,0 %   | 52 W, 187 W     | 6     | -        | 3,2 (3,6) GHz | 6 MiB    | 125 W | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,18    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/517178       |
| Phen. II X4 980 BE       | N. lieferbar | 57,3 %   | 50 W, 160 W     | 4     | -        | 3,7 GHz       | 6 MiB    | 125 W | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,19    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/636703       |
| Athlon II X4 651         | Ca. € 75,-   | 51,3 %   | 38 W, 107 W     | 4     | -        | 3,0 GHz       | -        | 100 W | 32 nm   | DDR3-1866 | FM1    | 3,23    | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/700926       |
| Phen. II X6 1055T (125W) | Ca. € 155,-  | 53,1 %   | 53 W, 167 W     | 6     | -        | 2,8 (3,3) GHz | 6 MiB    | 125 W | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,30    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/517723       |
| A4-3400                  | Ca. € 50,-   | 29,9 %   | 35 W, 73 W      | 2     | HD 6410D | 2,7 GHz       | -        | 65 W  | 32 nm   | DDR3-1866 | FM1    | 3,44    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/653212       |
| Athlon II X3 450         | Ca. € 60,-   | 37,4 %   | 45 W, 107 W     | 3     | -        | 3,2 GHz       | -        | 95 W  | 45 nm   | DDR3-1333 | AM3    | 3,60    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/557492       |

 Hardware  
Preis-Leistungs-Tipp

## Intel-Prozessoren (Auswahl)

| Prozessor       | Preis        | Leistung | Stromverbrauch* | Kerne   | Grafik      | Takt (Turbo)    | L3-Cache | TDP   | Prozess | RAM         | Socket | Wertung | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|-----------------|--------------|----------|-----------------|---------|-------------|-----------------|----------|-------|---------|-------------|--------|---------|-----------------|--------------------------------|
| Core i7-3960X   | Ca. € 890,-  | 100,0 %  | 45 W, 194 W     | 6 + SMT | -           | 3,30 (3,90) GHz | 15 MiB   | 130 W | 32 nm   | DDR3-1600   | 2011   | 1,85    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691076       |
| Core i7-3770K   | Ca. € 300,-  | 90,7 %   | 41 W, 105 W     | 4 + SMT | HD 4000     | 3,50 (3,90) GHz | 8 MiB    | 77 W  | 22 nm   | DDR3-1600   | 1155   | 1,86    | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/761779       |
| Core i7-3930K   | Ca. € 500,-  | 98,3 %   | 45 W, 183 W     | 6 + SMT | -           | 3,20 (3,80) GHz | 12 MiB   | 130 W | 32 nm   | DDR3-1600   | 2011   | 1,89    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691075       |
| Core i5-3570K   | Ca. € 210,-  | 83,6 %   | 39 W, 92 W      | 4       | HD 3000     | 3,40 (3,80) GHz | 6 MiB    | 95 W  | 22 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,03    | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/761856       |
| Core i7-2700K   | Ca. € 280,-  | 84,3 %   | 42 W, 118 W     | 4 + SMT | HD 3000     | 3,50 (3,90) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,08    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691079       |
| Xeon E3-1230 v2 | Ca. € 210,-  | 85,9 %   | 41 W, 97 W      | 4 + SMT | -           | 3,30 (3,70) GHz | 8 MiB    | 69 W  | 22 nm   | DDR3-1600   | 1155   | 2,11    | 08/2012         | www.pcgh.de/preis/781378       |
| Core i7-2600K   | Ca. € 260,-  | 82,8 %   | 42 W, 116 W     | 4 + SMT | HD 3000     | 3,40 (3,80) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,18    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/580332       |
| Core i7-3820    | Ca. € 270,-  | 87,8 %   | 43 W, 136 W     | 4 + SMT | -           | 3,60 (3,80) GHz | 10 MiB   | 130 W | 32 nm   | DDR3-1600   | 2011   | 2,19    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691077       |
| Core i5-2500K   | Ca. € 190,-  | 75,5 %   | 42 W, 101 W     | 4       | HD 3000     | 3,30 (3,70) GHz | 6 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,26    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/580328       |
| Core i5-2500    | Ca. € 180,-  | 75,5 %   | 42 W, 101 W     | 4       | HD 3000     | 3,30 (3,70) GHz | 6 MiB    | 95 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,34    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/580327       |
| Core i7-990X    | Ca. € 850,-  | 82,8 %   | 68 W, 177 W     | 6 + SMT | -           | 3,46 (3,73) GHz | 12 MiB   | 130 W | 32 nm   | DDR3-1066   | 1366   | 2,47    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/611961       |
| Core i7-860     | N. lieferbar | 63,5 %   | 37 W, 116 W     | 4 + SMT | -           | 2,93 (3,60) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 45 nm   | DDR3-1333   | 1156   | 2,78    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/445043       |
| Core i5-760     | Ca. € 180,-  | 58,6 %   | 36 W, 101 W     | 4       | -           | 2,80 (3,33) GHz | 8 MiB    | 95 W  | 45 nm   | DDR3-1333   | 1156   | 2,89    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/546570       |
| Core i3-2100    | Ca. € 100,-  | 55,3 %   | 42 W, 76 W      | 2 + SMT | HD 2000     | 3,10 GHz        | 3 MiB    | 65 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 2,90    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/580321       |
| Core i7-920     | N. lieferbar | 60,7 %   | 67 W, 151 W     | 4 + SMT | -           | 2,67 (3,46) GHz | 8 MiB    | 130 W | 45 nm   | DDR3-1066   | 1366   | 3,13    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/366185       |
| Pentium G860    | Ca. € 80,-   | 45,6 %   | 40 W, 70 W      | 2       | HD Graphics | 3,00 GHz        | 3 MiB    | 65 W  | 32 nm   | DDR3-1333   | 1155   | 3,20    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/677838       |
| C2Q Q9550 (E0)  | N. lieferbar | 48,3 %   | 45 W, 108 W     | 4       | -           | 3,00 GHz        | -        | 95 W  | 45 nm   | Abh. v. PCH | 775    | 3,32    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/374021       |
| Celeron G530    | Ca. € 35,-   | 35,9 %   | 40 W, 68 W      | 2       | HD Graphics | 2,40 GHz        | 2 MiB    | 65 W  | 32 nm   | DDR3-1066   | 1155   | 3,40    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/671507       |
| C2D E8400 (E0)  | N. lieferbar | 35,5 %   | 45 W, 83 W      | 2       | -           | 3,00 GHz        | -        | 65 W  | 45 nm   | Abh. v. PCH | 775    | 3,49    | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/374043       |

\* Gesamtes System inklusive Mainboard und GeForce GT 430 (7 Watt) \*\* Im Falle eines FX-Chips die Anzahl der Integer-Einheiten

 Hardware  
Preis-Leistungs-Tipp

NEU

## Prozessorkühler

| Modell                         | Preis      | Socket AMD/Intel (Abkürzung 115x steht für die Socket 1155 und 1156) | Montageaufwand AMD/Intel | CPU-Temperatur (100/75/50 %) | Lautheit (100/75/50 %) | Bauform  | Wertung | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|----------|---------|-----------------|--------------------------------|
| Thermalright Silver Arrow      | Ca. € 50,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 43,1/44,2/46,6 °C            | 1,9/0,6/0,1 Sone       | Turm     | 2,23    | 04/2011         | www.pcgh.de/preis/565472       |
| Phanteks PH-TC14CS             | Ca. € 70,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 42,9/43,8/45,4 °C            | 1,8/0,5/0,1 Sone       | Top-Blow | 2,25    | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/757941       |
| Thermalright Archon            | Ca. € 50,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 43,0/44,3/46,5 °C            | 1,0/0,3/0,1 Sone       | Turm     | 2,25    | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/585061       |
| Thermalright Silver Arrow SB-E | Ca. € 55,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 42,9/43,9/45,0 °C            | 2,6/1,1/0,3 Sone       | Turm     | 2,28    | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/738735       |
| NX2T Havik 140                 | Ca. € 65,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Hoch/mittel              | 42,3/44,1/46,3 °C            | 2,5/0,8/0,1 Sone       | Turm     | 2,28    | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/650023       |
| Noctua NH-C14                  | Ca. € 65,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 44,7/45,5/47,3 °C            | 2,6/0,8/0,2 Sone       | Top-Blow | 2,28    | 04/2011         | www.pcgh.de/preis/592734       |
| Thermalright Archon Rev. A     | Ca. € 50,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 43,1/44,6/46,9 °C            | 1,4/0,4/0,1 Sone       | Turm     | 2,28    | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/690494       |
| Prolimatech Genesis            | Ca. € 55,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 44,3/45,2/48,0 °C*           | 0,8/0,2/0,1 Sone*      | Hybrid   | 2,31    | 04/2011         | www.pcgh.de/preis/615766       |
| Thermalright HR-02 Macho       | Ca. € 35,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Hoch/hoch                | 43,5/44,6/46,3 °C            | 1,2/0,4/0,1 Sone       | Turm     | 2,32    | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/664436       |
| Thermalright True Spirit 140   | Ca. € 40,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 43,7/44,7/47,0 °C            | 1,0/0,3/0,1 Sone       | Turm     | 2,32    | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/695972       |
| EKL Alpenföhn Matherhorn Pu.   | Ca. € 35,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 43,5/45,1/47,0 °C            | 2,0/0,6/0,2 Sone       | Turm     | 2,33    | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/782372       |
| Phanteks PH-TC14PE_OR          | Ca. € 85,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 41,9/43,2/45,0 °C            | 3,2/1,5/0,4 Sone       | Turm     | 2,35    | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/677502       |
| Cooler Master Hyper 612S       | Ca. € 35,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Hoch/hoch                | 43,8/45,2/48,3 °C            | 1,3/0,5/0,2 Sone       | Turm     | 2,37    | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/667354       |
| Enermax ETS-T40-TA             | Ca. € 35,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366                                      | Mittel/mittel            | 43,5/44,5/47,4 °C            | 2,8/1,1/0,2 Sone       | Turm     | 2,37    | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/672849       |
| Noctua NH-L12                  | Ca. € 50,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 46,4/48,5/50,2 °C            | 2,1/0,8/0,1 Sone       | Top-Blow | 2,38    | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/741816       |
| Xigmatec Prime SD1484          | Ca. € 50,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 42,7/44,2/- °C               | 2,6/1,0/- Sone         | Turm     | 2,37    | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/717938       |
| Be Quiet Dark Rock Pro 2       | Ca. € 65,- | AM2-AM3(+), FM1/775, 115x, 1366, 2011                                | Mittel/mittel            | 42,3/43,6/45,1 °C            | 2,4/1,2/0,3 Sone       | Turm     | 2,40    | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/770313       |

\* Messwerte mit Be quiet Silent Wings USC (140 mm) mit max. 1.000 U/min ermittelt

 Hardware  
Preis-Leistungs-Tipp



# Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 21.06.2012

## Mainboards – Sockel AM3+

| Produkt                  | Preis       | Chip        | Slots                    | USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA | Sonstige Ausstattung   | Leistungs-aufnahme* | OC-Note | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|---------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Asus Crosshair V Formula | Ca. € 200,- | 990FX/SB950 | x16 (4), x1 (2), PCI (1) | 4 x (6 x)/7 x 6Gb/s            | SLI-, Crossfire-Brücke | 76,5/286,1 Watt     | 1,25    | <b>1,59</b> | 12/2011         | www.pcgh.de/preis/647800       |
| Asrock 970 Extreme4      | Ca. € 80,-  | 970/SB950   | x16 (3), x1 (2), PCI (2) | 2 x (4 x)/5 x 6Gb/s            | Diag.-LEDs, SLI-Brücke | 80,2/296,5 Watt     | 1,75    | <b>1,72</b> | 12/2011         | www.pcgh.de/preis/655276       |
| Gigabyte 970A-UD3        | Ca. € 80,-  | 970/SB950   | x16 (2), x1 (3), PCI (2) | 2 x (4 x)/6 x 6Gb/s            | Dual-BIOS              | 87,5/310,1 Watt     | 1,75    | <b>1,76</b> | 12/2011         | www.pcgh.de/preis/648214       |
| Asus M5A99X Evo          | Ca. € 100,- | 990X/SB950  | x16 (3), x1 (2), PCI (1) | 2 x (4 x)/6 x 6Gb/s            | SLI-Brücke             | 74,8/294,5 Watt     | 1,50    | <b>1,77</b> | 12/2011         | www.pcgh.de/preis/647801       |

System: FX-8150, kein Turbo-Modus, Radeon HD 5870, 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX3, Win7 x64, Cat. 11.6

\* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Preis-Leistungs-Tipp

## Mainboards – Sockel FM1

| Produkt                 | Preis      | Chip/Format | Slots                           | USB 3.0 (max. Anzahl)/SATA | Sonstige Ausstattung | Leistungs-aufnahme* | OC-Note | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|-------------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|---------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Gigabyte A75M-UD2H      | Ca. € 70,- | A75, MATX   | x16 (2), x1 (1), PCI (1)        | 2 x (4 x)/5 x 6Gb/s        | Dual-BIOS            | 37,8/144,5 Watt     | 2,00    | <b>1,84</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/655273       |
| Asus F1A75-V Pro        | Ca. € 90,- | A75, ATX    | x16 (2), x1 (2), PCI (3)        | 4 x (6 x)/7 x 6Gb/s        | Keine                | 39,7/140 Watt       | 1,75    | <b>1,87</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/655314       |
| Sapphire Pure Plat. A75 | Ca. € 80,- | A75, ATX    | x16 (1), x1 (2), x4 (1) PCI (2) | 2 x (4 x)/5 x 6Gb/s        | Mini-PCI-E-Slot      | 40,7/132,2 Watt     | 1,50    | <b>2,04</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/659235       |

System: A8-3850, integrierte Grafikeinheit (Frame-Buffer: 1.024 MiByte), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Win7 x64

\* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Preis-Leistungs-Tipp

## Mainboards – Sockel 1155

| Produkt                  | Preis       | Chip/Format | Slots                    | USB 3.0 (maximale Anzahl)/SATA | Sonstige Ausstattung    | Leistungs-aufnahme* | OC-Note | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|---------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Gigab. Z77X-UD5H-WB WIFI | Ca. € 220,- | Z77/ATX     | x16 (3), x1 (3), PCI (1) | 4 x (10 x)/5 x 6Gb/s           | WLAN Bluet., mSATA-Port | 67,8/221,0 Watt     | 1,75    | <b>1,53</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/761951       |
| MSI Z77A-GD65            | Ca. € 170,- | Z77/ATX     | x16 (3), x1 (4), PCI (0) | 2 x (4 x)/4 x 6Gb/s            | Spannungsmesspunkte     | 51,4/203,6 Watt     | 1,50    | <b>1,64</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/746838       |
| Asus P8Z77-V Pro         | Ca. € 180,- | Z77/ATX     | x16 (3), x1 (2), PCI (2) | 4 x (8 x)/4 x 6Gb/s            | WLAN n                  | 57,7/211,7 Watt     | 1,75    | <b>1,66</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/749620       |
| Asus Sabertooth Z77      | Ca. € 200,- | Z77/ATX     | x16 (3), x1 (3), PCI (0) | 4 x (6 x)/4 x 6Gb/s            | Zwei 40-mm-Lüfter       | 54,8/211,7 Watt     | 1,75    | <b>1,66</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/748142       |
| Gigabyte Z77X-D3H        | Ca. € 130,- | Z77/ATX     | x16 (3), x1 (3), PCI (1) | 6 x (8 x)/4 x 6Gb/s            | Nicht vorhanden         | 61,2/217,1 Watt     | 1,75    | <b>1,67</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/749610       |
| Asus P8Z77-M             | Ca. € 95,-  | Z77/MATX    | x16 (2), x1 (1), PCI (1) | 2 x (4 x)/2 x 6Gb/s            | BIOS Flashback          | 51,6/197,6 Watt     | 2,00    | <b>1,77</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/749616       |
| Asrock H77 Pro4/MVP      | Ca. € 80,-  | H77/ATX     | x16 (2), x1 (1), PCI (3) | 2 x (4 x)/4 x 6Gb/s            | Nicht vorhanden         | 59,8/211,0 Watt     | 5,00    | <b>1,85</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/746893       |
| MSI Z77A-G43             | Ca. € 90,-  | Z77/ATX     | x16 (2), x1 (2), PCI (2) | 2 x (4 x)/2 x 6Gb/s            | Nicht vorhanden         | 50,1/201,4 Watt     | 3,50    | <b>1,85</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/746834       |
| Biostar T77              | Ca. € 80,-  | H77/ATX     | x16 (2), x1 (2), PCI (2) | 2 x (4 x)/2 x 6Gb/s            | Diagnose-LEDs           | 52,2/206,0 Watt     | 5,00    | <b>1,99</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/783242       |
| Gigabyte B75M-D3H        | Ca. € 70,-  | B75/MATX    | x16 (2), PCI (2)         | 2 x (4 x)/1 x 6Gb/s            | Nicht vorhanden         | 52,3/204,7 Watt     | 6,00    | <b>2,11</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/749604       |

System: Core i7-3770K, kein Turbo-Modus, Radeon HD 7950 (880/2.500 MHz), 4.096 MiByte DDR3-1333-RAM (7-7-7-21, 2T), Cooler Master Hyper TX 3; Win7 x64

\* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Preis-Leistungs-Tipp

## Mainboards – Sockel 2011

| Produkt                | Preis       | Chip/Format | Slots                    | USB 3.0 (max.)/SATA        | Sonstige Ausstattung | Leistungs-aufnahme* | OC   | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|------------------------|-------------|-------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Asus Ramp. IV For./BF3 | Ca. € 290,- | X79/ATX     | x16 (4), x1 (2), PCI (0) | 4x (6x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s | Battlefield 3        | 103,4/322,4 Watt    | 1,25 | <b>1,55</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/700342       |
| MSI X79A-GD65 (8D)     | Ca. € 250,- | X79/ATX     | x16 (5), x1 (1), PCI (0) | 2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s | 8 x RAM-Bänke        | 80,5/294,8 Watt     | 1,50 | <b>1,55</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/700084       |
| Gigabyte Assassin 2    | Ca. € 310,- | X79/ATX     | x16 (3), x1 (2), PCI (1) | 2x (4x)/4x 6Gb/s, 4x 3Gb/s | WLAN, Dual-UEFI      | 90,7/321,3 Watt     | 1,50 | <b>1,73</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/700143       |
| Asrock X79 Extreme4    | Ca. € 170,- | X79/ATX     | x16 (3), x1 (2), PCI (2) | 2x (4x)/5x 6Gb/s, 4x 3Gb/s | Diagnose-LEDs        | 91,0/318,5 Watt     | 2,00 | <b>1,76</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/693018       |

System: Core i7-3960X, kein Turbo-Modus, GeForce GTX 580, Corsair SSD F60, 4 x 2.048 MiByte DDR3-1600-RAM (9-9-9-27, 2T), Intel-Wasserkühlung; Windows 7 x64

\* Leistungsaufnahme des ganzen PCs bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Preis-Leistungs-Tipp

## RAM – DDR3

| Produkt                  | Produktnummer      | Preis      | Speichertyp            | Garantierte Latenzen | Stab. Latenzen, DDR3-1600, 2T | OC-Ergebnis (9-9-9-27, 2T, 1,65 Volt) | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------|--------------------|------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| G.Skill Sniper           | F3-14900CL9D-8GBSR | Ca. € 55,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1866 | 9-10-9-28            | 7-8-7-24                      | 1.080 MHz (DDR3-2160)                 | <b>2,08</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/622794       |
| Crucial Ballistix Elite  | 1608DE1TX0CEU      | Ca. € 65,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 8-8-8-24             | 7-7-7-21                      | 1.040 MHz (DDR3-2080)                 | <b>2,09</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/733102       |
| G.Skill Ares             | F3-1866C9D-8GAB    | Ca. € 55,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1866 | 9-10-9-28            | 7-8-7-24                      | 1.030 MHz (DDR3-2060)                 | <b>2,18</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/734615       |
| Kingston Hyper X Genesis | KHX1600C9D3LK2/8GX | Ca. € 50,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 9-9-9-27             | 8-8-8-24                      | 1.030 MHz (DDR3-2060)                 | <b>2,23</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/683899       |
| GEIL Enhance Corsa       | GEC38GB1333C9DC    | Ca. € 45,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1333 | 9-9-9-24             | 8-9-8-27                      | 1.020 MHz (DDR3-2040)                 | <b>2,28</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/662446       |
| Avexir Blitz             | AVD3U16000904G-2GW | Ca. € 55,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 9-9-9-24             | 8-9-8-27                      | 1.010 MHz (DDR3-2020)                 | <b>2,29</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691401       |
| Kingston Hyper X Genesis | KHX1866C9D3K2/8GX  | Ca. € 60,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1866 | 9-11-9-27            | 8-9-8-27                      | 950 MHz (DDR3-1900)                   | <b>2,47</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/652773       |
| Patriot AMD Perfor. Ed.  | AP38G1608U2K       | Ca. € 50,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 8-9-8-24             | 8-9-8-27                      | 900 MHz (DDR3-1800)                   | <b>2,59</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/721708       |
| Crucial DIMM             | CT25664BA1339      | Ca. € 10,- | 1 x 2 GiByte DDR3-1333 | 9-9-9-24             | 8-9-8-27                      | 950 MHz (DDR3-1900)                   | <b>2,62</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/370822       |
| Adata XPG Gaming v2.0    | AX3U1600GC4G9-DG2  | Ca. € 60,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 9-9-9-24             | 9-9-9-27                      | 870 MHz (DDR3-1740)                   | <b>2,65</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/600112       |
| Corsair Vengeance LP     | CML8GX3M2A1600C9W  | Ca. € 55,- | 2 x 4 GiByte DDR3-1600 | 9-9-9-24             | 9-9-9-27                      | 840 MHz (DDR3-1680)                   | <b>2,65</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/652382       |
| Avexir Green             | AVD3U16000902G-2LW | Ca. € 30,- | 2 x 2 GiByte DDR3-1600 | 9-9-9-24             | 9-9-9-27                      | 820 MHz (DDR3-1640)                   | <b>2,76</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/691603       |

System: AMD FX-8150, Asus Crosshair V Formula, Latenzen und OC-Ergebnis mit 1,65 Volt ermittelt; die erreichten Ergebnisse können je nach Modul variieren

Preis-Leistungs-Tipp

## RAM – DDR2

| Produkt          | Produktnummer     | Preis      | Speichertyp             | Garantierte Latenzen | Stabile Latenzen, DDR2-800, 2T | Overclocking mit 5-5-5-18, 2T und +0,1 Volt | Wertung | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|------------------|-------------------|------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|---------|-----------------|--------------------------------|
| Kingston Hyper X | KHX8500D2T1K2/4G  | Ca. € 80,- | 2 x 2.048 MiB DDR2-1066 | 5-5-5-15             | 4-4-4-12                       | 550 MHz (DDR2-1100), 2,3 Volt               | -       | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/382756       |
| G.Skill DIMM     | F2-6400CL5D-4GBPQ | Ca. € 55,- | 2 x 2.048 MiB DDR2-800  | 5-5-5-15             | 5-5-5-15                       | 480 MHz (DDR2-960), 1,9 Volt                | -       | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/235798       |

System: Core 2 Extreme QX9650, Gigabyte EP45-Extreme, GeForce GTX 580, Scythe Rasetsu @ 1.250 U/min; Win7, Stresstest Prime 95; die erreichten Ergebnisse können je nach Modul variieren

Preis-Leistungs-Tipp





# Einkaufsführer LCDs, Eingabegeräte & Soundkarten

Preise: Stand 21.06.2012

## LCDs

| Modell                      | Preis         | Native Auflösung | Back-light   | Reaktionszeit/Schlieren/Corona | Spieletaugh-lich/Inputlag | Helligkeit         | Hellig-keitsab-weichung | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |                                         |
|-----------------------------|---------------|------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>23 bis 24 Zoll</b>       |               |                  |              |                                |                           |                    |                         |             |                 |                                |                                         |
| Iiyama ProLite E2473HDS     | Ca. € 170,-   | 1.920 x 1.080    | LED          | 15 ms/kaum sichtb./sichtb.     | Ja/9 ms                   | 52 bis 316 cd/m²   | Max 12 %                | <b>1,89</b> | 08/2011         | www.pcgh.de/preis/612437       | Hörschware<br>Preis-Leis-<br>tungs-Tipp |
| Dell Ultrasharp U2412M      | Ca. € 250,-   | 1.920 x 1.200    | LED          | 19 ms/sichtbar/sehr gering     | Ja/6 ms                   | 43 bis 322 cd/m²   | Max. 15 %               | <b>1,90</b> | 10/2011         | www.pcgh.de/preis/665211       |                                         |
| Hewlett-Packard HP ZR24w    | Ca. € 340,-   | 1.920 x 1.200    | CCFL         | 24 ms/sichtbar/sehr gering     | Bedingt/9 ms              | 56 bis 301 cd/m²   | Max. 6 %                | <b>1,91</b> | 08/2011         | www.pcgh.de/preis/519550       |                                         |
| Benq XL2410T                | Ca. € 330,-   | 1.920 x 1.080    | LED (120 Hz) | 19 ms/gering/sichtbar          | Ja/6 ms                   | 83 bis 230 cd/m²   | Max. 10 %               | <b>1,94</b> | 08/2011         | www.pcgh.de/preis/572031       |                                         |
| Viewsonic V3D245            | Ca. € 400,-   | 1.920 x 1.080    | LED (120 Hz) | 13 ms/sehr gering/keine        | Ja/10 ms                  | 46 bis 243 cd/m²   | Max. 15 %               | <b>1,97</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/690874       |                                         |
| Benq XL2420T                | Ca. € 370,-   | 1.920 x 1.080    | LED (120 Hz) | 15 ms/gering/gering            | Ja/7 ms                   | 72 bis 235 cd/m²   | Max. 20 %               | <b>1,98</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/696261       |                                         |
| LG IPS234V                  | Ca. € 170,-   | 1.920 x 1.080    | LED          | 19 ms/gering/sichtbar          | Ja/6 ms                   | 69 bis 241 cd/m²   | Max. 8 %                | <b>1,99</b> | 08/2012         | www.pcgh.de/preis/777261       | NEU                                     |
| Asus VE248H                 | Ca. € 160,-   | 1.920 x 1.080    | LED          | 16 ms/sehr gering/gering       | Ja/7 ms                   | 81 bis 281 cd/m²   | Max 19 %                | <b>1,99</b> | 08/2011         | www.pcgh.de/preis/578412       |                                         |
| Fujitsu P23T-6 IPS          | Ca. € 280,-   | 1.920 x 1.080    | LED          | 26 ms/sichtbar/gering          | Bedingt/9 ms              | 65 bis 221 cd/m²   | Max. 12 %               | <b>2,00</b> | 08/2012         | www.pcgh.de/preis/582960       | NEU                                     |
| <b>Eizo Foris FX2431</b>    |               |                  |              |                                |                           |                    |                         |             |                 |                                |                                         |
| Asus VG278H                 | Ca. € 600,-   | 1.920 x 1.080    | LED (120 Hz) | 18 ms/gering/keine             | Ja/12 ms                  | 131 bis 442 cd/m²  | Max. 15 %               | <b>1,97</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/691038       |                                         |
| Asus VE278Q                 | Ca. € 300,-   | 1.920 x 1.080    | LED          | 14 ms/sehr gering/gering       | Ja/19 ms                  | 82 bis 249 cd/m²   | Max. 14 %               | <b>2,05</b> | 05/2011         | www.pcgh.de/preis/567161       | Hörschware<br>Preis-Leis-<br>tungs-Tipp |
| Dell U2711                  | Ca. € 540,-   | 2.560 x 1.440    | CCFL         | 21 ms/sichtbar/keine           | Ja/24 ms                  | 67 bis 359 cd/m²   | Max. 19 %               | <b>2,11</b> | 05/2011         | www.pcgh.de/preis/505885       |                                         |
| NEC PA271W                  | Ca. € 1.150,- | 2.560 x 1.440    | CCFL         | 27 ms/sichtbar/keine           | Bedingt/25 ms             | 42 bis 398 cd/m²   | Max. 15 %               | <b>2,14</b> | 05/2011         | www.pcgh.de/preis/524835       |                                         |
| Hazro HZ27WC                | Ca. € 500,-   | 2.560 x 1.440    | LED          | 24 ms/sichtbar/sichtbar        | Bedingt/10 ms             | 130 bis 270 cd/m²  | Max. 9 %                | <b>2,25</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/662787       |                                         |
| Samsung Syncmaster S27A850D | Ca. € 660,-   | 2.560 x 1.440    | LED          | 26 ms/sichtbar/sichtbar        | Bedingt/40 ms             | 70 bis 381 cd/m²   | Max. 14 %               | <b>2,44</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/641628       |                                         |
| Fujitsu P Line P27T-6 IPS   | Ca. € 650,-   | 2.560 x 1.440    | CCFL         | 22 ms/sichtbar/gering          | Bedingt/40 ms             | 80 bis 349 cd/m²   | Max. 21 %               | <b>2,50</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/583039       |                                         |
| Samsung Syncmaster T27A950  | Ca. € 480,-   | 1.920 x 1.080    | LED (3D)     | 23 ms/sichtbar/gering          | Bedingt/37 ms             | 16 bis 207 cd/m²   | Max. 16 %               | <b>2,65</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/616885       |                                         |
| LG Flatron DM2780D          | Ca. € 320,-   | 1.920 x 1.080    | LED (3D)     | 26 ms/stark/gering             | Nein/52 ms                | 79 bis 252 cd/m²   | Max. 18 %               | <b>2,77</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/687393       |                                         |
| <b>30 Zoll</b>              |               |                  |              |                                |                           |                    |                         |             |                 |                                |                                         |
| HP ZR30w                    | Ca. € 1.200,- | 2.560 x 1.600    | CCFL         | 28 ms/sichtbar/keine           | Bedingt/9 ms              | 1250 bis 415 cd/m² | Max. 13 %               | <b>2,02</b> | 11/2010         | www.pcgh.de/preis/541029       |                                         |
| Dell Ultrasharp U3011       | Ca. € 960,-   | 2.560 x 1.600    | CCFL         | 25 ms/sichtbar/gering          | Bedingt/20 ms             | 1380 bis 404 cd/m² | Max. 20 %               | <b>2,34</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/574926       |                                         |

## Mäuse

| Modell                     | Preis      | Kabellänge | Tasten        | Abtastung       | Maximale Auflösung | Gewicht           | Spieletaugh-lichkeit | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |                                         |
|----------------------------|------------|------------|---------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Razer Imperator 4G         | Ca. € 55,- | 200 cm     | 7 + Scrollrad | Laser und LED   | 6.400 Dpi          | 100 Gramm         | Uneingeschränkt      | <b>1,46</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/659521       |                                         |
| Roccat Kone [+]            | Ca. € 70,- | 200 cm     | 7 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 6.000 Dpi          | 125 bis 145 Gramm | Uneingeschränkt      | <b>1,46</b> | 10/2010         | www.pcgh.de/preis/569609       |                                         |
| Steelseries Sensei         | Ca. € 65,- | 200 cm     | 7 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 5.000 Dpi          | 102 Gramm         | Uneingeschränkt      | <b>1,47</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/671586       |                                         |
| GEIL Epic Gear Meduza      | Ca. € 60,- | 200 cm     | 7 + Scrollrad | Optisch + Laser | 6.030 Dpi          | 120 Gramm         | Uneingeschränkt      | <b>1,63</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/714303       |                                         |
| Roccat Savu                | Ca. € 55,- | 180 cm     | 5 + Scrollrad | Optisch (LED)   | 4.000 Dpi          | 90 Gramm          | Uneingeschränkt      | <b>1,63</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/763559       |                                         |
| CM Stom Sentinel Zero-G    | Ca. € 50,- | 180 cm     | 7 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 5.600 Dpi          | 94 bis 116 Gramm  | Uneingeschränkt      | <b>1,64</b> | 11/2010         | www.pcgh.de/preis/625359       | Hörschware<br>Preis-Leis-<br>tungs-Tipp |
| Logitech G700              | Ca. € 60,- | Schnurlos  | 7 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 5.600 Dpi          | 94 bis 116 Gramm  | Uneingeschränkt      | <b>1,64</b> | 11/2010         | www.pcgh.de/preis/557036       |                                         |
| Steelseries Xai            | Ca. € 60,- | 195 cm     | 5 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 5.000 Dpi          | 96 Gramm          | Uneingeschränkt      | <b>1,64</b> | 11/2009         | www.pcgh.de/preis/450825       |                                         |
| Steelseries Diablo 3 Mouse | Ca. € 50,- | 190 cm     | 8 + Scrollrad | Optisch (Laser) | 5.700 Dpi          | 86 Gramm          | Uneingeschränkt      | <b>1,67</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/651601       |                                         |

## Tastaturen

| Modell                     | Preis        | Anschlag/Druckpunkt               | Layout/Tasten-höhe | An-schluss | Zusatz-tasten       | Handballen-ablage | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |                                         |
|----------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------|------------|---------------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Logitech G19               | Ca. € 120,-  | Sehr gut/sehr gut                 | Full-size/normal   | USB        | 29 + LCD            | Vorhanden         | <b>1,40</b> | 04/2009         | www.pcgh.de/preis/398740       |                                         |
| Roccat Isku                | Ca. € 70,-   | Gut bis sehr gut/gut bis sehr gut | Full-size/halbhoch | USB        | 15 + 3 Daumentasten | Vorhanden         | <b>1,42</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/648485       |                                         |
| Logitech G15 (Refresh)     | N. lieferbar | Sehr gut/sehr gut                 | Full-size/normal   | USB        | 29 + LCD            | Vorhanden         | <b>1,43</b> | 11/2007         | www.pcgh.de/preis/277184       |                                         |
| Microsoft Sidewinder X6    | Ca. € 70,-   | Sehr gut/sehr gut                 | Full-size/halbhoch | USB        | 32 + mod. Bauweise  | Vorhanden         | <b>1,56</b> | 12/2008         | www.pcgh.de/preis/350970       |                                         |
| Microsoft Sidewinder X4    | Ca. € 35,-   | Gut/sehr gut                      | Full-size/halbhoch | USB        | 16                  | Vorhanden         | <b>1,59</b> | 05/2010         | www.pcgh.de/preis/498724       | Hörschware<br>Preis-Leis-<br>tungs-Tipp |
| Logitech G510              | Ca. € 80,-   | Gut/sehr gut                      | Full-size/normal   | USB        | 18 + LCD            | Vorhanden         | <b>1,60</b> | 11/2010         | www.pcgh.de/preis/552937       |                                         |
| Razer Black Widow Ultimate | Ca. € 110,-  | Sehr gut/sehr gut                 | Full-size/normal   | USB        | 15                  | Nicht vorhanden   | <b>1,63</b> | 02/2011         | www.pcgh.de/preis/609686       |                                         |
| Tt esports Meka G-Unit     | Ca. € 100,-  | Sehr gut/sehr gut                 | Full-size/normal   | USB        | 20                  | Vorhanden         | <b>1,65</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/677818       |                                         |
| Logitech G110              | Ca. € 60,-   | Befriedigend/gut                  | Full-size/normal   | USB        | 26                  | Vorhanden         | <b>1,66</b> | 02/2010         | www.pcgh.de/preis/487378       |                                         |

## Soundkarten

| Modell                        | Preis       | Anschlüsse                                               | Tiefton-bereich | Mitteltonbereich u. Stimmwiedergabe | Hochton-bereich  | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |                                         |
|-------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Asus Xonar Phoebe             | Ca. € 170,- | 4 x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In     | Gut             | Gut bis sehr gut                    | Gut bis sehr gut | <b>1,74</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/771017       |                                         |
| Asus Xonar Essence ST + H6    | Ca. € 190,- | 8 x Cinch, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-Out         | Gut             | Gut bis sehr gut                    | Gut bis sehr gut | <b>1,80</b> | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/438421       |                                         |
| Asus Xonar Essence One        | Ca. € 390,- | S/PDIF-In (Coax/Optical), Kopfhörer, 2 x Cinch, XLR-Out  | Sehr gut        | Sehr gut                            | Sehr gut         | <b>1,90</b> | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/680613       |                                         |
| Asus Xonar DG                 | Ca. € 30,-  | 4 x Klinkeausgänge, Optical-Out                          | Befriedigend    | Befriedigend                        | Gut              | <b>2,63</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/564843       | Hörschware<br>Preis-Leis-<br>tungs-Tipp |
| Creat. Recon 3D Fatal1ty Pro. | Ca. € 120,- | 3 x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In/Out | Befriedigend    | Befriedigend                        | Befriedigend     | <b>2,73</b> | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/709351       |                                         |
| Creative Recon 3D PCIe        | Ca. € 80,-  | 3x Klinke-Out, Kopfhörer, Line-/Mikro-In, S/PDIF-In/Out  | Befriedigend    | Befriedigend                        | Befriedigend     | <b>2,76</b> | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/709352       |                                         |





# Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 21.06.2012

## Solid State Disks (2,5-Zoll-Format)

| Modell                  | Preis        | SATA-Interface | Kapazität binär/dezimal | Controller/Flashtyp         | Zugriffszeit Lesen/Schr. | Transfer Lesen/Schreiben | PCGH-Kopiertests | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|-------------------------|--------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>Bis 64 GByte</b>     |              |                |                         |                             |                          |                          |                  |             |                 |                                |
| Adata S511              | Ca. € 75,-   | 6,0 Gbit/s     | 56 GiB/60 GB            | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,20 ms             | 562/504 MB/s             | 47/108/166 Sek.  | <b>2,55</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/642706       |
| Crucial m4 SSD          | Ca. € 65,-   | 6,0 Gbit/s     | 60 GiB/64 GB            | Marvell 88SS9174/ONFI-DDR   | 0,13/0,26 ms             | 556/112 MB/s             | 118/156/118 Sek. | <b>3,01</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/626831       |
| Corsair Force F60       | Ca. € 80,-   | 3,0 Gbit/s     | 56 GiB/60 GB            | SF-1222/ONFI (34 nm)        | 0,16/0,17 ms             | 273/285 MB/s             | 82/136/216 Sek.  | <b>3,15</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/534137       |
| Samsung SSD 470         | N. lieferbar | 3,0 Gbit/s     | 60 GiB/64 GB            | S3C29MAX01/Toggle-DDR       | 0,17/0,10 ms             | 271/187 MB/s             | 111/181/111 Sek. | <b>3,29</b> | 09/2011         | www.pcgh.de/preis/553470       |
| <b>Bis 128 GByte</b>    |              |                |                         |                             |                          |                          |                  |             |                 |                                |
| Samsung SSD 830 (Kit)   | Ca. € 130,-  | 6,0 Gbit/s     | 119 GiB/128 GB          | S4LJ204X/Toggle-DDR         | 0,05/0,03 ms             | 549/319 MB/s             | 48/81/50 Sek.    | <b>1,71</b> | 03/2012         | www.pcgh.de/preis/682607       |
| Intel SSD 520           | Ca. € 150,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,10/0,14 ms             | 559/520 MB/s             | 49/76/87 Sek.    | <b>1,71</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/724404       |
| OCZ Vertex 4            | Ca. € 110,-  | 6,0 Gbit/s     | 119 GiB/128 GB          | Indilinx Everest 2/ONFI-DDR | 0,11/0,10 ms             | 547/396 MB/s             | 62/79/61 Sek.    | <b>1,76</b> | 08/2012         | www.pcgh.de/preis/759195       |
| Kingston Hyper-X (kit)  | Ca. € 165,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,19 ms             | 521/561 MB/s             | 45/77/95 Sek.    | <b>1,76</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/660154       |
| OCZ Vertex 3 Max I/O    | Ca. € 155,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/Toggle-DDR          | 0,22/0,23 ms             | 561/511 MB/s             | 46/73/78 Sek.    | <b>1,78</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/630775       |
| Adata XPG SX900         | Ca. € 105,-  | 6,0 Gbit/s     | 119 GiB/128 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,14/0,16 ms             | 559/528 MB/s             | 44/79/87 Sek.    | <b>1,82</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/741138       |
| Zalman SSD F1           | Ca. € 200,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,06/0,10 ms             | 559/520 MB/s             | 44/78/89 Sek.    | <b>1,82</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/701180       |
| Corsair Performance Pro | Ca. € 145,-  | 6,0 Gbit/s     | 119 GiB/128 GB          | Marvell 88SS9174/ONFI-DDR   | 0,04/0,05 ms             | 540/352 MB/s             | 54/82/54 Sek.    | <b>1,84</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/700546       |
| A-Data S511             | Ca. € 120,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,20 ms             | 561/521 MB/s             | 45/82/95 Sek.    | <b>1,88</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/642710       |
| Extrememory XLR8 EX     | Ca. € 180,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/Toggle-DDR          | 0,22/0,23 ms             | 559/515 MB/s             | 51/75/85 Sek.    | <b>1,89</b> | 08/2011         | www.pcgh.de/preis/659905       |
| Corsair Force GT        | Ca. € 110,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,19 ms             | 561/521 MB/s             | 45/81/95 Sek.    | <b>1,89</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/654459       |
| OCZ Vertex 3            | Ca. € 100,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,20 ms             | 559/519 MB/s             | 46/84/102 Sek.   | <b>1,94</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/618147       |
| Patriot Pyro SE         | Ca. € 101,-  | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,20 ms             | 559/521 MB/s             | 48/77/90 Sek.    | <b>1,94</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/689860       |
| Sandisk Extreme SSD     | Ca. € 90,-   | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,03/0,11 ms             | 559/526 MB/s             | 44/85/100 Sek.   | <b>2,02</b> | 05/2012         | www.pcgh.de/preis/717808       |
| Corsair Force 3 F120    | Ca. € 95,-   | 6,0 Gbit/s     | 112 GiB/120 GB          | SF-2281/ONFI-SDR            | 0,20/0,21 ms             | 553/515 MB/s             | 47/98/124 Sek.   | <b>2,20</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/641867       |
| <b>Bis 256 GByte</b>    |              |                |                         |                             |                          |                          |                  |             |                 |                                |
| Intel SSD 520           | Ca. € 305,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,12/0,11 ms             | 557/529 MB/s             | 43/68/64 Sek.    | <b>1,53</b> | 04/2012         | www.pcgh.de/preis/724405       |
| Kingston Hyper-X (kit)  | Ca. € 340,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,20/0,19 ms             | 561/531 MB/s             | 43/69/65 Sek.    | <b>1,57</b> | 10/2011         | www.pcgh.de/preis/660155       |
| Adata S511              | Ca. € 235,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,19 ms             | 561/529 MB/s             | 43/65/65 Sek.    | <b>1,62</b> | -               | www.pcgh.de/preis/642714       |
| Samsung SSD 830 (Kit)   | Ca. € 225,-  | 6,0 Gbit/s     | 238 GiB/256 GB          | S4LJ204X/Toggle-DDR         | 0,12/0,04 ms             | 549/410 MB/s             | 47/74/48 Sek.    | <b>1,66</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/682614       |
| OCZ Vertex 3            | Ca. € 195,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,19 ms             | 561/528 MB/s             | 44/68/74 Sek.    | <b>1,69</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/618148       |
| Extrememory XLR8 EX     | Ca. € 255,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,19 ms             | 561/529 MB/s             | 44/66/75 Sek.    | <b>1,71</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/659910       |
| Patriot Pyro SE         | Ca. € 235,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-DDR            | 0,19/0,20 ms             | 561/528 MB/s             | 43/66/70 Sek.    | <b>1,77</b> | -               | www.pcgh.de/preis/689861       |
| Intel SSD 510           | Ca. € 420,-  | 6,0 Gbit/s     | 233 GiB/256 GB          | Marvell 88SS9174/ONFI-DDR   | 0,18/0,08 ms             | 515/352 MB/s             | 54/82/56 Sek.    | <b>1,87</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/611767       |
| OCZ Agility 3           | Ca. € 170,-  | 6,0 Gbit/s     | 224 GiB/240 GB          | SF-2281/ONFI-SDR            | 0,21/0,21 ms             | 559/525 MB/s             | 46/85/99 Sek.    | <b>1,92</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/637511       |
| Crucial m4 SSD          | Ca. € 185,-  | 6,0 Gbit/s     | 238 GiB/256 GB          | Marvell 88SS9174/ONFI-DDR   | 0,17/0,27 ms             | 453/278 MB/s             | 69/106/69 Sek.   | <b>2,26</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/626737       |
| Samsung SSD 470         | N. lieferbar | 3,0 Gbit/s     | 238 GiB/256 GB          | S3C29MAX/Toggle-DDR         | 0,16/0,05 ms             | 271/264 MB/s             | 136/96/157 Sek.  | <b>2,88</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/565426       |
| <b>Ab 256 GByte</b>     |              |                |                         |                             |                          |                          |                  |             |                 |                                |
| Samsung SSD 830         | Ca. € 520,-  | 6,0 Gbit/s     | 477 GiB/512 GB          | S4LJ204X/Toggle-DDR         | 0,04/0,03 ms             | 549/410 MB/s             | 47/74/48 Sek.    | <b>1,66</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/682615       |
| OCZ Octane              | Ca. € 580,-  | 6,0 Gbit/s     | 477 GiB/512 GB          | Indilinx Everest/ONFI-DDR   | 0,04/0,05 ms             | 538/360 MB/s             | 66/78/67 Sek.    | <b>2,02</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/693033       |
| Intel SSD 320           | Ca. € 900,-  | 3,0 Gbit/s     | 559 GiB/600 GB          | Intel PC29AS21BA0/k.A.      | 0,10/0,06 ms             | 268/217 MB/s             | 89/150/99 Sek.   | <b>2,62</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/626635       |

Preis-Leistungs-Tipp  
**NEU**

## Festplatten (3,5-Zoll-Format)

| Modell                           | Preis        | SATA-Interface | Kapazität binär/dezimal | U/min  | Lautheit Leerl./Zugriff | Zugriffszeit Lesen/Schreiben | Transfer Lesen/Schreiben | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|----------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|--------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>Bis 1.000 GByte</b>           |              |                |                         |        |                         |                              |                          |             |                 |                                |
| WD Velociraptor WD1000DHTZ       | Ca. € 240,-  | 6,0 Gbit/s     | 932 GiB/1.000 GB        | 10.000 | 0,4/1,7 Sone            | 6,8/8,8 ms*                  | 165/165 MB/s             | <b>1,91</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/764000       |
| WD Velociraptor WD6000HLHX       | Ca. € 180,-  | 6,0 Gbit/s     | 559 GiB/600 GB          | 10.000 | 0,4/1,5 Sone            | 6,8/3,5 ms                   | 133/132 MB/s             | <b>2,19</b> | 06/2010         | www.pcgh.de/preis/521635       |
| Samsung Spinpoint F3 HE103SJ     | Ca. € 70,-   | 3,0 Gbit/s     | 931 GiB/1.000 GB        | 7.200  | 0,4/0,9 Sone            | 13,5/6,8 ms                  | 119/118 MB/s             | <b>2,25</b> | 11/2009         | www.pcgh.de/preis/447820       |
| Samsung Spinpoint F3 HD502HJ     | Ca. € 65,-   | 3,0 Gbit/s     | 466 GiB/500 GB          | 7.200  | 0,2/0,4 Sone            | 13,6/7,8 ms                  | 116/116 MB/s             | <b>2,26</b> | 11/2009         | www.pcgh.de/preis/447077       |
| Samsung Spinpoint F3R HE103SJ    | Ca. € 115,-  | 3,0 Gbit/s     | 931 GiB/1.000 GB        | 7.200  | 0,3/0,8 Sone            | 13,6/6,1 ms                  | 122/121 MB/s             | <b>2,27</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/615693       |
| Hitachi Deskstar HDS721010CLA632 | Ca. € 80,-   | 6,0 Gbit/s     | 931 GiB/1.000 GB        | 7.200  | 0,4/0,7 Sone            | 14,0/6,2 ms                  | 115/115 MB/s             | <b>2,39</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/473573       |
| <b>Bis 2.000 GByte</b>           |              |                |                         |        |                         |                              |                          |             |                 |                                |
| WD Caviar Black WD2001FASS       | N. lieferbar | 3,0 Gbit/s     | 1.863 GiB/2.000 GB      | 7.200  | 0,4/0,8 Sone            | 11,9/5,7 ms                  | 116/116 MB/s             | <b>2,07</b> | 01/2011         | www.pcgh.de/preis/458682       |
| Hitachi Deskstar HDS723020BLA642 | Ca. € 110,-  | 6,0 Gbit/s     | 1.863 GiB/2.000 GB      | 7.200  | 0,6/0,7 Sone            | 15,6/7,0 ms                  | 125/125 MB/s             | <b>2,08</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/588432       |
| Hitachi Deskstar HDS722020ALA330 | N. lieferbar | 3,0 Gbit/s     | 1.863 GiB/2.000 GB      | 7.200  | 0,6/0,9 Sone            | 13,7/6,3 ms                  | 106/105 MB/s             | <b>2,20</b> | 01/2011         | www.pcgh.de/preis/451542       |
| WD Caviar Black WD1502FAEX       | Ca. € 125,-  | 6,0 Gbit/s     | 1.397 GiB/1.500 GB      | 7.200  | 0,4/1,6 Sone            | 12,0/5,0 ms                  | 115/115 MB/s             | <b>2,25</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/594264       |
| Samsung Ecogreen F4 HD204UI      | Ca. € 85,-   | 3,0 Gbit/s     | 1.863 GiB/2.000 GB      | k. A.  | 0,2/0,5 Sone            | 18,6/16,8 ms*                | 109/109 MB/s             | <b>2,26</b> | 01/2011         | www.pcgh.de/preis/567146       |
| WD Caviar Black WD2002FAEX       | Ca. € 165,-  | 6,0 Gbit/s     | 1.863 GiB/2.000 GB      | 7.200  | 0,5/1,4 Sone            | 12,2/5,1 ms                  | 110/110 MB/s             | <b>2,32</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/603607       |
| Samsung Ecogreen F2 HD154UI      | Ca. € 90,-   | 3,0 Gbit/s     | 1.397 GiB/1.500 GB      | 5.400  | 0,2/0,3 Sone            | 14,8/8,9 ms                  | 87/84 MB/s               | <b>2,41</b> | 06/2009         | www.pcgh.de/preis/401980       |
| <b>Ab 2.000 GByte</b>            |              |                |                         |        |                         |                              |                          |             |                 |                                |
| Hitachi Deskstar HDS724040ALE640 | Ca. € 260,-  | 6,0 Gbit/s     | 3.726 GiB/4.000 GB      | 7.200  | 0,5/0,6 Sone            | 16,3/14,8 ms*                | 131/135 MB/s             | <b>1,96</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/682487       |
| Hitachi Deskstar HDS723030ALA640 | N. lieferbar | 6,0 Gbit/s     | 2.794 GiB/3.000 GB      | 7.200  | 0,3/0,5 Sone            | 15,7/6,0 ms                  | 120/120 MB/s             | <b>1,97</b> | 05/2011         | www.pcgh.de/preis/588433       |
| Seagate Barracuda XT ST3300651AS | Ca. € 240,-  | 6,0 Gbit/s     | 2.794 GiB/3.000 GB      | 7.200  | 0,3/0,4 Sone            | 16,7/7,4 ms                  | 119/118 MB/s             | <b>2,10</b> | 05/2011         | www.pcgh.de/preis/579798       |

\* Advanced-Format/4K-Sektoren

Preis-Leistungs-Tipp





# Einkaufsführer Gehäuse, Lüfter & Netzteile

Preise: Stand 21.06.2012

## Gehäuse

| Modell                   | Preis       | Lüfterplätze                      | Enthaltene Lüfter   | Lautheit enth. Lüfter (12/7/5 V) | Temperatur (CPU/VGA/HDD) | Lautheit frontal/schräg (SW 2*) | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|--------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Corsair Obsidian 550D    | Ca. € 120,- | 2 x 120, 3 x 120/140 & 1 x 200 mm | 2 x 120 mm          | 0,2/0,1/0,1 Sone                 | 77/77/34 °C              | 2,7/3,1 Sone                    | <b>2,31</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/724411       |
| Bitfenix Shinobi Kingmod | Ca. € 80,-  | 3 x 120 & 2 x 140 mm              | 1 x 120 mm          | 0,2/0,1/0,1 Sone                 | 76/78/31 °C              | 2,7/2,9 Sone                    | <b>2,37</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/737035       |
| Fractal Design Define R3 | Ca. € 90,-  | 3x 120, 4 x 140 mm                | 2 x 120 mm          | 0,6/0,1/0,1 Sone                 | 70/77/33 °C              | 3,2/3,5 Sone                    | <b>2,51</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/682130       |
| Lancool PC-K65 Kingmod   | Ca. € 120,- | 1 x 120, 4 x 140 mm               | 1 x 120, 2 x 140 mm | 1,5/0,3/0,2 Sone                 | 72/80/31 °C              | 3,2/3,3 Sone                    | <b>2,62</b> | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/749843       |
| Silentmaxx ST-11-Pro V2  | Ca. € 80,-  | 3 x 120 o. 2 x 120 & 2 x 80 mm    | 1 x 120 mm          | 1,7/0,3/0,2 Sone                 | 77/81/38 °C              | 2,8/3,3 Sone                    | -           | 06/2012         | www.pcgh.de/preis/693074       |

System: Core i7-920, Stromsparmodi aus, Geforce GTX 560 Ti @ 55 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM, Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Cooler Master RS-800-80GA-D3, Umgebungstemperatur: 24 Grad Celsius

\* Silent Wings 2

## Lüfter

| Modell                                      | Preis      | Anschluss/Kabel(länge) | Regelung           | Drehzahl 100 % (Angabe) | Kühlleistung 100/75/50 % | Lautheit 100/75/50 % | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|---------------------------------------------|------------|------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>140-mm-Lüfter</b>                        |            |                        |                    |                         |                          |                      |             |                 |                                |
| Be quiet Silent Wings 2                     | Ca. € 16,- | 3-Pin/46 cm            | Adapter (7/5 Volt) | 1.000 U/min             | 60,7/65,9/74,6 °C        | 0,6/0,2/0,1 Sone     | <b>1,75</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/745193       |
| Be quiet Shadow W. SW1 (BQT T14025-MR-PWM)  | Ca. € 12,- | 4-Pin/46 cm            | -                  | 1.000 U/min             | 58,3/62,0/69,0 °C        | 0,6/0,2/0,1 Sone     | <b>1,88</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/683911       |
| Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T14025-MR-2) | Ca. € 12,- | 3-Pin/46 cm            | Adapter (7 Volt)   | 1.000 U/min             | 59,5/64,3/73,8 °C        | 0,5/0,1/0,1 Sone     | <b>1,92</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/684034       |
| EKL Alpenföhn Föhn 140 Wing Boost           | Ca. € 16,- | 4-Pin/42+85 cm         | Adapter (7 Volt)   | 1.100 U/min             | 60,4/64,5/73,7 °C        | 1,1/0,4/0,1 Sone     | <b>1,93</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/689344       |
| Antec Twocool 140 Blue                      | Ca. € 10,- | 3-Pin/47 cm            | Drehzahlschalter   | 1.200 U/min             | 59,2/62,7/69,4 °C        | 1,0/0,3/0,1 Sone     | <b>1,96</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/587031       |
| Cougar Vortex HDB (CF-V14H)                 | Ca. € 18,- | 3-Pin/46 cm            | Adapter            | 1.200 U/min             | 58,1/62,0/68,3 °C        | 1,6/0,5/0,1 Sone     | <b>1,99</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/671459       |
| Phobya Nano-G 14 PWM Black Silent           | Ca. € 14,- | 4-Pin/51 cm            | -                  | 1.100 U/min             | 59,2/62,6/67,4 °C        | 1,2/0,5/0,1 Sone     | <b>2,00</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/635101       |
| Antec True Quiet 140                        | Ca. € 10,- | 3-Pin/46 cm            | Drehzahlschalter   | 800 U/min               | 63,5/67,8/88,1 °C        | 0,2/0,1/0,1 Sone     | <b>2,08</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/601853       |
| Phanteks PH-F140TS (PH-F140TS_OR)           | Ca. € 22,- | 3-Pin/41 cm            | 2 Adapter          | 1.200 U/min             | 58,0/61,3/67,8 °C        | 2,1/0,8/0,2 Sone     | <b>2,11</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/677520       |
| NZXT FN-140RB                               | Ca. € 11,- | 3-Pin/53 cm            | -                  | 1.300 U/min             | 57,8/61,3/68,0 °C        | 1,3/0,3/0,1 Sone     | <b>2,13</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/556599       |
| Xigmatek XAF-F1451                          | Ca. € 14,- | 4-Pin/31 cm            | -                  | 1.300 U/min             | 58,3/61,6/65,2 °C        | 2,1/1,0/0,4 Sone     | <b>2,22</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/670799       |
| Akasa, Viper (AK-FN063)                     | Ca. € 14,- | 4-Pin/40 cm            | -                  | 1.600 U/min             | 56,1/59,0/64,0 °C        | 4,4/2,1/0,5 Sone     | <b>2,53</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/681024       |
| <b>120-mm-Lüfter</b>                        |            |                        |                    |                         |                          |                      |             |                 |                                |
| Be quiet Silent Wings 2                     | Ca. € 15,- | 3-Pin/46 cm            | Adapter (7/5 Volt) | 1.500 U/min             | 61,0/64,2/71,6 °C        | 0,7/0,2/0,1 Sone     | <b>1,74</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/745182       |
| Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-LR-2) | Ca. € 10,- | 3-Pin/47 cm            | Adapter (7 Volt)   | 800 U/min               | 65,3/72,6/88,7 °C        | 0,1/0,1/0,1 Sone     | <b>1,79</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/684031       |
| Noctua NF-F12 PWM                           | Ca. € 19,- | 4-Pin/21+54 cm         | Adapter            | 1.500 U/min             | 57,2/60,2/66,8 °C        | 1,8/0,6/0,2 Sone     | <b>1,82</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/698532       |
| Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-MR-2) | Ca. € 10,- | 3-Pin/47 cm            | Adapter (7 Volt)   | 1.500 U/min             | 59,1/62,5/71,7 °C        | 0,9/0,3/0,1 Sone     | <b>1,85</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/684032       |
| Be quiet Shadow W. SW1 (BQT T12025-MR-PWM)  | Ca. € 10,- | 4-Pin/47 cm            | -                  | 1.500 U/min             | 59,2/62,5/70,4 °C        | 0,8/0,2/0,1 Sone     | <b>1,85</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/683908       |
| EKL Alpenföhn Föhn 120 Wing Boost           | Ca. € 14,- | 4-Pin/42+85 cm         | Adapter (7/5 Volt) | 1.500 U/min             | 59,3/61,8/69,4 °C        | 1,7/0,7/0,2 Sone     | <b>1,95</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/689346       |
| Cougar Vortex HDB (CF-V12H)                 | Ca. € 15,- | 3-Pin/46 cm            | -                  | 1.200 U/min             | 59,6/62,8/72,3 °C        | 1,0/0,4/0,1 Sone     | <b>2,00</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/671458       |
| NZXT FN-120RB                               | Ca. € 8,-  | 3-Pin/53 cm            | -                  | 1.300 U/min             | 60,5/63,9/71,5 °C        | 1,0/0,4/0,1 Sone     | <b>2,02</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/556590       |
| Be quiet Shadow Wings SW1 (BQT T12025-HR-2) | Ca. € 10,- | 3-Pin/47 cm            | Adapter (7 Volt)   | 2.200 U/min             | 55,3/58,9/64,3 °C        | 3,0/1,0/0,1 Sone     | <b>2,03</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/684033       |
| Antec True Quiet 120                        | Ca. € 9,-  | 3-Pin/47 cm            | Drehzahlschalter   | 1.000 U/min             | 63,9/69,9/80,7 °C        | 0,5/0,2/0,1 Sone     | <b>2,06</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/601848       |
| Phobya Nano-2G 12 PWM                       | Ca. € 14,- | 4-Pin/52 cm            | -                  | 1.500 U/min             | 60,2/63,2/70,6 °C        | 1,9/0,8/0,2 Sone     | <b>2,09</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/635106       |
| Gelid Solutions Wing 12PL                   | Ca. € 14,- | 4-Pin/51 cm            | -                  | 1.800 U/min             | 57,6/59,9/65,8 °C        | 2,8/1,8/0,5 Sone     | <b>2,11</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/385063       |
| Prolimatech Red Vortex 12 LED               | Ca. € 9,-  | 3-Pin/25 cm            | Adapter            | 1.600 U/min             | 57,4/60,8/67,3 °C        | 2,4/1,1/0,3 Sone     | <b>2,18</b> | 01/2012         | www.pcgh.de/preis/720186       |

## Netzteile

| Modell                                 | Preis       | PCI-E-Anschlüsse (Länge)            | Leistung +12 V | Lautheit bei 10/20/50/80/100 % Last | Effizienz bei 10/20/50/80/100 % Last | Wertung     | Test in Ausgabe | Direkt zum PCGH-Preisvergleich |
|----------------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>400 bis 600 Watt</b>                |             |                                     |                |                                     |                                      |             |                 |                                |
| Be quiet Dark Power Pro P10 550W       | Ca. € 120,- | 4x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm) | 540 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone            | 83/89/92/92/91 %                     | <b>1,49</b> | 08/2012         | www.pcgh.de/preis/790408       |
| Enermax Platimax EPM600AWT             | Ca. € 160,- | 4x 6+2-Pin (75 cm)                  | 500 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,6/0,9 Sone            | 85/91/94/93/92 %                     | <b>1,51</b> | 12/2011         | www.pcgh.de/preis/683476       |
| Seasonic X-560 (SS-560KM)              | Ca. € 115,- | 2x 6+2-Pin (60 cm)                  | 552 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,3/1,2 Sone            | 81/88/92/91/91 %                     | <b>1,51</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/544252       |
| Seasonic X460FL (lüfterlos)            | Ca. € 130,- | 2x 6+2-Pin (57 cm)                  | 456 Watt       | 0,1 Sone (fließt sehr leise)        | 80/87/93/93/93 %                     | <b>1,65</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/565835       |
| Be quiet Straight Power E9 580 W       | Ca. € 95,-  | 4x 6+2-Pin (55 cm)                  | 564 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,4/1,2 Sone            | 85/90/93/92/91 %                     | <b>1,66</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/677397       |
| PC Power & Cooling Silencer MKIII 500W | Ca. € 60,-  | 2x 6+2-Pin (55 cm)                  | 456 Watt       | 0,1/0,1/0,1/3,7/4,5 Sone            | 78/86/88/87/86 %                     | <b>1,89</b> | 07/2012         | www.pcgh.de/preis/703754       |
| <b>630 bis 800 Watt</b>                |             |                                     |                |                                     |                                      |             |                 |                                |
| Enermax Modu87+ 700 W                  | Ca. € 150,- | 4x 6+2-Pin (50 cm)                  | 696 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,3/0,8 Sone            | 84/89/93/90/90 %                     | <b>1,54</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/497626       |
| Corsair AX750                          | Ca. € 140,- | 4x 6+2-Pin (55 cm)                  | 744 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,3/0,4/2,3 Sone        | 85/90/93/92/91 %                     | <b>1,59</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/536886       |
| Lepa G700                              | Ca. € 120,- | 4x 6+2-Pin (50 cm)                  | 696 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,2/0,7 Sone            | 86/92/93/91/90 %                     | <b>1,65</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/616899       |
| FSP Aurum 750W                         | Ca. € 125,- | 4x 6+2-Pin (55-100 cm)              | 720 Watt       | 0,5/1,0/2,9/5,1/5,1 Sone            | 86/91/94/93/91 %                     | <b>1,93</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/651409       |
| Corsair TX750M                         | Ca. € 95,-  | 4x 6+2-Pin (60 cm)                  | 744 Watt       | 1,0/1,0/1,0/2,4/6,8 Sone            | 78/86/88/88/86 %                     | <b>1,98</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/682461       |
| OCZ ZS Series 650W                     | Ca. € 60,-  | 1x 6-Pin/1x 6+2-Pin (60 cm)         | 552 Watt       | 0,2/0,2/0,8/2,8/2,8 Sone            | 78/85/88/87/85 %                     | <b>2,04</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/631079       |
| <b>Über 800 Watt</b>                   |             |                                     |                |                                     |                                      |             |                 |                                |
| Enermax Platimax 850W                  | Ca. € 220,- | 4x 6+2-Pin (50 cm)                  | 840 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,6/2,1 Sone            | 83/90/94/92/92 %                     | <b>1,46</b> | 11/2011         | www.pcgh.de/preis/683488       |
| Seasonic Platinum 1000W                | Ca. € 280,- | 6x 6+2-Pin (60 cm)                  | 996 Watt       | 0,1/0,1/0,1/0,7/2,4 Sone            | 85/92/94/93/92 %                     | <b>1,55</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/691083       |
| Cooler Master Silent Pro Hybrid        | Ca. € 200,- | 2x 4+4-Pin/1x 24-Pin (70 cm)        | 840 Watt       | 0,1/0,1/0,6/1,5/3,2 Sone            | 84/89/92/91/90 %                     | <b>1,61</b> | 02/2012         | www.pcgh.de/preis/687661       |
| Silverstone Strider Gold 850W          | Ca. € 120,- | 2x 6+2-Pin (55 cm)/2x 6-Pin (55 cm) | 840 Watt       | 0,5/0,5/0,5/0,5/1,6 Sone            | 82/89/92/90/89 %                     | <b>1,73</b> | 07/2011         | www.pcgh.de/preis/598166       |

# PCGH-Performance-PC



## Die Redakteure der PC Games Hardware haben einen neuen Komplett-PC auf Ivy-Bridge-Basis konfiguriert.

Der neue PCGH-Performance-PC ist der bislang günstigste Ivy-Bridge-PC im Sortiment von PC Games Hardware. Preisbewusste Käufer können hier also zuschlagen und bei Bedarf beispielsweise selbst mit einer schnellen SSD nachrüsten. Gebaut und verkauft wird dieser PC wie immer von Alternate ([www.pcgh.de/alternate](http://www.pcgh.de/alternate)).

### Komponenten

Der Vierkernprozessor Intel Core i5-3450, dessen Kerne mit 3.100 MHz getaktet werden, kommt in diesem neuen PCGH-PC zum Einsatz. Für eine ausgezeichnete Kühlung sorgt der Scythe Mugen 3 in der PCGH-Edition. Bei der Grafikkarte haben wir uns wie im etwas teureren Premium-

PC 3570K-Edition für eine Radeon HD 7850 entschieden. Auf eine SSD wird verzichtet, damit Sie bei Bedarf selbst entscheiden können, wie groß diese sein soll. Allerdings werden Sie auch so auf der verbauten Samsung-HDD mit 1.000 GiByte mehr als genügend Platz finden. Damit die Festplatte kaum zu hören ist, haben wir HDD-Entkoppler verwendet. Zu den restlichen Eckdaten zählen u. a. 8 GiByte Arbeitsspeicher sowie ein 500-Watt-Netzteil von Sharkoon.

### Praxistests

Alle Testergebnisse zum neuen PCGH-Performance-PC finden Sie bei uns auf der Webseite unter [www.pcgh.de/go/3450-pc](http://www.pcgh.de/go/3450-pc). (dw)



**Info:** Bei den PCGH-PCs werden nur hochwertige Retail-Komponenten und keine OEM-Produkte verbaut. Die Auswahl der PC-Komponenten erfolgte ausschließlich durch die Redaktion!

| PCGH-PCs                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |
|                                         |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |
| Produkt                                 | PCGH-Performance-PC Ivy-Bridge-Edition                                         | PCGH-Premium-PC 3570K-Edition                                                  | PCGH-High-End-PC Ivy-Bridge-Edition                                            | PCGH-Ultimate-PC GTX670-Edition                                                | PCGH-Ultimate-PC GTX680-Edition                                                |
| Hersteller/Webseite                     | Alternate ( <a href="http://www.pcgh.de/alternate">www.pcgh.de/alternate</a> ) | Alternate ( <a href="http://www.pcgh.de/alternate">www.pcgh.de/alternate</a> ) | Alternate ( <a href="http://www.pcgh.de/alternate">www.pcgh.de/alternate</a> ) | Alternate ( <a href="http://www.pcgh.de/alternate">www.pcgh.de/alternate</a> ) | Alternate ( <a href="http://www.pcgh.de/alternate">www.pcgh.de/alternate</a> ) |
| Erweiterte Informationen                | <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>             | <a href="http://www.pcgh.de/go/premium-pc">www.pcgh.de/go/premium-pc</a>       | <a href="http://www.pcgh.de/go/3570k-pc">www.pcgh.de/go/3570k-pc</a>           | <a href="http://www.pcgh.de/go/gtx670-pc">www.pcgh.de/go/gtx670-pc</a>         | <a href="http://www.pcgh.de/go/gtx680-pc">www.pcgh.de/go/gtx680-pc</a>         |
| Garantie/Rückgaberecht                  | 2 Jahre/14 Tage                                                                | 2 Jahre/14 Tage                                                                | 2 Jahre/14 Tage                                                                | 2 Jahre/14 Tage                                                                | 2 Jahre/14 Tage                                                                |
| Ausstattung                             |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |
| Prozessor                               | Intel Core i5-3450                                                             | Intel Core i5-3570K                                                            | Intel Core i5-3570K                                                            | Intel Core i7-3770K                                                            | Intel Core i7-3930K                                                            |
| Grafikkarte                             | Radeon HD 7850/2.048 MiByte                                                    | Radeon HD 7850/2.048 MiByte                                                    | Radeon HD 7870/2.048 MiByte                                                    | Asus GTX670-DC2-2GD5/2.048 MiByte                                              | Geforce GTX 680/2.048 MiByte                                                   |
| Mainboard                               | Asrock B75 Pro3                                                                | Asrock B75 Pro3                                                                | Asrock Z77 Pro3                                                                | Asrock Z77 Pro3                                                                | Gigabyte X79-UD3                                                               |
| SSD-Laufwerk                            | -                                                                              | 64-GB-SSD (Samsung 830series)                                                  | 128-GB-SSD (Samsung 830series)                                                 | 128-GB-SSD (Samsung 830series)                                                 | 128-GB-SSD (Samsung 830series)                                                 |
| HDD-Laufwerk                            | 1.000-GB-HDD (Samsung HD103SJ)                                                 | 1.000-GB-HDD (Samsung HD103SJ)                                                 | 2.000-GB-HDD (Seagate ST2000DL003)                                             | 2.000-GB-HDD (WD WD20EARX)                                                     | 2.000-GB-HDD (Seagate ST2000DL003)                                             |
| Speicher                                | 8 GiByte DDR3-1333-RAM (Corsair)                                               | 8 GiByte DDR3-1333-RAM (Corsair)                                               | 8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)                                               | 8 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)                                               | 16 GiByte DDR3-1600-RAM (Corsair)                                              |
| Netzteil                                | Sharkoon WPM500                                                                | Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition                                              | Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition                                              | Be quiet BQT F1-500W PCGH-Edition                                              | Be quiet Straight Power E9 600W                                                |
| CPU-Kühler                              | Scythe Mugen 3 Rev. B PCGH-Edition                                             | Deepcool ICE MATRIX 400 + T.B. S.                                              | Scythe Mugen 3 Rev. B PCGH-Edition                                             | Scythe Mugen 3 PCGH-Edition                                                    | Scythe Mugen 3 Rev. B PCGH-Edition                                             |
| Gehäuse                                 | Sharkoon Nightfall PCGH-Edition                                                | Antec Three Hundred PCGH-Edition                                               | Fractal Design Define R3 Black Pearl                                           | Fractal Design Define R3 Black Pearl                                           | Fractal Design Define R3 Black Pearl                                           |
| Optisches Laufwerk                      | Samsung SH-222BB/BEBE                                                          | Samsung SH-222BB/BEBE                                                          | LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)                                                  | LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)                                                  | LG BH10LS38 (Blu-ray-Brenner)                                                  |
| Gehäuselüfter/Sonstiges                 | 1 x Sharkoon-Lüfter, HDD-Entkoppler                                            | 2 x Antec-Lüfter                                                               | 2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter                                            | 2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter                                            | 2 x Fractal-Lüfter + 7-Volt-Adapter                                            |
| Praxistests                             |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |                                                                                |
| Lautstärke 2D (0,5 m)                   | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 1,5 Sone/32 dB(A)                                                              | 0,5 Sone/24 dB(A)                                                              | 0,5 Sone/24 dB(A)                                                              | 0,6 Sone/25 dB(A)                                                              |
| Lautstärke 3D (0,5 m)                   | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 1,7 Sone/33 dB(A)                                                              | 0,9 Sone/28 dB(A)                                                              | 1,0 Sone/29 dB(A)                                                              | 1,8 Sone/34 dB(A)                                                              |
| Leistungsaufnahme 2D                    | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 49 Watt (Leerlauf)                                                             | 45 Watt (Leerlauf)                                                             | 46 Watt (Leerlauf)                                                             | 72 Watt (Leerlauf)                                                             |
| Leistungsaufn. 3D Mark 11               | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 148 Watt                                                                       | 186 Watt                                                                       | 191 Watt                                                                       | 275 Watt                                                                       |
| 3D Mark 11                              | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | P5.468, X1.631                                                                 | P6.776, X2.155                                                                 | P8.551, X2.922                                                                 | P9.668, X3.156                                                                 |
| Stalker: Call of Pripyat                | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 51 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)                                              | 60 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)                                              | 77 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)                                              | 81 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)                                              |
| Aliens vs Predator Bench.               | Siehe <a href="http://www.pcgh.de/go/3450-pc">www.pcgh.de/go/3450-pc</a>       | 55 Fps (1.920 x 1.080)                                                         | 72 Fps (1.920 x 1.080)                                                         | 92 Fps (1.920 x 1.080)                                                         | 98 Fps (1.920 x 1.080)                                                         |
| Cinebench R11.5 (CPU)                   | 5,47 Punkte                                                                    | 5,97 Punkte                                                                    | 5,97 Punkte                                                                    | 7,43 Punkte                                                                    | 10,08 Punkte                                                                   |
| <b>PREIS*</b><br>ohne Betriebssystem    | <b>€ 869,-</b>                                                                 | <b>€ 1.049,-</b>                                                               | <b>€ 1.337,-</b>                                                               | <b>€ 1.569,-</b>                                                               | <b>€ 2.049,-</b>                                                               |
| <b>PREIS*</b><br>mit Windows 7 64 Bit** | <b>€ 949,-</b><br>(inkl. Home Premium)                                         | <b>€ 1.129,-</b><br>(inkl. Home Premium)                                       | <b>€ 1.419,-</b><br>(inkl. Home Premium)                                       | <b>€ 1.649,-</b><br>(inkl. Home Premium)                                       | <b>€ 2.129,-</b><br>(inkl. Home Premium)                                       |

\* Preisfassung vom 12.06.2012, unter [www.pcgh.de/alternate](http://www.pcgh.de/alternate) finden Sie stets den aktuellen Preis.

\*\* Bei der Variante mit Betriebssystem sind neben Windows auch sämtliche Treiber installiert.

# Die Redaktion

## THILO BAYER

Chefredakteur | [tb@pcgh.de](mailto:tb@pcgh.de) | Fachbereiche: Print allgemein, Online allgemein, Spiele, Fotografie

**PC aktuell:** Eigentlich ist es viel zu warm, um am PC zu hocken. Aber die Alpha von *Xenonauts* muss ja schließlich gezoxt werden. :-)

**Die Blizzard-Abmahnung ...** durch die Verbraucherzentrale zeigt immerhin, dass nicht alle wegsehen, wenn es um die Rechte der Spieler geht – in diesem Fall um die Auskunftspflicht für den Online-Zwang und die Server-Erreichbarkeit. Hoffentlich gibt es nicht „nur“ eine außergerichtliche Einigung.

**Privat-PC:** Intel Core i7-970, 8 GiB RAM, Asus Sabertooth X58, Gainward Geforce GTX 570 Phantom, 24-Zoll-Display von Acer



## MARCO ALBERT

Leitender Redakteur | [ma@pcgh.de](mailto:ma@pcgh.de) | Fachbereiche: Monitore, Netzteile, Heft- und Online-Organisation

**PC aktuell:** Ich werde demnächst meinen DSL-Anbieter wechseln und auf 50 MBit/s upgraden. Eigentlich war ich die letzten 10 Jahre mit DSL sehr zufrieden, doch die Bandbreite lässt sich für Privatkunden bei meinem alten DSL-Anbieter nicht mehr erhöhen – daher der Wechsel.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** ist ein schönes Signal, doch wirklich etwas verändern wird sich wohl nicht. Dafür verkauft sich das Spiel trotz allem zu gut.

**Privat-PC:** AMD Phenom II X6 1090T, 6 GiByte RAM, Gigabyte GA870A-UD3, Geforce GTX 460, 22-Zoll-LCD; Komplettes System: **BONUSCODE 2666**



## LARS CRAEMER

Redakteur | [lc@pcgh.de](mailto:lc@pcgh.de) | Fachbereiche: Mobile Geräte, Online-Auftritt von PC Games Hardware

**PC aktuell:** Im Zuge meiner letzten Reinigungsaktion hat ein Netzteil den Geist aufgegeben – schade um die schöne Verkabelung ...

**Die Blizzard-Abmahnung ...** ist an sich ein Schritt in die richtige Richtung. Ich bin mir jedoch sicher, dass sich die großen Publisher zukünftig eben anders aus der Affäre ziehen werden und weiterhin den brav zahlenden Zocker mit verbraucherfeindlichen Methoden geißeln.

**Privat-PC:** C2Q Q6600, Asus P45, 4 GiByte DDR2-800, Asus Geforce GTX 260 samt Silent-Umbau, Silverstone TJ-05, 22-Zoll-Display (16:10)



## CHRISTIAN GÖGELEIN

Redakteur | [cg@pcgh.de](mailto:cg@pcgh.de) | Fachbereiche: Windows, Netzwerk

**PC aktuell:** Aufgrund meines Nordsee-Kurzurlaubs gibt es diesen Monat nur eine Randnotiz aus der Kategorie Software: Statt der Google-Suche nutze ich seit kurzem *duckduckgo.com*. Was klingt wie eine Entenzüchter-Homepage, ist in Wahrheit eine tolle Alternative zum Branchenführer – probieren Sie selbst!

**Die Blizzard-Abmahnung ...** ist ein Schritt in die richtige Richtung. Doch ich fürchte, dass der Trend zur Entmündigung des Users unumkehrbar ist.

**Privat-PC:** Core i7-965, Asus P6T-SE, 3 GiByte DDR3-1067, Radeon HD 5850, Viewsonic 19-Zoll-TFT; Komplettes System: **BONUSCODE 2666**



## ANDREAS LINK

Redakteur | [al@pcgh.de](mailto:al@pcgh.de) | Fachbereiche: Online-Auftritt von PC Games Hardware

**PC aktuell:** Nachdem sich das Mainboard für den Lynnfield-Prozessor verabschiedet hat, erwäge ich den Umstieg auf ein Ultrabook, was aktuell besser zu meinem Anwendungsprofil passen würde. Dann kann ich aber nur noch auf einer Konsole zocken. Sie sehen also: ein Schritt, der wohl überlegt sein will.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** kommt unerwartet, aber nicht völlig überraschend. „Don't mess with the Krauts“, könnte man flapsig kommentieren.

**Privat-PC:** Core i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 16 GiByte DDR3-1600, Audigy 2 ZS, 120-GB-SSD, Samsung 2494HM, Obsidian 800D



## DANIEL MÖLLENDORF

Redakteur | [dm@pcgh.de](mailto:dm@pcgh.de) | Fachbereiche: Mainboards, RAM, Headsets, Gehäuse, optische Laufwerke

**PC aktuell:** Ich spare auf das Zenbook Prime.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** sollte für die Spiele-Anbieter eine deutlich Warnung sein: Wenn man schon auf Online-Zwang setzt, dann muss man dies auch deutlich kenntlich machen. Gerade ein großartiges Spiel wie *Diablo 3* hat diese Form der Kundentäuschung sicher nicht nötig. Allerdings hätte Blizzard ja bereits aus Valves rechtlichen Problemen bei *Half-Life 2* lernen können...

**Privat-PC:** Spiele-PC: Core i5-750, Asus P7P55D, 8 GiByte RAM, Geforce GTX 580, 24-Zoll-LCD, Adata 5511 (120 GB); HTPC: Core i3-540, Geforce GTX 560 Ti



## MARC SAUTER

Redakteur | [ms@pcgh.de](mailto:ms@pcgh.de) | Fachbereiche: Prozessoren, Spiele, Online, Grafikkarten-Kühler

**PC aktuell:** Das Asus Zenbook Prime mit Ivy-i5 sowie 128er SDD mit 11,6-Zoll-1080p-IPS-Display hat es mir angetan – fast schon ein Pflichtkauf.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** war – wie auch Carsten sagt – längst überfällig. Das Problem ist einerseits, dass Blizzard die Technik nicht im Griff hat und eindeutige Kennzeichnungen vernachlässigt, andererseits, dass die Spieler nicht konsequent genug sind, *Diablo 3* zurückzugeben.

**Privat-PC:** Core i5-3570K @ 3,6 GHz, MSI B75A-G43, 8 GiB DDR3-1600, Asus Geforce GTX 580 DC II, X-Fi, 64er SSD, Seasonic X-Series 460W (passiv)



## CARSTEN SPILLE

Redakteur | [cs@pcgh.de](mailto:cs@pcgh.de) | Fachbereiche: Grafikkarten, Festplatten/SSDs, Heft-DVD

**PC aktuell:** Wie angekündigt, ist es nun eine HD 7970 im Referenzdesign und ohne OC/Boost geworden. Dazu kam noch eine größere SSD aus dem Amazon-Angebot, auf das ich via PCGH-Schnäppchenführer stieß.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** war definitiv überfällig. Im Grunde genommen ist es eine Frechheit, was sich Software-Hersteller heutzutage leisten (können) – doch dazu gehören immer auch Kunden, die das mit sich machen lassen.

**Privat-PC:** C2D E8500 (3,8 GHz @ 1,2V), GBT EP45-UD3P, 4 GiB DDR2-800 4-4-4-12, Samsung SSD 830 (256 GB), Powercolor HD 7970, Dell 3007WFP



## FRANK STÖWER

Redakteur | [fs@pcgh.de](mailto:fs@pcgh.de) | Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, USB-Sticks, Mausepads

**PC aktuell:** Der Versuch, meinen Ph II X6 1075T per Anhebung des Referenztakts um 10 Prozent auf das Niveau eines X6 1100T zu übertakten, war nur ein Teilerfolg. Die CPU lief zwar stabil, wurde aber im Leerlauf 65 °C warm.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** finde ich völlig in Ordnung. Zum einen hat es Blizzard wirklich verpennt, zum Spielstart ausreichend Serverkapazität bereitzustellen. Zum anderen ist der Online-Zwang für den Einzelspielermodus nicht fair.

**Privat-PC:** Phenom II X6 1075T auf Asus Sabertooth 990FX (AMD 990FX/SB950), 8 GiByte DDR3-1600-RAM, GF GTX 560 Ti, 24-Zoll-LCD mit 3D



## RAFFAEL VÖTTER

Redakteur | [rv@pcgh.de](mailto:rv@pcgh.de) | Fachbereiche: Grafikkarten, Notebooks, Spiele

**PC aktuell:** Ich kam diesen Monat wegen verlockenderer Echtleben-Aktivitäten nicht zum Wechsel der GPU-Kühlung, aber die Teile liegen bereit. =)

**Die Blizzard-Abmahnung ...** finde ich richtig. Der Trend, Solospiele mit einem Online-Zwang zu geißeln und dann auch noch Server-Kapazitäten zu sparen, darf nicht zum Standard werden. Blizzard hat nichts aus den *WoW*-Problemen gelernt, da war's genauso – aber das ist wenigstens ein Online-Spiel.

**Privat-PC:** Phenom II X6 @ 3,3 GHz (1,2V-Ökomodus), 8 GiB DDR3-1700, Sapphire HD 7970 @ 1.000/3.000 MHz (1,05/1,5 Volt), X-Fi Forte, 30-Zoll-LCD



## PC Games Hardware online und wichtige Dienste und Partner



- **News & Downloads:** [www.pcgameshardware.de](http://www.pcgameshardware.de)
- **Expertenforum:** [www.pcgghx.de](http://www.pcgghx.de)
- **Abos online bestellen:** [www.pcggh.de/go/shop](http://www.pcggh.de/go/shop)
- **Einzelheft bestellen:** [www.pcggh.de/go/heft](http://www.pcggh.de/go/heft)

**Bonuscodes im Heft:**  
Einfach die Nummer unter „Suche“ eingeben und „Bonuscode“ anklicken.

**Amazon:** Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch führend bei den Angeboten von PC-Spielen, Blu-rays und Unterhaltungselektronik. [www.pcggh.de/go/amazon](http://www.pcggh.de/go/amazon)

**Alternate:** Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland. [www.pcggh.de/go/alternate](http://www.pcggh.de/go/alternate)

**Caseking:** Speziell bei Themen wie Modding, Gehäuse und Kühlung spielt Caseking seine Stärken aus und ist die erste Wahl. [www.pcggh.de/go/caseking](http://www.pcggh.de/go/caseking)

**Der PCGH-PC:** Wenn Sie auf der Suche nach einem gut abgestimmten Rechner sind, kommen Sie um die PCGH-PCs kaum herum. [www.pcggh.de/go/pcgh-pc](http://www.pcggh.de/go/pcgh-pc)

**PCGH-Preisvergleich:** Finden Sie immer die besten Preise für Hardware und Software im PCGH-Preisvergleich powered by Geizhals! [www.pcggh.de/preisvergleich](http://www.pcggh.de/preisvergleich)

**PCGH-Schnäppchenführer:** Erfahren Sie in unserem täglich aktualisierten Schnäppchenführer, welche Produkte besonders günstig zu haben sind. [www.pcggh.de/go/preistipps](http://www.pcggh.de/go/preistipps)

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA AG  
Verleger Jürg Marquard

## DANIEL WAADT

Product Manager | dw@pcgh.de | Fachbereiche: PCGH-Produkte (u. a. PCGH-PC)

**PC aktuell:** SSDs erreichen einen neuen Tiefpreis und führen mich auch in Versuchung, zuzuschlagen, schließlich wird der Platz auf meiner 256-GB-SSD langsam etwas knapp. Oder doch mal was deinstallieren?

**Die Blizzard-Abmahnung ...** ist für mich ein wichtiger und richtiger Schritt. Immer öfter werden Spieler in die Irre geführt. Für mich unverständlich, schließlich machen Publisher so selbst ihr Image kaputt.

**Privat-PC:** AMD FX-8150, 8 GiB DDR3, Asrock 970 Extreme4, Geforce GTX 560 Ti, 256-GB-SSD, Be quiet E8 580 Watt, 2 x 22-Zoll-LCD, LG BH10LS



## STEPHAN WILKE

Community Content Commerce Manager | sw@pcgh.de | Fachbereiche: Overclocking, PCGH-Extreme-Forum

**PC aktuell:** Da ich an einem PC derzeit ein Passiv-Netzteil im Einsatz habe, bin ich gespannt, wie es weiterhin mit der Hitze klarkommt – bisher bestens.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** ist leider nur ein Tropfen auf dem heißen Stein, den großen Reibach hat Blizzard schließlich schon gemacht; diabolisch gute Verkaufszahlen bringen keinen Publisher zum Umdenken. Dennoch: 1:0 für den Verbraucherzentrale Bundesverband – ein verdienter Erfolg!

**Privat-PC:** Intel Xeon DP (Westmere-EP), Gigabyte X58A-UD9, 8 GiB DDR3-2133 (Corsair), Asus Geforce GTX 580/1536 MiByte, Fujitsu Display P27T-6 IPS



## REINHARD STAUDACHER

Volontär | rs@pcgh.de | Fachbereiche: Kühlung, Windows

**PC aktuell:** Ich liebäugle mit der Anschaffung einer SSD. Da die Samsung 830 256 GByte preislich immer attraktiver wird und schon mal für 170 Euro zu haben war, werde ich da demnächst wohl zugreifen.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** sollte Schule machen, denn besonders Blizzard fiel in letzter Zeit mit einer immer weiter reichenden Entrechtung des Spielers auf, vor allem was spielergenerierten Content angeht (siehe Blizzard vs. Valve).

**Privat-PC:** Intel Core i7-870, Asus P7P55D Deluxe, 8 GiB Corsair DDR3-1333, Zotac Geforce GTX 480 AMP, Creative X-Fi



## MARKUS HORN

Praktikant | Fachbereiche: Online

**PC aktuell:** Mangels Platz und spieleaugen PCs in der Nürnberger Wohnung erwäge ich die Anschaffung eines günstigen Trinity-Notebooks. Irgendwie muss ich *Diablo 3* zum Laufen bringen.

**Die Blizzard-Abmahnung ...** zeigt zwar den guten Willen deutscher Verbraucherschützer, wird aber wohl kaum die gewünschte Reaktion und Nachbesserungen bei Blizzard hervorrufen.

**Privat-PC:** Intel C2D E7400 @ 3,5 GHz, Asus P5B, 4 GiByte DDR2-1066, Sapphire Radeon HD 5770, OCZ Solid 3, 2 x 24-Zoll-Samsung 2443BW



## CLEMENS GÄFGEN

Praktikant | Fachbereiche: Heft, Online, Rechtsfragen

**PC aktuell:** Nichts Neues an der Front. Allerdings versuche ich schon länger, meinen besten Freund (DAU) von den Vorzügen einer SSD zu überzeugen. 100 Euro waren ihm aber zu viel. Das 9.000-Euro-Motorrad war wichtiger ...

**Die Blizzard-Abmahnung ...** Ich erhoffe mir Bewegung in Sachen Rechtslage. Vieles in dem Bereich ist weitestgehend ungeklärt. Das musste ich bei der Recherche zum aktuellen Artikel in dieser Ausgabe selbst feststellen.

**Privat-PC:** Phenom II X4 955 @ 3,7 GHz, Gigabyte GA-MA770T-UD3, 4 GiByte DDR3-1600 (Corsair), XFX Radeon HD 6950 830M XXX Dual-Fan



## Inserenten PC Games Hardware 08/2012

|                    |            |                  |                                    |
|--------------------|------------|------------------|------------------------------------|
| Activision.....    | 2          | Koelnmesse.....  | 53                                 |
| 1&1.....           | 5, 15      | Coolergiant..... | 57, 59                             |
| Seasonic.....      | 9, 11      | MS-Tech.....     | 61                                 |
| Aquatuning.....    | 17         | Computec.....    | 69, 77, 79, 93, 105, 115, 125, 131 |
| Caseking.....      | 18, 33, 80 | Alternate.....   | 69, 139, 141                       |
| Listan.....        | 25         | Gigabyte.....    | 71                                 |
| Cooler Master..... | 29         | Parrot.....      | 73                                 |
| Scythe.....        | 37         | Superflower..... | 147                                |
| OCZ.....           | 39         | Deviotech.....   | 148                                |
| Sharkoon.....      | 47         |                  |                                    |
| Medion.....        | 59         |                  |                                    |

**Verlag** Computec Media AG  
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth  
Telefon: 0911/2872-100  
Telefax: 0911/2872-200  
redaktion@pcgameshardware.de  
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

**Vorstand** Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender),  
Rainer Rosenbusch

**Chefredakteur (V.i.S.d.P.)** Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt,  
Adresse siehe Verlagsanschrift

**Leitender Redakteur** Marco Albert (ma)  
**Redaktion** Christian Gögelein (cg), Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm),  
Carsten Spille (cs), Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms),  
Andreas Link (al), Stephan Wilke (sw), Lars Craemer (lc),  
Reinhard Staudacher (rs)

**Product Manager** Daniel Waadt (dw)  
**Mitarbeiter dieser Ausgabe** Clemens Gäfgen (cg), Daniel-André Reinelt (dar),  
Jan Reichelt (jr), Markus Horn (mh)

**Lektorat** Margit Koch-Weiß (ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose,  
Esther Marsch, Natalja Schmidt, Ina Hulm

**Layout** Frank 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, rh  
**Bildnachweis** Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

**CD, DVD, Video** Jürgen Melzer (ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dzwieszewski,  
Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth

**COO** Hans Ippisch  
**Vertriebskoordination** Sabine Eckl-Thurl  
**Marketing** Jeanette Haag, Iris Manz  
**Produktion** Martin Clossmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

**Chefredakteur Online** Thilo Bayer  
**Redaktion** Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer, Daniel  
Möllendorf, Carsten Spille, Marc Sauter, Raffael Vötter, Stephan Wilke  
**Entwicklung** Markus Wolny (ltg.), Falk Jeromin, René Giering, Aykut Arik,  
Tobias Hartlehnert  
**Webdesign** Tony von Biedenfeld, Emanuel Popa

## Anzeigen

CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

### Anzeigenleiter

Gunnar Obermeier  
verantwortlich für den Anzeigenteil, Adresse siehe Verlagsanschrift

### Anzeigenberatung Print

Peter Elstner: Tel.: +49 911 2872-252; peter.elstner@computec.de  
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de  
René Behme: Tel.: +49 911 2872-152; rene.behme@computec.de  
Bernhard 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

via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadata Nr. 25 vom 01.01.2012.

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

**Abonnement – <http://abo.pcgameshardware.de>**  
**Die Abwicklung (Rechtsstellung, 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 53884

**Vertrieb:** DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.de  
**Druck:** RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Schmidt, Anschrift siehe oben.

### Einsendungen Manuskripte und Programme:

Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.



MARQUARD MEDIA

### Deutschsprachige Titel

SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES MMORE, PC GAMES HARDWARE, PC ACTION,  
BUFFED, X3, PLAY 3, GAMES & MORE, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES, PLAY BLU

### Polen

COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE

### Ungarn

JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM

# Vorschau: 09/2012



## Bild des Monats



Echte Google-Fans belassen es nicht bei der üblichen Maps-Suche – wer etwas auf sich hält, sollte ein solches Markierungsmonster in seinem Garten aufstellen. Daran kommt dann nicht einmal ein Internetverweigerer vorbei ... (mehr unter [WEBCODE 28M7](#))

## Stabilere Fps\*

Fps sind nicht gleich Fps: Wichtiger als die durchschnittlichen Bilder pro Sekunde ist der Minimum-Fps-Wert. Wir zeigen, wie Sie Fps-Drops beim Spielen vermeiden und welche Einstellungen oder Hardware-Upgrades wirklich helfen.



## Ivy Bridge\*

Intels Ivy-Bridge-Prozessoren für die Einstiegsklasse lassen lange auf sich warten. Wir rechnen mit einem Test der preiswerten Dualcore-Modelle in der kommenden Ausgabe.

## Mini-PCs\*

Kleine PCs sind leicht zu transportieren, passen optisch gut ins Wohnzimmer und bieten eine echte Herausforderung für Bastler. Unsere Tests und Tipps helfen beim Weg zum winzigen Spiele- oder HTPC.

## Weitere Themen\*

- **Grafikkarten:** 3 vs. 6 GiByte VRAM – was bringt zusätzlicher VGA-Speicher?
- **Netzwerk-Turbo:** Neue Karten und Techniken für das Heimnetz.
- **Praxis Spielekauf:** Was beim Kauf von Spielen auf ausländischen Internetseiten zu beachten ist.

**Die nächste PC Games Hardware erscheint am 1.8.2012**

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.

## Worte des Monats

„Es wird 2013 Spiele mit Frostbite-Engine geben, die zwingend ein 64-Bit-System voraussetzen.“

Frostbite-Engine-2-Entwickler und Rendering Architect Johan Andersson via Twitter. Zu den Frostbite-Spielen zählt unter anderem die *Battlefield*-Serie.

## Rossis Restekiste

### Battle Mug

Männer haben zu Tassen ja eher eine pragmatische Einstellung. Doch diese Tasse lässt Männerherzen einen Tick schneller schlagen. Das martialisch aussehende Trinkgefäß wurde aus einem soliden Aluminiumblock gefräst. Hersteller ist ein CNC-Werk in Huntsville, Alabama, das sonst spezielle Teile für das US Department of Defense produziert. Ausgerüstet ist die Tasse mit einem Schienensystem, mit dem Sie ein taktilisches Licht-, Laser-Gerät, holografische Sicht (AKA Beer Goggles) oder sogar ein Bajonett für Nahkampf-Operationen anbringen können – auch eine Standard-Ausgabe des M4-Tragegriffs ist im Preis inbegriffen. Für diese Tasse würde selbst Rambo schwärmen. Und sie macht den Eindruck, als ob nicht einmal er sie beschädigen könnte.



[www.thinkgeek.com](http://www.thinkgeek.com)